

Aliejaus mišinių su optimizuota riebalų rūgščių sudėtimi savybės bei jų pokyčiai laikymo metu

Aldona Miežilienė, Algirdas Liutkevičius, Vilma Speičienė, Gitana Alenčikienė

KTU Maisto institutas, Taikos pr. 92, LT-51180, Kaunas; aliut@lmai.lt

Darbe paruošti ir tirti pagal n-6 ir n-3 riebalų rūgščių santykį subalansuoti aliejaus mišiniai (AM), sudaryti iš įvairių santykiu sumaišyto skirtingų rūšių aliejaus: rapsų-alyvuogių (6:4), rapsų-linų sėmenų (9,9:0,1), rapsų-sojos (8:2), rapsų-kukurūzų (8:2), rapsų-saulėgrąžų (9:1). AM oksidacinį stabilumą įvertinus pagal indukcinį periodą nustatyta, kad labiausiai patvarūs oksidaciniam gedimui yra rapsų-alyvuogių bei rapsų-linų sėmenų AM, labiausiai nepatvarus – rapsų-saulėgrąžų AM. Nustatyta, kad AM būdingos niutoninių medžiagų savybės, o jų konsistencijos koeficientas priklausomai nuo temperatūros (20–60 °C) kinta nuo 0,09 iki 0,03 Pa·sⁿ. Ištyrus rapsų aliejaus bei jo mišinių juslines savybes nustatyta, kad ką tik paruošti AM tarpusavyje labiausiai skiriasi bendro kvapo ir skonio intensyvumu, kvapo tirštumu, sunkumu bei skrudintų sėklų, riešutų kvapu bei skoniu. Stipriausios minėtos savybės būdingos rapsų-alyvuogių mišiniui, silpniausios – rapsų-linų sėmenų mišiniui. Laikymo 60 °C temperatūroje metu stiprėja AM bendras kvapo intensyvumas, kvapo tirštumas, sunkumas, žuvies ir žuvies riebalų kvapas bei skonis, kartus skonis ir kartus liekamasis skonis.

Raktažodžiai: aliejaus mišiniai, riebalų rūgštys, rapsų aliejus, oksidacinis stabilumas, reologinės savybės, juslinės savybės.

Įvadas

Visame pasaulyje, o ypač Japonijoje, JAV, Kanadoje bei kai kuriose ES šalyse auga susidomėjimas maisto produktais, kurie be savo maistinės vertės pasižymi dar ir papildomu teigiamu poveikiu žmogaus sveikatai, tai yra funkcionaliaisiais maisto produktais [1–6]. Netinkama mityba, per riebus, daug sočiųjų riebalų rūgščių bei cholesterolio turintis maistas, mažas fizinis aktyvumas bei dėl didelio gyvenimo tempo lydinti nervinė įtampa turi neigiamą įtaką žmonių sveikatai. Lietuvoje sveiko maisto gamybos ir vartojimo problema taip pat labai aktuali, nes šalies gyventojų maisto racione dažnai trūksta polinesočiųjų riebalų rūgščių (PNRR), balastinių (skaidulinių) medžiagų, jodo, vitaminų, makro- bei mikroelementų. Mūsų šaliai būdingas gana didelis gyventojų sergamumas tokiomis ligomis kaip nutukimas, antsvoris, dantų ėduonis, osteoporozė, cukrinis diabetas ir ypač širdies-kraujagyslių susirgimai, kurie Lietuvos gyventojų sergamumo statistikoje užima vieną pirmųjų vietų (jiems tenka apie 54 % bendro susirgimų skaičiaus) [5]. Vienas iš svarbiausių funkcionaliojo maisto ingredientų šiame kontekste yra PNRR, nes jų trūkumas maiste tampriai susijęs su širdies-kraujagyslių susirgimais.

Lietuvos gyventojų mitybos racione svarbią vietą užima augalinis aliejus, kurio kasmet suvartojama vis daugiau [5]. Jis yra svarbus PNRR šaltinis. Augaliniame aliejuje nesočiosios riebalų rūgštys (NRR) su 1–3 dvigubomis jungtimis, t. y. oleino, linolo ir α -linoleno rūgštys sudaro nemažą visų riebalų rūgščių dalį. Ypač svarbios yra omega-6 (n-6) ir omega-3 (n-3) PNRR grupės. Šios riebalų rūgštys (RR) slopina trombozės formavimąsi, mažina trombocitų agregaciją, modifikuoja širdies raumens elektrinį aktyvumą, slopina polinkį aritmijoms. Jos mažina trigliceridų koncentraciją kraujyje, o tuo pačiu ir išeminės širdies ligos riziką [7].

Pasaulio sveikatos organizacijos rekomenduojamas n-6 ir n-3 RR santykis maisto produktuose turėtų būti 1:1–5:1 [8–10]. Vartojant pagal šį riebalų rūgščių santykį subalansuotus riebalinius maisto produktus sumažėja rizika sirgti įvairiais uždegimais, palaikomas normalus kraujospūdis bei širdies-kraujagyslių sistemos veikla. Pažeidus nurodytą balansą susirgimų rizika žymiai padidėja. Pastaraisiais dešimtmečiais mitybos specialistų susirūpinimą kelia tas faktas, kad šis santykis mūsų mityboje yra iškreiptas – vis daugiau suvartojama maisto, kuriame gausu n-6 ir per mažai n-3 grupės RR. Santykis tarp šių rūgščių įvairiuose maisto produktuose dažnai siekia 10:1–20:1, o

kartais ir daugiau. Dėl to išskyla įsisavinimo problema, nes abiejų grupių RR apykaitai reikia tų pačių enzymų. N-6 grupės RR perteklius trukdo n-3 grupės RR apykaitai ir neleidžia jų visiškai įsisavinti. Siekiant pagerinti žmonių mitybos racioną riebaliniais produktais, subalansuotais minėtų PNRR atžvilgiu, būtina koreguoti esamų maisto produktų sudėtį.

Mūsų darbo tikslas buvo nustatyti atskirų augalinio aliejaus rūšių RR kokybinę ir kiekybinę sudėtį, sudaryti optimalius pagal n-6 ir n-3 PNRR santykį augalinio AM, ištirti jų fizikines chemines, juslines savybes bei patvarumą laikymo metu.

Medžiagos ir tyrimų metodai

Tyrimų objektai – įvairios kilmės augalinio aliejaus rūšys, jų mišiniai.

Siekiant optimizuoti aliejaus sudėtį pagal PNRR, ypač n-3 ir n-6 omega RR grupių santykį, pagal atitinkamas proporcijas rapsų aliejų kruopščiai sumaišius su kitų rūšių aliejumi paruošti šie mišiniai: rapsų-alyvuogių (4:6), rapsų-linų sėmenų (9,9:0,1), rapsų-sojos (8:2), rapsų-kukurūzų (8:2), rapsų-saulėgražų (9:1).

Aliejaus bei mišinių oksidacinis stabilumas nustatytas automatinio metodu, naudojant prietaisą Rancimat 743¹. Matuotas indukcinis periodas. Mėginio svoris – (3±0,001) g, nustatymo temperatūra – 120 °C, pučiamo oro greitis matavimo metu – 20 l/h.

RR kiekybinei ir kokybinei analizei mėginiai ruošti standartizuotu metodu², riebalų rūgščių metilesterių analizė atlikta dujų chromatografijos metodu³ chromatografu Shimadzu.

Rapsų aliejaus bei jo mišinių reologinės savybės tirtos reometru Carrimed CSL 500 (TA Instruments, Didžioji Britanija), naudojant plokštė-kūgis sistemą (kūgio skersmuo – 40 mm, kampas – 2°, mėginio storis – 55 μm), esant 20, 40 ir 60 °C temperatūrai. Greičio gradientas 2 min didintas nuo 0 iki 300 s⁻¹. Pagal Oswald de Waele tekėjimo lygtį apskaičiuoti koeficientai:

$$\eta = K \cdot \gamma^{n-1},$$

čia η – klampa, Pa·s; γ – greičio gradientas, s⁻¹; K – konsistencijos koeficientas, kuris atitinka klampą, kai greičio gradientas lygus 1 s⁻¹, ir gali būti klamos

rodikliu; n – tekėjimo indeksas, kuris gali būti nuokrypio nuo niutoniniams skysčiams būdingų savybių rodikliu.

Juslinės rapsų aliejaus bei įvairių AM savybės įvertintos taikant juslinių savybių profilio metodą⁴. Ištirta rapsų aliejaus ir jo mišinių bei laikymo trukmės įtaka produktų juslinėms savybėms. Tyrimuose dalyvavo 6 vertintojų grupė. Vertintojai buvo atrinkti ir apmokyti dirbti pagal tarptautinius reikalavimus⁵. Vertinimas buvo uždaras, atliktas KTU Maisto instituto Juslinės analizės laboratorijos kabinose⁶. Iki tyrimo pradžios produktai 1 h laikyti kambario temperatūroje (22 °C), po to išpilstyti į stiklinėles, koduotas trijų skaitmenų kodais, ir pateikti vertintojų grupei. Sudarant juslinių savybių profilį, taikytas visiškai subalansuotas randomizuotas mėginių pateikimo planas, mėginiais vertinti taikant du kartotinumus. Juslinės aprašomosios analizės duomenys analizuoti statistiniu paketu „SPSS for Windows“, versija 15.0 (SPSS Inc., IL, USA, 2006). Nustačius, kad vidurkiai statistiškai reikšmingai skyrėsi, taikytas daugkartinio lyginimo Dunkano kriterijus. Jis leido nustatyti, kurių konkrečių produktų vienos ar kitos savybės intensyvumu vidurkiai statistiškai reikšmingai skyrėsi, kai reikšmingumo lygmuo 0,05.

Tyrimų kartotinumai – ne mažiau 3.

Rezultatai ir jų aptarimas

Ištyrus įvairių rūšių augalinio aliejaus RR sudėtį (1 lentelė) galima teigti, jog aliejuje vyrauja NRR (mononesočiosios, polinesočiosios), kurios kiekybiškai sudaro net 79,23–83,82 % bendro RR kiekio. Didžiausias sočiųjų riebalų rūgščių (SRR) kiekis nustatytas alyvuogių, kukurūzų ir sojos aliejuose (11,78–16,21 %), mononesočiųjų riebalų rūgščių (MNRR) – alyvuogių ir rapsų aliejuje (50,27–68,80 %). Kaip jau minėta, fiziologiškai svarbiausios RR – polinesočiosios C18:2 (n-6) ir C18:3 (n-3) RR. Didžiausias šių RR kiekis nustatytas linų sėmenų, sojos, kukurūzų ir saulėgražų aliejuje (51,41–61,10 %). Kadangi nustatytas fiziologiškai optimalus santykis tarp n-6 ir n-3 RR yra nuo 1:1 iki 5:1, šiuo atžvilgiu optimaliausios RR sudėties aliejumi reikėtų laikyti rapsų aliejų, kuriame šis santykis – 1,8:1. Tuo tarpu kai kurios itin populiarios tarp vartotojų aliejaus rūšys, tokios kaip kukurūzų,

¹ LST EN 14112 *Riebalų ir aliejaus produktai. Riebalų rūgščių metilesteriai (RRME). Atsparumo oksidacijai nustatymas (pagreitintas oksidacijos metodas).*

² LST EN ISO 5509:2001 *Gyvininiai ir augaliniai riebalai ir aliejus. Riebalų rūgščių metilo esterių ruošimas.*

³ LST EN ISO 5508:2000 *Gyvininiai ir augaliniai riebalai ir aliejus. Riebalų rūgščių metilesterių analizė dujų chromatografijos metodu.*

⁴ L ISO 13299:2003 *Sensory analysis – Methodology – General guidance for establishing a sensory profile.*

⁵ LST ISO 8586-1:1997 *Juslinė analizė. Degustatorių atranka, mokymas ir įvertinimas. Bendrieji nurodymai. 1 dalis. Degustatorių parinkimas.*

⁶ LST ISO 8589:1998 *Juslinė analizė. Bendrieji tyrimo kambarių projektavimo reikalavimai.*

saulėgrąžų ar sojos, turi nuo nustatytos rekomenduojamos normos ribų itin nutolusį minėtų RR santykį. Siekiant išvengti neigiamo minėtų aliejaus rūšių fiziologinio poveikio, tikslinga šių rūšių aliejų normalizuoti pagal n-6 ir n-3 RR santykį. 2 lentelėje pateikti mūsų paruoštų įvairių rūšių AM,

normalizuotų rapsų aliejumi, RR sudėtis. Normalizuota siekiant įvairių rūšių aliejuje subalansuoti n-6 ir n-3 RR santykį iki dietologų rekomenduojamo lygio. Nustatytas minėtų RR santykis aliejaus mėginiuose kito 1,7:1–2,6:1 ribose.

1 lentelė. Įvairių rūšių aliejaus riebalų rūgščių sudėtis

Riebalų rūgštys	Procentas nuo bendro riebalų rūgščių kiekio aliejuje					
	Rapsų	Alyvuogių	Linų sėmenų	Sojos	Kukurūzų	Saulėgrąžų
C14:0	0,12±0,04	0,05±0,07	0,06±0,08	-	-	0,12±0,16
C16:0	5,70±0,23	12,91±1,74	6,42±1,39	8,64±1,33	13,00±1,62	7,48±2,16
C16:1	0,39±0,06	1,22±0,12	-	-	-	-
C18:0	2,23±0,16	2,70±0,20	2,69±0,47	3,14±0,14	1,49±0,08	3,11±0,13
C18:1	47,30±3,23	67,02±5,08	21,22±3,77	25,77±1,50	30,08±1,82	32,30±1,29
C18:2	20,33±1,26	9,31±5,11	17,28±2,26	53,34±2,11	50,05±3,16	50,83±1,57
C18:3	11,18±2,24	1,14±0,30	43,79±0,85	2,93±0,32	1,36±0,65	0,23±0,32
C20:0	0,56±0,01	0,56±0,30	0,08±0,11	-	0,31±0,44	0,18±0,25
C20:1	2,58±0,75	0,56±0,30	0,14±0,19	-	0,32±0,45	0,12±0,17
Kitos	7,16±3,95	9,57±4,37	8,36±7,32	6,18±2,43	3,41±2,29	5,65±2,90
Iš viso SRR	8,61±1,06	16,22±1,92	9,25±2,05	11,78±2,10	14,79±2,15	10,89±2,69
Iš viso NRR:	81,78±5,01	79,23±5,48	82,43±5,38	82,04±3,93	81,81±0,21	83,48±0,21
iš jų MNRR	50,27±4,04	68,80±5,53	21,36±3,96	25,77±1,54	30,40±2,27	32,42±1,46
PNRR	31,51±0,98	10,45±5,41	61,07±1,42	56,27±1,82	51,41±3,81	51,06±1,89
C18:2:C18:3	1,8:1	8,2:1	0,4:1	18,2:1	36,8:1	225,9:1

SRR (sočiosios riebalų rūgštys) – C14:0, C16:0, C18:0, C20:0; NRR (nesočiosios riebalų rūgštys) – C16:1, C18:1, C18:2, C18:3, C20:1; MNRR (mononesočiosios riebalų rūgštys) – C16:1, C18:1, C20:1; PNRR (polinesočiosios riebalų rūgštys) – C18:2, C18:3.

2 lentelė. Aliejaus mišinių riebalų rūgščių sudėtis

Riebalų rūgštys	Procentas nuo bendro riebalų rūgščių kiekio aliejaus mišiniuose				
	Rapsų-alyvuogių (4:6)	Rapsų-linų sėmenų (9,9:0,1)	Rapsų-sojos (8:2)	Rapsų-kukurūzų (8:2)	Rapsų-saulėgrąžų (9:1)
C14:0	0,30±0,22	0,20±0,15	0,16±0,12	0,13±0,09	0,09±0,13
C16:0	10,96±1,77	5,92±0,29	7,08±0,96	7,55±0,76	5,97±0,37
C16:1	1,02±0,21	0,35±0,26	0,34±0,26	0,33±0,24	0,35±0,25
C18:0	2,85±0,11	2,44±0,06	2,07±0,03	1,49±0,02	1,54±0,04
C18:1	53,00±2,16	47,45±1,06	43,90±0,57	46,57±0,65	48,78±0,77
C18:2	15,95±1,86	20,56±1,65	24,03±3,23	26,15±2,38	23,80±1,99
C18:3	6,20±1,72	12,00±2,26	10,42±2,24	9,92±2,02	10,53±1,34
C20:0	0,64±0,47	0,60±0,09	0,47±0,64	0,63±0,03	0,62±0,50
C20:1	1,62±1,18	2,72±0,88	2,29±0,76	2,02±0,39	2,40±0,95
Kitos	7,45±6,15	7,76±3,22	9,18±1,67	5,21±1,82	5,96±2,35
Iš viso SRR	14,76±2,34	9,16±0,41	9,78±1,07	9,80±0,90	8,22±1,04
Iš viso NRR:	77,79±3,81	83,08±2,81	81,04±0,59	84,99±0,91	85,86±1,31
iš jų MNSRR	55,64±6,31	50,52±7,09	46,53±7,13	48,92±2,62	51,53±6,21
PNRR	22,15±4,58	32,56±2,20	34,51±1,58	36,07±1,28	34,32±1,97
C18:2:C18:3	2,6:1	1,7:1	2,3:1	2,6:1	2,3:1

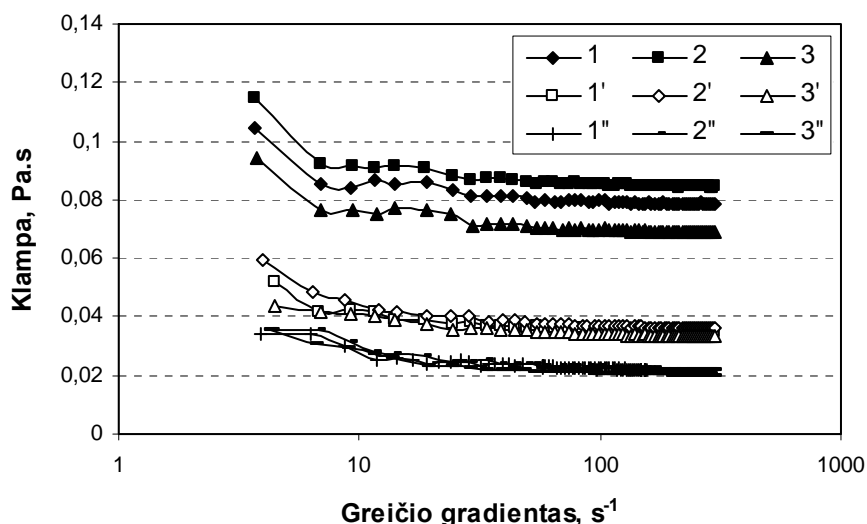
SRR (sočiosios riebalų rūgštys) – C14:0, C16:0, C18:0, C20:0; NRR (nesočiosios riebalų rūgštys) – C16:1, C18:1, C18:2, C18:3, C20:1; MNRR (mononesočiosios riebalų rūgštys) – C16:1, C18:1, C20:1; PNRR (polinesočiosios riebalų rūgštys) – C18:2, C18:3.

Taip pat ištyrėme rapsų aliejaus bei jo mišinių reologines savybes. Siekdami įvertinti, kokią įtaką šioms savybėms turi temperatūra, kuri įvairių technologinių procesų metu yra skirtinga, aliejaus mėginių reologines savybes matavome esant 20, 40 ir 60 °C temperatūrai (1 paveikslas, 3 lentelė).

Gauti duomenys rodo, jog rapsų aliejui bei jo mišiniams būdingos niutoninių medžiagų savybės – takumo indeksas artimas 1 ($n=0,96-0,99$). Temperatūrai didėjant mišinių klampa mažėjo: padidinus temperatūrą nuo 20 iki 60 °C konsistencijos koeficientas nuo maksimalaus – 0,089 Pa·sⁿ, būdingo rapsų-alyvuogių mišiniui, sumažėjo iki minimalaus – 0,025 Pa·sⁿ, būdingo rapsų aliejaus mišiniams su linų sėmenų, sojų, kukurūzų bei saulėgrąžų aliejumi. Lyginant mišinių klampą, matuotą esant 20 °C temperatūrai, nustatyta, kad mišinio su alyvuogių aliejumi klampa kiek didesnė, o mišinių su kitais aliejaus priedais kiek mažesnė negu vieno rapsų aliejaus. Didėjant temperatūrai mūsų tirtų mišinių klampa tarpusavyje skyrėsi vis mažiau.

Kitų autorių darbuose taip pat nustatyta, kad augaliniam aliejui būdingas niutoninis tekėjimo pobūdis, o klamos dydį nulemia tokie veiksniai kaip temperatūra bei aliejaus cheminė sudėtis – RR grandinių ilgis bei jų sotumo laipsnis [11–13].

Aliejų bei AM oksidacinio stabilumo rezultatai, išmatavus indukcinį periodą, pateikti 4 lentelėje. Didžiausias oksidacinis stabilumas būdingas alyvuogių, o mažiausias – linų sėmenų aliejui. Rapsų aliejų lyginant su AM matyti, kad tik rapsų-alyvuogių mėginio stabilumas 25 % didesnis, o kitų mišinių nuo 1 % (rapsų-linų sėmenų mišinys) iki 20 % (rapsų-saulėgrąžų mišinys) mažesnis. Tarp aliejaus mišiniams nustatyto oksidacinio stabilumo ir PNRR (C18:2 ir C18:3) bei SRR kiekio nustatyta atitinkamai atvirkštinė ($r=0,91$) bei teigiama ($r=0,95$) priklausomybės, t. y., kuo aliejuje yra daugiau PNRR, tuo jo stabilumas mažesnis, o kuo daugiau SRR – tuo didesnis. Tokia priklausomybė tarp minėtų RR grupių ir aliejaus oksidacinio stabilumo nustatyta ir kitų autorių darbuose [14, 15].



1 pav. Rapsų aliejaus bei jo mišinių klamos kitimas, esant skirtingai temperatūrai: 1 – rapsų aliejaus, 2 – rapsų-alyvuogių (4:6), 3 – rapsų-kukurūzų (8:2) aliejaus mišinių klampa matuota esant 20 °C; atitinkamai 1', 2', 3' – esant 40 °C, 1'', 2'', 3'' – esant 60 °C temperatūrai

3 lentelė. Rapsų aliejaus bei jo mišinių reologinės charakteristikos esant skirtingai matavimo temperatūrai

Aliejaus, aliejaus mišinio pavadinimas	Temperatūra, °C					
	20		40		60	
	K	n	K	n	K	n
Rapsų	0,083	0,99	0,039	0,98	0,026	0,97
Rapsų-alyvuogių (4:6)	0,089	0,99	0,041	0,98	0,027	0,97
Rapsų-linų sėmenų (9,9:0,1)	0,078	0,99	0,038	0,98	0,025	0,96
Rapsų-sojų (8:2)	0,077	0,99	0,038	0,98	0,025	0,96
Rapsų-kukurūzų (8:2)	0,074	0,99	0,038	0,98	0,025	0,96
Rapsų-saulėgrąžų (9:1)	0,076	0,90	0,038	0,98	0,025	0,96

K – konsistencijos koeficientas, Pa·sⁿ, n – takumo indeksas.

4 lentelė. Aliejaus ir aliejaus mišinių atsparumas oksidacijai.

Aliejus, aliejaus mišinys	Indukcinis periodas, h
Rapsų	3,79
Alyvuogių	8,22
Sėmenų	1,44
Sojos	2,86
Kukurūzų	3,53
Saulėgražų	2,82
Rapsų-alyvuogių (4:6)	4,72
Rapsų-sėmenų (9,9:0,1)	3,75
Rapsų-sojos (8:2)	3,58
Rapsų-kukurūzų (8:2)	3,45
Rapsų-saulėgražų (8:2)	3,04

Siekiant įvertinti AM sudėties įtaką juslinėms savybėms, tarpusavyje buvo lyginami švieži, 5 bei 7 paras 60 °C temperatūroje išlaikyti AM. Buvo vertinta aliejaus spalva, kvapas, skonis, pojūtis burnoje bei liekamasis skonis. Ką tik paruošti AM tarpusavyje labiausiai skyrėsi bendro kvapo ir skonio intensyvumu, kvapo tirštumu, sunkumu bei skrudintų sėklų, riešutų kvapu bei skoniu (5 lentelė). Rapsų-alyvuogių mišiniui, lyginant su rapsų aliejumi bei kitais mišiniais, buvo būdingos silpniausios minėtos

savybės. Rapsų-linų sėmenų mėginio kvapas buvo intensyvesnis negu likusių mėginių ir mažiausiai skyrėsi nuo kontrolinio – rapsų aliejaus. Be to, šiam mišiniui lyginant su rapsų aliejumi bei kitais mišiniais buvo būdingas intensyviausias bendras skonis bei skrudintų sėklų, riešutų kvapas.

Lyginant aliejaus mėginius po 5 parų laikymo 60 °C temperatūroje reikšmingi skirtumai nustatyti tik tarp spalvos intensyvumo ir skrudintų sėklų, riešutų kvapo (6 lentelė). Lyginant su rapsų aliejumi intensyvesnė gelsvai žalsva spalva nustatyta mišinyje su alyvuogių, linų sėmenų bei kukurūzų aliejaus priedais. Mėginių su alyvuogių, sojos, kukurūzų bei saulėgražų aliejaus priedais skrudintų sėklų ir riešutų kvapas buvo silpnesnis negu rapsų aliejaus bei jo mišinio su linų sėmenų aliejumi.

Po 7 parų reikšmingi skirtumai nustatyti vertinant mėginių spalvą, bendrą kvapo intensyvumą ir kvapo sunkumą bei kartų liekamąjį skonį. Mėginio su alyvuogių aliejaus priedu bendras kvapo intensyvumas buvo mažiausias. Rapsų aliejaus bei rapsų-linų sėmenų mišinio bendras kvapo intensyvumas, kvapo tirštumas ir sunkumas buvo ryškiausi. Stipriausias kartus liekamasis skonis buvo būdingas rapsų aliejui, o silpniausias – rapsų-sojos bei rapsų-kukurūzų AM.

5 lentelė. Šviežio rapsų aliejaus bei jo mišinių juslinės savybės

Savybė	Aliejaus, aliejaus mišinio pavadinimas					
	Rapsų	Rapsų-alyvuogių (4:6)	Rapsų-linų sėmenų (9,9:0,1)	Rapsų-sojų (8:2)	Rapsų-kukurūzų (8:2)	Rapsų-saulėgražų (9:1)
Gelsvai žalsvos spalvos intensyvumas	67,3 ^a	98 ^b	67,8 ^a	63,7 ^a	72,1 ^a	68,9 ^a
Skaidrumas	122,9 ^a	122,7 ^a	123,6 ^a	120,7 ^a	114,9 ^a	122,3 ^a
Bendras kvapo intensyvumas	80,8 ^{bc}	56,3 ^a	99,2 ^c	78,4 ^b	77,1 ^b	75,2 ^{ab}
Kvapo tirštumas, sunkumas	69,1 ^{abc}	48,1 ^a	88 ^c	76 ^{bc}	64,5 ^{ab}	73,2 ^{bc}
Žuvies ir žuvies riebalų kvapas	30,13 ^a	26,43 ^a	40,78 ^a	31,2 ^a	24,63 ^a	32,75 ^a
Skrudintų sėklų, riešutų kvapas	62,8 ^{ab}	45,1 ^a	78,3 ^b	66,5 ^{ab}	69,5 ^{ab}	58,3 ^{ab}
Bendras skonio intensyvumas	84 ^{ab}	73,5 ^a	99,4 ^b	86,8 ^{ab}	90,5 ^{ab}	83 ^{ab}
Skonio tirštumas, sodrumas	81,4 ^a	67,8 ^a	88,5 ^a	82,5 ^a	82,6 ^a	71,8 ^a
Žuvies ir žuvies riebalų skonis	26,43 ^a	25 ^a	38,69 ^a	30,83 ^a	23,13 ^a	29 ^a
Skrudintų sėklų, riešutų skonis	83,6 ^b	52,8 ^a	92,4 ^b	83,8 ^b	76,3 ^{ab}	78,2 ^{ab}
Aitrus skonis	28,56 ^a	21,84 ^a	26,5 ^a	27,5 ^a	23,5 ^a	35,11 ^a
Kartus skonis	23 ^a	27,66 ^a	29,24 ^a	24,6 ^a	28,4 ^a	27,78 ^a
Sutraukiantis skonis	22,3 ^a	21,81 ^a	23,05 ^a	22 ^a	18,7 ^a	29,67 ^a
Pojūtis burnoje, riebumas	80,8 ^a	85,3 ^a	86,3 ^a	77,2 ^a	82,5 ^a	85,4 ^a
Bendras liekamasis skonis	59,7 ^a	41,5 ^a	62,9 ^a	61,3 ^a	55,1 ^a	52,4 ^a
Kartus liekamasis skonis	24,97 ^a	20,7 ^a	25,3 ^a	22,4 ^a	23,4 ^a	28,3 ^a

a, b, c – vidurkiai, lentelės eilutėje pažymėti skirtingomis raidėmis, statistiškai reikšmingai skiriasi (p<0,05).

6 lentelė. Rapsų aliejaus bei jo mišinių juslinės savybės po 5 parų laikymo 60 °C temperatūroje

Savybė	Aliejaus, aliejaus mišinio pavadinimas					
	Rapsų	Rapsų-alyvuogių (4:6)	Rapsų-linų sėmenų (9,9:0,1)	Rapsų-sojų (8:2)	Rapsų-kukurūzų (8:2)	Rapsų-saulėgrąžų (9:1)
Gelsvai žalsvos spalvos intensyvumas	59,1 ^a	90,9 ^c	68,1 ^{ab}	62,1 ^a	84,4 ^{bc}	66,4 ^a
Skaidrumas	117,8 ^a	115,4 ^a	116,7 ^a	114,7 ^a	116,7 ^a	116,3 ^a
Bendras kvapo intensyvumas	94,8 ^a	81,0 ^a	86,8 ^a	84,9 ^a	83,4 ^a	95,3 ^a
Kvapo tirštumas, sunkumas	92,0 ^a	79,7 ^a	87,3 ^a	74,2 ^a	79,0 ^a	87,1 ^a
Žuvies ir žuvies riebalų kvapas	56,0 ^a	47,0 ^a	51,0 ^a	39,4 ^a	53,2 ^a	40,9 ^a
Skrudintų sėklų, riešutų kvapas	65,9 ^b	52,4 ^{ab}	70,5 ^b	62,8 ^{ab}	47,5 ^a	64,8 ^{ab}
Bendras skonio intensyvumas	82,1 ^a	78,6 ^a	85,4 ^a	89,3 ^a	86,7 ^a	91,4 ^a
Skonio tirštumas, sodrumas	80,8 ^a	73,1 ^a	86,0 ^a	78,4 ^a	81,9 ^a	90,0 ^a
Žuvies ir žuvies riebalų skonis	55,9 ^a	45,7 ^a	43,8 ^a	47,5 ^a	56,0 ^a	48,3 ^a
Skrudintų sėklų, riešutų skonis	56,9 ^a	53,7 ^a	63,8 ^a	64,9 ^a	56,7 ^a	62,8 ^a
Aitrus skonis	40,9 ^a	38,9 ^a	30,3 ^a	33,8 ^a	43,8 ^a	39,2 ^a
Kartus skonis	28,9 ^a	36,5 ^a	30,7 ^a	31,9 ^a	38,3 ^a	35,2 ^a
Sutraukiantis skonis	26,6 ^a	22,9 ^a	20,6 ^a	28,4 ^a	36,5 ^a	39,7 ^a
Pojūtis burnoje, riebumas	90,6 ^a	86,3 ^a	91,1 ^a	84,7 ^a	88,8 ^a	94,7 ^a
Kartus liekamasis skonis	35,9 ^a	40,6 ^a	37,9 ^a	37,5 ^a	39,3 ^a	41,1 ^a

a, b, c – vidurkiai, lentelės eilutėje pažymėti skirtingomis raidėmis, statistiškai reikšmingai skiriasi tarpusavyje ($p < 0,05$).

Lyginant šviežius bei 5 ir 7 paras laikytus aliejaus mėginius nustatyta, kad laikymo metu išryškėjo žuvies ir žuvies riebalų kvapas ir skonis, kurių intensyvumas priklausomai nuo laikymo trukmės stiprėjo. Laikant aliejaus mėginius jau 5 parą nustatytas gerokai intensyvesnis lyginant su šviežiais mėginiais žuvies ir žuvies riebalų skonis rapsų ($p < 0,01$), rapsų-alyvuogių ($p < 0,05$), rapsų-sojų ($p < 0,05$), rapsų-kukurūzų ($p < 0,05$) bei rapsų-saulėgrąžų ($p < 0,05$) mėginiuose. Po 7 parų šis kvapas išryškėjo ir rapsų-sėmenų mėginyje ($p < 0,01$). Be to, nustatyta bendro kvapo intensyvumo bei tirštumo, sunkumo didėjimo tendencija. Taip pat laikymo metu visuose mėginiuose išryškėjo aitraus ir kartaus skonio stiprėjimo tendencija, tačiau statistiškai reikšmingi skirtumai po 5 parų laikymo nustatyti tik rapsų aliejuje (vertinant kartų skonį) ($p < 0,05$) ir rapsų-kukurūzų mišinyje (vertinant aitru skonį) ($p < 0,05$).

Išvados

1. Didžiausias kiekis polinesočiųjų riebalų rūgščių nustatytas sėmenų, sojos ir kukurūzų (atitinkamai 61,10; 56,27; 51,41 %), mažiausias – alyvuogių aliejuje (10,44 %). Didžiausias kiekis C18:2 (n-6) RR rastos sojos, saulėgrąžų ir kukurūzų aliejuje (atitinkamai 53,34; 50,83;

50,05 %), mažiausias – alyvuogių ir linų sėmenų aliejuje (atitinkamai 9,31 ir 17,28 %), didžiausias kiekis C18:3 (n-3) RR nustatytas linų sėmenų ir rapsų aliejuje (atitinkamai 43,79 ir 11,18 %), mažiausias – saulėgrąžų ir alyvuogių aliejuje (atitinkamai 0,23 ir 1,14 %).

2. Maišant atskiras augalinio aliejaus rūšis gauti pagal n-6 ir n-3 RR riebalų rūgščių santykį subalansuoti mišiniai. Šiam balansui vienas iš tinkamiausių yra rapsų aliejus, turintis didelį kiekį n-3 RR.
3. Oksidacinį stabilumą įvertinus pagal indukcinį periodą nustatyta, kad rapsų-alyvuogių aliejaus mišinio stabilumas buvo 25 % didesnis, o kitų mišinių nuo 1 % (rapsų-linų sėmenų mišinys) iki 20 % (rapsų-saulėgrąžų mišinys) mažesnis negu rapsų aliejus.
4. Rapsų aliejui bei jo mišiniams būdingos niutoninių medžiagų savybės, jų konsistencijos koeficientas priklausomai nuo temperatūros (20–60 °C) kito 0,09–0,03 Pa·sⁿ-ribose.
5. Vertinant aliejaus mišinių sudėties įtaką juslinėms savybėms, nustatyta, kad tik ką paruošti aliejaus mišiniai tarpusavyje labiausiai skyrėsi bendro kvapo ir skonio intensyvumu, kvapo tirštumu, sunkumu bei skrudintų sėklų, riešutų kvapu bei skoniu. Stipriausios savybės

būdingos rapsų-alyvuogių mišiniui, silpniausios – rapsų-linų sėmenų mišiniui.

Literatūra

1. **Werschuren P. M.** Functional foods – scientific and global perspectives. Summary report of an international symposium. ILSI, 2002. 16 p.
2. **Luchina L. A.** Improving the success of functional foods // Food Technology. 2003. Vol. 57, No. 7. P. 42–47.
3. **Fajcsak Z.** Targeted nutritional therapy // The World of Food Ingredients. 2002. No. 9. P. 75–80.
4. Process for the assessment of scientific support for claims on foods (PASSCLAIM). European Commission concerted action programme. International Life Sciences Institute, Europe. 2002.
5. Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimas „Dėl valstybinės maisto ir mitybos strategijos ir valstybinės maisto ir mitybos strategijos įgyvendinimo priemonių plano patvirtinimo“ // Valstybės žinios. 2003. Nr. 101–4556.
6. Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas (EB) Nr.1924/2006 dėl teiginių apie maisto produktų maistingumą ir sveikatingumą, priimtas 2006-12-20. Prieiga per internetą <http://eur-lex.europa.eu/lt/legis/index.htm>
7. **Harris W. S.** Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: New recommendations from the American Heart Association // Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology. 2003. Vol. 23. P. 151–152.
8. **Simopoulos Ap.** The importance of the ratio omega-6/omega-3 essential fatty acids // Biomedicine and Pharmacotherapy. 2002. Vol. 58. P. 365–379.
9. **Mikalaukaitė D.** Polinesočiųjų riebalų rūgščių subalansavimo reikšmė krūties vėžio profilaktikai // Mokslas ir gyvenimas. 2001. Nr. 11. P. 30.
10. **Mirkin G.** North Americans need more omega 3 fatty acids. 2003. Prieiga per internetą www.Dr.Mirkin.com.
11. **Santos J. C. O., Santos I. M. G., Souza A. G.** Effect of heating and cooling on rheological parameters of edible vegetable oils // Journal of Food Engineering. 2005. Vol. 67. P. 401–405.
12. **Shamsudin R., Mohamed I. O., Nooi T. S.** Rheological properties of cocoa butter substitute (cbs): effects of temperature and characteristics of fatty acids on viscosity // Journal of Food Lipids. 2006. Vol. 13. P. 402–410.
13. **Rodrigues J. A., Cardoso F. P., Lachter E. R., Estevo L. R. M., Lima E., Nascimento R. S. V.** Correlating chemical structure and physical properties of vegetable oil esters // Journal of the American Oil Chemist's Society. 2000. Vol. 77. P. 111–114.
14. **Warner K., Knowlton S.** Frying quality and oxidative stability of high-oleic corn oils // Journal of American Oil Chemists Society. 1997. Vol. 74. P. 1317–1321.
15. **Chu Y. H., Kung Y. L.** A study on vegetable oil blends // Food Chemistry. 1998. Vol. 62. P. 191–195.

Pateikta spaudai 2007-04

A. Mieželiienė, A. Liutkevičius, V. Speičienė, G. Alenčikienė

CHANGES IN THE ATTRIBUTES OF THE OIL BLENDS OPTIMISED BY FATTY ACIDS

Summary

The oil blends balanced by n-6 and n-3 fatty acids and containing different ratios of mixed oils (rapeseed-olive (6:4), rapeseed-flaxseed (9.9:0.1), rapeseed-soybean (8:2), rapeseed-corn (8:2), rapeseed-sunflower (9:1)) were prepared and investigated. The results of oxidative stability by measurements of induction period showed that the blend of rapeseed-olive and rapeseed-flaxseed are the most stable, and the blend of rapeseed-sunflower, the most unstable. The oil blends presented Newtonian behaviour, and the values of the consistency index dependent on temperature (20–60 °C) varied in 0.09–0.03 Pa·sⁿ range. Investigation of the sensory attributes of the rapeseed oil and oil blends showed major changes during the storage at 60 °C in the overall intensity of taste and odour, thickness and heaviness of odour, intensity of odour and taste of roasted seeds and nuts. The rapeseed-olive blend exhibited the most intensive sensory attributes, while the rapeseed-flaxseed blend the weakest. The intensity of overall odour, thickness and heaviness of odour, fishy and fish oil odour and taste, bitter taste and bitter aftertaste of the oil blends strengthened during storage at 60 °C.

Keywords: oil blends, fatty acids, rapeseed oil, oxidative stability, rheological properties, sensory attributes.

A. Межялене, А. Люткавичюс, В. Спейчене, Г. Аленчикене

СМЕСИ МАСЕЛ, ОПТИМИЗИРОВАННЫХ ПО СОСТАВУ ЖИРНЫХ КИСЛОТ: СВОЙСТВА И ИХ ИЗМЕНЕНИЕ ВО ВРЕМЯ ХРАНЕНИЯ

Резюме

Приготовлены и исследованы сбалансированные по жирным кислотам n-6 и n-3 смеси масел, приготовленные из смешанных в разных соотношениях масел: рапсовая-оливковая (6:4), рапсовая-льняная (9,9:0,1), рапсовая-соевая (8:2), рапсовая-кукурузная (8:2) и рапсовая-подсолнечная (8:2). При оценке стабильности к оксидации по индукционному периоду установлено, что самые устойчивые к оксидации – рапсовая-оливковая и рапсовая-льняная, самая неустойчивая – рапсовая-подсолнечная смесь. Установлено, что смеси масел ведут себя как ньютоновские жидкости, а их коэффициент консистенции в зависимости от температуры (20–60 °C) изменяется в пределах 0,09–0,03 Па·сⁿ. Исследование сенсорных свойств рапсового масла и его смесей показало, что свежеприготовленные смеси масел между собой больше всего различались интенсивностью общего запаха, тяжестью запаха, а также ореховым запахом и

вкусом, запахом и вкусом поджаренных семян. Сильнее всего эти свойства были выражены в рапсовой-оливковой смеси, слабее всего – в рапсовой-льняной смеси. Во время хранения при температуре

60 °С нарастала интенсивность общего запаха, его тяжесть, рыбный запах и вкус, запах и вкус рыбьего жира, а также горький вкус и горький остаточный вкус.