

Rauginto pieno, pagausinto omega-3 riebalų rūgštimis, technologijos parametrų patikslinimas

Algirdas Liutkevičius, Raimundas Narkevičius, Gintarė Zaborskienė, Vilma Speičienė, Aldona Miežalienė

KTU Maisto institutas, Taikos pr. 92, LT-51180, Kaunas; aliutkev@takas.lt

Tirta technologinio proceso parametrų įtaka omega-3 riebalų rūgščių kokybiniam ir kiekybiniam išlikimui raugintame piene bei linų sėmenų aliejaus priedų įtaka rauginto pieno fizikiniams cheminiams, mikrobiologiniams ir jusliniams rodikliams bei šių rodiklių kiekybiniam ir kokybiniam pokyčiams produkto laikymo metu. Nustatyta, kad rauginto pieno technologijoje taikomi terminio apdoravimo režimai (85–95 °C/5 min) bei pieno rauginimo procesas nesukelia kiekybinių α -linoleno riebalų rūgšties pokyčių. 0,3 % sėmenų aliejaus priedas, įdėtas į pieną prieš jo rauginimą, neturėjo įtakos rauginimo proceso eigai. Pagal kvapo, skonio ir liekamojo skonio savybes rauginto pieno be priedų ir su sėmenų aliejaus priedu mėginiai panašūs, skirtumai tarp jų maži ir statistiškai nereikšmingi.

Raktažodžiai: omega-3 riebalų rūgštys, sėmenų aliejus, α -linoleno rūgštis, stabilumas, raugintas pienas.

Įvadas

Omega-3 riebalų rūgštys (RR) – tai polinesočiosios riebalų rūgštys, kurių molekulėje pirma nesočioji dviguba jungtis yra prie trečiojo anglies atomo skaičiuojant nuo metilo grupės. Kaip yra žinoma [1–3], šios rūgštys (α -linoleno RR, C18:3, eikosapentaeno RR, C20:5, dokosaheksaeno RR, C22:6) dalyvauja ląstelių membranų formavimo procesuose, fiziologiškai veiklių į hormonus panašių junginių – prostaglandinų – sintezėje, slopina trombocitų agregaciją. Omega-3 RR yra būtinos tinkamam smegenų, nervų, regėjimo sistemų išsivystymui ir funkcionavimui. Šių rūgščių vartojimas padeda išvengti įvairių ligų, tokių kaip aukšto kraujospūdžio, reumatoidinio artrito, išsėtinės sklerozės, opinio kolito, bronchų astmos ir ypač širdies-kraujagyslių ligų. Pagrindinis α -linoleno RR šaltinis yra augaliniai aliejai (saulėgrąžų, sojos, kukurūzų, rapsų, medvilnės sėklų, avižų, žemės riešutų) [4].

Skiriamos dvi polinesočiųjų riebalų rūgščių grupės, t. y. omega-6 ir omega-3 RR. Omega-6 (linolo) RR pasižymi cholesterolio kiekį mažinančiu efektu. Tačiau tuo atveju, kuomet maiste yra daug linolo RR ir mažai oleino RR, cholesterolio kiekis sumažėja ir aukšto tankio lipoproteinuose, o tai nėra pageidautina. Linolo RR taip pat mažina ir trigliceridų kiekį žmogaus kraujyje.

Pastaraisiais dešimtmečiais mitybos specialistų susirūpinimą kelia faktas, kad vis daugiau yra

suvartojama maisto, kuriame gausu omega-6 grupės riebalų rūgščių (RR) ir per mažai omega-3 grupės RR. Santykis tarp šių rūgščių atskiruose maisto produktuose neretai siekia 10:1–20:1. Kadangi abiejų grupių RR apykaitai reikia tų pačių fermentų, atsiranda konkurencija tarp jų. Omega-6 klasės RR perteklius trukdo omega-3 klasės RR apykaitai ir neleidžia jų įsisavinti. Pasaulio sveikatos organizacijos (PSO) rekomenduojamas omega-6 ir omega-3 RR santykis yra 2:1–5:1 [5–7]. Tam, kad pagausintume žmonių mitybos racioną minėtomis RR, ypač omega-3 RR, būtina vartoti šių rūgščių turinčias maistines žaliavas ir taip modifikuoti tradicinių maisto produktų sudėtį. Taigi, naujų funkcionaliojo maisto kategorijai priskirtinų produktų, papildytų polinesočiomis riebalų rūgštimis, sukūrimas, gamyba ir vartojimas galėtų ne tik išplėsti pieno produktų asortimentą, bet ir būti profilaktine priemone, mažinant Lietuvos žmonių santykinai didelį sergamumą lėtinėmis neinfekcinėmis ypač širdies-kraujagyslių ligomis. Kaip vertingą omega-3 riebalų rūgščių šaltinį gaminant funkcionaliuosius maisto produktus tikslinga vartoti šalto spaudimo linų sėmenų aliejų. Omega-3 klasei priskiriamos α -linoleno riebalų rūgšties jame yra 55–71 %. Norint pasiekti fiziologiškai reikšmingą omega-3 klasei priskiriamos α -linoleno riebalų rūgšties kiekį produkte (apie 15 % rekomenduojamo paros kiekio, t. y. 1–2 g), į jį reikia įdėti santykinai nedaug (apie 0,3–0,6 %) sėmenų

aliejaus. Perspektyvus daug kur vartojamas maisto produktas, kurį būtų galima pagausinti omega-3 riebalų rūgštimis, yra raugintas pienas. Duomenų apie tyrimus, kuriuose raugintas pienas būtų pagausintas omega-3 riebalų rūgštimis, mums rasti nepavyko.

Šio darbo tikslas – ištirti technologinio proceso parametru įtaką omega-3 riebalų rūgščių kokybiniam ir kiekybiniam išlikimui raugintame piene bei nustatyti linų sėmenų aliejaus priedų įtaką rauginto pieno fizikiniams cheminiams, mikrobiologiniams ir jusliniams rodikliams bei šių rodiklių kiekybiniam ir kokybiniam pokyčiams produkto laikymo metu.

Tyrimų metodai

Darbe naudoti nepasterizuotas pienas bei grietinėlė, gauti iš AB „Pieno žvaigždės“ bei šalto spaudimo linų sėmenų aliejus.

Raugintas pienas su linų sėmenų aliejaus priedu buvo gaminamas laboratorinėmis ir pusiau gamybinėmis sąlygomis KTU Maisto instituto Technologijos laboratorijoje bei eksperimentiniame stende ir pramoniniu būdu AB „Rivona“ pieno perdirbimo įmonėje.

Pieno ir rauginto pieno fizikiniai – cheminiai rodikliai nustatyti taikant standartinius tyrimo metodus.

L(+)- ir D(-)-pieno rūgšties izomerai nustatyti fermentiniu metodu, taikant „Megazyme“ firmos reagentų rinkinį ir metodą. Metodo esmė: fermentinės reakcijos metu L-laktato dehidrogenazė (L-LDH) ir D-laktato dehidrogenazė (D-LDH), dalyvaujant nikotinamidadeninukleotidui (NAD), laktatus oksiduoja į piruvatą ir NAD paverčia redukuota forma (NADH). Glutamatpiruvatransaminazė (GPT), reakcijoje dalyvaujant L-glutamatai, piruvatą transformuoja į L-alaniną ir L-glutamata paverčia α -ketoglutaratu. Susidaręs NADH kiekis, kuris yra proporcingas pieno rūgšties ir laktatų kiekiui, nustatytas spektrofotometru esant bangos ilgiui 340 nm.

Riebalų rūgščių metilo esteriai ruošti pagal LST EN ISO 5509:2001¹, o nustatomi pagal LST EN ISO 5508:2000².

Sineretinės rauginto pieno savybės nustatytos matuojant išsiskyrusių išrūgų kiekį kas 30, 60, 90, 120 ir 240 min.

Rauginto pieno mikrobiologiniams rodikliams nustatyti taikyti standartiniai metodai. Bendras mikroorganizmų skaičius nustatytas triptono, mielių

¹ LST EN ISO 5509:2001 *Gyvininiai ir augaliniai riebalai ir aliejus. Riebalų rūgščių metilo esterių ruošimas.*

² LST EN ISO 5508:2000 *Gyvininiai ir augaliniai riebalai ir aliejus. Riebalų rūgščių metilesterių analizė dujų chromatografijos metodu.*

ekstrakto, gliukozės ir sausojo nugriebto pieno (be inhibitorinių medžiagų) terpėje (angl. PCA – Plate count agar) (*Liofilchem*, kat. Nr. 610040, Italija). Pasėliai inkubuoti (72±3) h 30 °C temperatūroje.

Pieno rūgšties bakterijų skaičius nustatytas tikėtinausio skaičiaus metodu, sėjant į sterilų pieną (be inhibitorių). Pasėliai inkubuoti 7 paras 30 °C temperatūroje.

Rauginto pieno juslines savybes vertino 5 narių vertintojų grupė, kurią sudarė KTU Maisto instituto darbuotojai. Vertintojai atrinkti ir apmokyti dirbti pagal LST ISO 8586-1³. Mėginiai juslinei analizei atrinkti pagal LST ISO EN 707:1999⁴. Atrinkti mėginiai ruošti analizei pagal IDF 99C:1997⁵. Vertintojų grupė buvo susipažinusi su mėsos produktų vertinimu prieš atliekant tyrimą. Mėginių juslinių savybių intensyvumas vertintas taikant nepertraukiamą tiesinę 150 mm skalę⁶.

Tyrimai atlikti KTU Maisto instituto Technologijos, Chemijos, Mikrobiologijos ir Juslinės analizės laboratorijose. Tyrimų kartotinumai 3–5 kartai.

Rezultatai ir jų aptarimas

Pirmajame darbo etape tirta technologinių veiksnių įtaka linų sėmenų aliejaus polinesočiųjų rūgščių, ypač omega-3 RR klasei priskiriamos α -linoleno rūgšties (C18:3) stabilumui. Kaip nurodoma literatūroje, polinesočiosios rūgštys, tarp jų ir omega-3 RR, yra nestabilios įvairių fizikinių cheminių veiksnių, tokių kaip aukšta temperatūra, oro deguonis ir kt. poveikiui [8, 9]. Kadangi gaminant raugintus pieno produktus pienas yra termiškai apdorojamas gana aukštoje temperatūroje (85–95 °C), po to ilgą laiką yra rauginamas (iki 24 h), galutinio produkto pH yra žemas (4,4–4,6), o produkto vartojimo trukmė pakankamai ilga (iki 6 parų), buvo atliekami tyrimai, siekiant nustatyti, kokią įtaką minėti faktoriai turi omega-3 RR stabilumui pieno riebalų-sėmenų aliejaus modelinėse sistemose.

Dėl sėmenų aliejaus įtakos juslinėms produkto charakteristikoms į raugintus pieno produktus gali būti dedamas ribotas sėmenų aliejaus kiekis. Tiriant produkto riebalų rūgščių sudėtį, yra analizuojami riebalai, kurie turi būti visiškai išskirti iš produkto.

³ LST ISO 8586-1:1997 *Juslinė analizė. Degustatorių atranka, mokymas ir įvertinimas. Bendrieji nurodymai. 1 dalis. Degustatorių parinkimas.*

⁴ LST ISO EN 707:1999 *Pienas ir pieno produktai. Bandinių ėmimo taisyklės.*

⁵ IDF 99C:1997 *Pieno produktų juslinis vertinimas balais. Pamatinis metodas.*

⁶ LST ISO 4121:2004 *Juslinė analizė. Metodika. Kiekybinių atsakų skalių taikymo nurodymai.*

Siekiant užtikrinti didesnę tyrimų tikslumą, technologinių veiksnių įtaka omega-3 RR stabilumui buvo nustatoma ne piene, bet grietinėlėje, t. y. modelinėje sistemoje, kurioje riebalinės fazės koncentracija buvo 14 kartų didesnė negu piene. Minėtuose tyrimuose sėmenų aliejaus (išlaikant pieno riebalų ir aliejaus santykį) buvo pridėdama ne į 2,5 % riebumo pieną, bet į 35 % riebumo grietinėlę.

Raugintų pieno produktų gamyboje paprastai pienas yra pasterizuojamas 85–95 °C temperatūroje išlaikant 5 min. Siekiant iširti terminio apdorojimo režimo įtaką omega-3 RR stabilumui visų pirma buvo tiriami gryno sėmenų aliejaus mėginiai, kurie buvo pasterizuojami 85 °C bei 95 °C temperatūroje, išlaikant atitinkamoje temperatūroje 5 min. Tyrimų duomenys pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė. Terminio apdorojimo režimo įtaka kiekybinei sėmenų aliejaus riebalų rūgščių sudėčiai

Riebalų rūgštys	Riebalų rūgščių sudėtis, proc.		
	Sėmenų aliejus (kontrolė)	Sėmenų aliejus, pasterizuotas 85 °C temperatūroje	Sėmenų aliejus, pasterizuotas 95 °C temperatūroje
C16:0	4,96	5,32	5,47
C18:0	2,25	2,41	2,51
C22:0	0,60	0,64	0,42
C18:1	18,70	20,19	20,89
C22:1	1,73	0,51	0,45
C18:2	15,72	16,87	17,27
C18:3	45,37	47,75	48,14
C22:6	4,43	2,20	1,61
Kitos	6,25	4,11	3,24
Iš viso sočiųjų (C16:0–C22:0)	7,81	8,37	8,40
Iš viso nesočiųjų (C18:1–C22:6)	85,94	87,52	88,36
iš jų polinesočiųjų (C18:2,C18:3,C22:6)	65,52	66,82	67,01
Santykis C18:2/ C18:3	0,35	0,35	0,36

Kaip matome iš 1 lentelėje pateiktų duomenų, tirti terminio apdorojimo režimai nesukėlė esminio kiekybinio polinesočiųjų RR sumažėjimo. Omega-3 RR procentinė koncentracija pasterizuoto aliejaus mėginiuose netgi buvo truputį didesnė negu kontroliniame, tai galima paaiškinti nežymia kitų riebalų rūgščių degradacija.

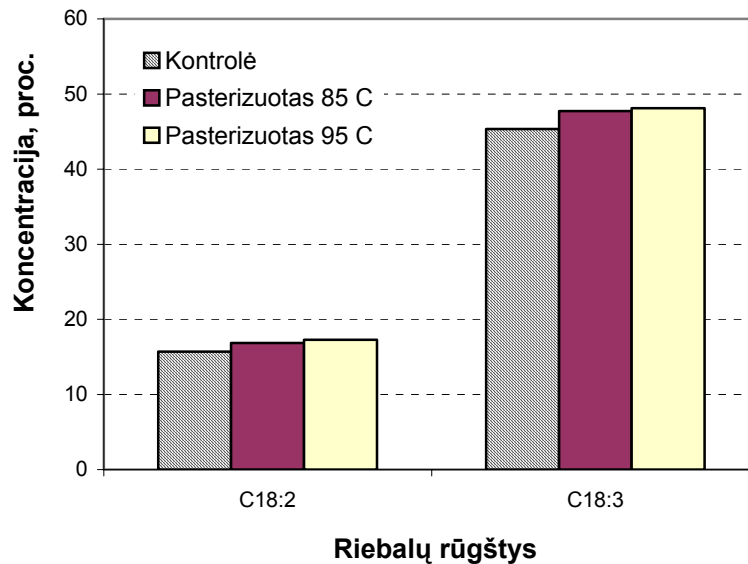
Lyginant terminio apdorojimo režimo įtaką sėmenų aliejaus omega-6 ir omega-3 RR (C18:2 ir C18:3) kiekiui matome, kad veikiant pasterizacijai šių rūgščių kiekybinio kitimo tendencija yra analogiška (1 pav.).

Siekiant patikslinti, ar tokia pati terminio apdorojimo režimo įtakos tendencija omega-3 ir omega-6 RR kiekio išlikimui charakteringa ir pasterizuojant pieno riebalų bei sėmenų aliejaus mišinius, buvo tirama modelinė pieno riebalų (grietinėlės)-sėmenų aliejaus sistema. Modelinė sistema buvo pasterizuojama 85 °C temperatūroje, išlaikant mėginius toje temperatūroje 5 min.

Kaip matome iš 2 lentelėje ir 2 pav. pateiktų duomenų, omega-3 RR kiekis modelinėje sistemoje po pasterizacijos, kaip ir tiriant gryną sėmenų aliejų, nežymiai padidėjo.

Apibendrinant terminio apdorojimo režimo įtakos polinesočiųjų RR stabilumui tyrimus galima konstatuoti, kad pasterizacija 85–95°C temperatūroje mėginius išlaikant 5 min nesumažina omega-3 polinesočiųjų RR kiekio juose. Todėl, gaminant pieno produktus su sėmenų aliejaus priedu, emulsija gali būti sudaroma prieš pasterizaciją, o pieno-sėmenų aliejaus emulsijos terminio apdorojimo 85–95 °C temperatūroje išlaikant 5 min režimas gali būti taikomas pagausintų omega-3 RR pieno produktų gamyboje, kaip priedą naudojant sėmenų aliejų.

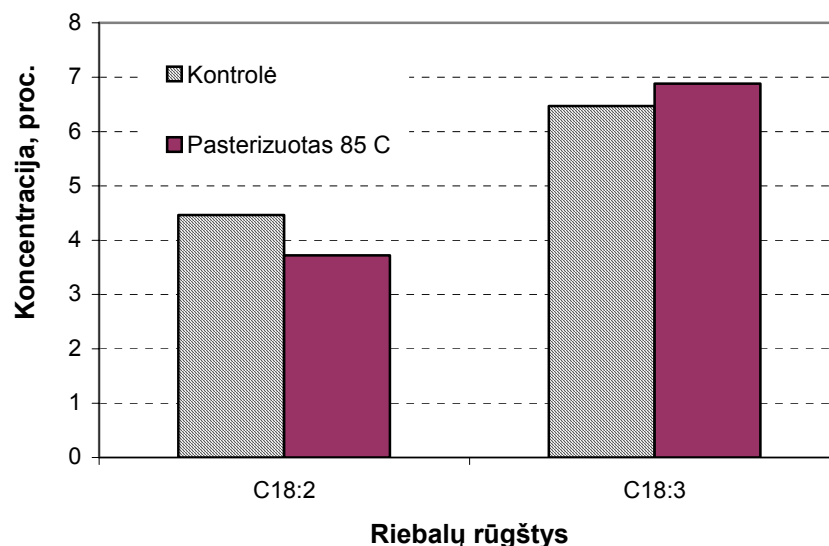
Norint nustatyti rauginimo proceso įtaką omega-3 RR kiekybiniam išlikimui, pieno riebalų-sėmenų aliejaus modelinė sistema, pridėjus pienarūgščių bakterijų raugo, buvo rauginama 25 °C temperatūroje 18 h ir analizuojama gauto rauginto modelinio mišinio riebalų rūgščių sudėtis (3 lent.).



1 pav. Terminio apdorojimo režimo įtaka sėmenų aliejaus polinesočiųjų omega-3 (C18:3) ir omega-6 (C18:2) riebalų rūgščių kiekybiniam išlikimui

2 lentelė. Terminio apdorojimo režimo įtaka grietinėlės-sėmenų aliejaus modelinės sistemos kiekybinei riebalų rūgščių sudėčiai

Riebalų rūgštys	Riebalų rūgščių sudėtis, proc.		
	Sėmenų aliejus	Grietinėlės-sėmenų aliejaus modelinė sistema	Grietinėlės-sėmenų aliejaus modelinė sistema, pasterizuota 85 °C temperatūroje
C4:0	-	1,41	1,28
C6:0	-	0,27	0,63
C8:0	-	1,05	1,16
C10:0	-	2,33	2,72
C12:0	-	2,75	3,07
C14:0	-	8,67	9,43
C16:0	4,76	25,45	27,64
C18:0	2,32	8,39	8,52
C20:0	-	1,26	1,20
C22:0	0,41	0,29	0,20
C16:1	-	1,90	1,81
C18:1	17,97	28,45	28,09
C22:1	1,55	0,52	0,60
C18:2	15,31	4,46	3,72
C18:3	43,77	6,47	6,88
C22:6	6,58	1,01	1,18
Kitos	7,33	5,32	1,87
Iš viso sočiųjų (C4:0–C22:0)	7,49	51,87	55,85
Iš viso nesočiųjų, (C16:1–C22:6)	85,18	42,81	42,28
iš jų polinesočiųjų (C18:2,C18:3, C22:6)	65,66	11,94	11,78
C18:2/ C18:3 santykis	0,35	0,69	0,54



2 pav. Terminio apdorojimo režimo įtaka grietinėlės-sėmenų aliejaus modelinės sistemos polinesočiųjų C18:2 ir C18:3 riebalų rūgščių kiekybiniam išlikimui

3 lentelė. Rauginimo proceso įtaka grietinėlės-sėmenų aliejaus modelinės sistemos kiekybinei riebalų rūgščių sudėčiai

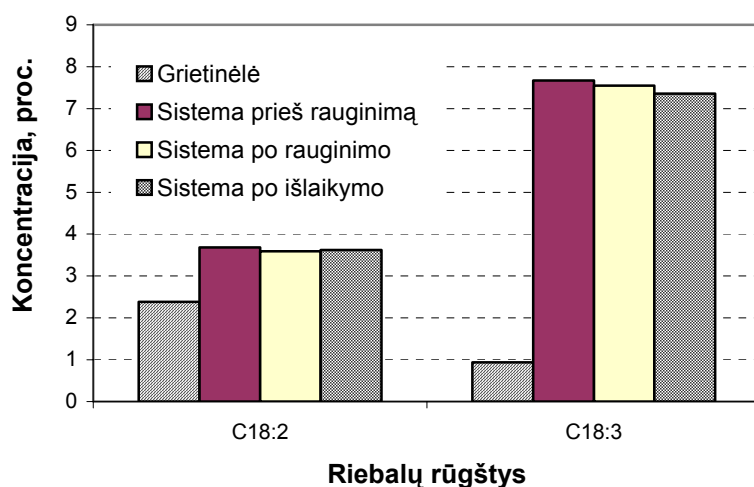
Riebalų rūgštys	Riebalų rūgščių sudėtis, proc.			
	Grietinė	Grietinė-lės-sėmenų aliejaus modelinė sistema prieš rauginimą	Grietinė-lės-sėmenų aliejaus modelinė sistema po rauginimo	Grietinė-lės-sėmenų aliejaus modelinė sistema po rauginimo, išlaikyta 6 paras
C4:0	1,78	2,31	2,08	1,78
C6:0	1,11	1,47	0,50	0,38
C8:0	0,73	3,13	1,28	1,34
C10:0	2,48	0,38	2,83	2,89
C12:0	3,09	3,36	3,15	3,20
C14:0	10,99	9,83	9,73	9,53
C16:0	28,20	24,74	25,19	24,19
C18:0	9,07	7,88	8,15	7,86
C20:0	1,30	1,16	1,13	1,20
C22:0	0,90	1,17	1,07	0,71
C16:1	1,94	1,70	1,54	1,48
C18:1	26,03	22,90	24,13	23,63
C22:1	1,17	1,08	2,02	2,52
C18:2	2,38	3,68	3,59	3,62
C18:3	0,94	7,67	7,55	7,36
C22:6	1,04	1,17	2,07	2,48
Kitos	6,85	6,37	3,99	5,83
Iš viso sočiųjų (C4:0–C22:0)	59,65	55,43	55,11	53,08
Iš viso nesočiųjų (C16:1–C22:6)	33,50	38,20	40,90	41,09
iš jų polinesočiųjų (C18:2, C18:3, C22:6)	4,36	12,52	13,21	13,46
C18:2/ C18:3 santykis	2,53	0,48	0,48	0,49

Iš pateikiamų duomenų matome, kad rauginimo proceso metu polinesočiųjų rūgščių, tarp jų ir omega-3 RR, kiekis grietinėlės-sėmenų aliejaus emulsijoje praktiškai nepakito. Taigi gauti rezultatai leidžia daryti išvadą, kad gaminant raugintus pieno produktus su omega-3 RR, sėmenų aliejumi galima pagausinti pieną prieš jį užraugiant.

Norint nustatyti, ar stabilios šios rūgštys laikymo metu esant žemam terpės pH, raugintas produktas buvo laikomas (4 ± 2) °C temperatūroje 6 paras. Duomenų, pateiktų 3 pav. ir 4 lentelėje, analizė rodo, kad po laikymo raugintame produkte tik labai nedaug sumažėja polinesočiųjų rūgščių procentinė

koncentracija, t. y. šios rūgštys yra pakankamai stabilios rūgščioje terpėje.

Nustačius pagrindinių technologinių veiksnių įtaką omega-3 RR stabilumui, tolesniame darbo etape buvo tiriama sėmenų aliejaus įtaka pieno rauginimo procesui. Gaminant bandomuosius mėginius 2,5 % riebumo pienas, pridėjus 0,3 % sėmenų aliejaus, buvo pasteurizuojamas 85 °C temperatūroje, išlaikant jį 5 min, atšaldomas iki 25 °C ir užraugiamas Chr. Hansens firmos pienarūgščių mikroorganizmų raugu bei išlaikomas 18 h. Lygiagrečiai buvo gaminami kontroliniai rauginto pieno be sėmenų aliejaus mėginiai.



3 pav. Rauginimo proceso bei išlaikymo įtaka grietinėlės-sėmenų aliejaus modelinės sistemos polinesočiųjų C18:2 ir C18:3 riebalų rūgščių kiekiui

4 lentelė. Pieno rūgšties izomerų kiekis raugintame piene

Mėginys	Pieno rūgšties izomerų kiekis, g/100g produkto		Pieno rūgšties izomerų santykis L(+)/D(-)
	L(+)	D(-)	
Raugintas pienas be sėmenų aliejaus	0,879	0,048	18,3
Raugintas pienas su sėmenų aliejumi	0,811	0,064	12,7

Pienarūgščio rūgimo procesas kontroliniuose ir bandomuosiuose mėginiuose vyko labai panašiai. Apie tai liudija praktiškai vienoda produkto aktyviojo rūgštingumo vertė (kontroliniame – 4,49, o bandomajame – 4,48) bei panašus pienarūgščių mikroorganizmų skaičius 1 g produkto (kontroliniame – $2,5 \cdot 10^8$, o bandomajame – $7,0 \cdot 10^8$).

Šiuo metu nustatyta, jog L(+)-pieno rūgštis žmogaus organizme yra tarpinis medžiagų apykaitos produktas, metabolizmo procese lengvai virstantis į pirovynuogių rūgštį, kuri vėliau skyla į CO₂ ir H₂O trikarboninių rūgščių cikle. L(+)-izomeras neiškreipia žmogaus organizme vykstančių metabolizmo procesų ir nepažeidžia žarnyno mikrofloros gyvybinės veiklos. Tuo tarpu

D(-)-izomeras, atvirkščiai, žmogaus organizme skyla labai iš lėto. Naujagimių organizme šis izomeras visai neskaldomas ir nėra utilizuojamas. Todėl maisto produktų gamyboje vykdoma mikrobiologinė padermių, įeinančių į raugų sudėtį, atranka. Stengiamasi taikyti tuos raugų variantus, kurie gamintų didelį kiekį L(+)-pieno rūgšties izomero.

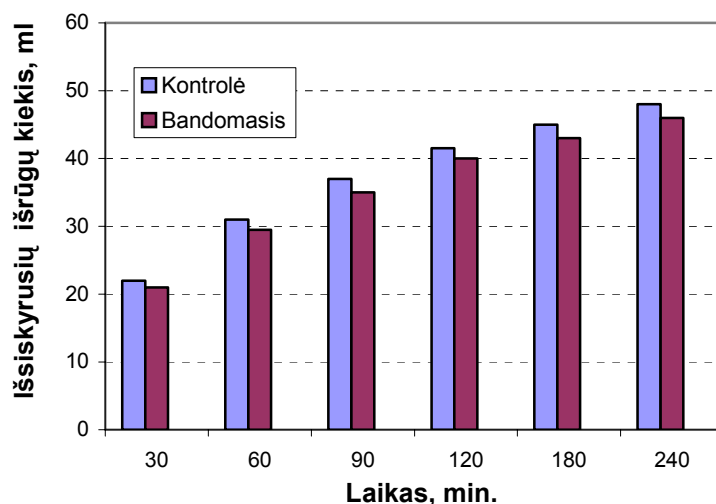
Norėdami nustatyti, ar linų sėmenų aliejaus priedas nepakeičia pieno rūgšties izomerų L(+) bei D(-) koncentracijos, nustatytas šių izomerų kiekis kontroliniuose ir bandomuosiuose rauginto pieno mėginiuose (4 lent.) Tarp kontrolinių ir bandomųjų mėginių nebuvo didesnio skirtumo ir pagal pieno rūgšties izomerų L(+) bei D(-) koncentraciją produkte. Modeliniuose rūgpienio su sėmenų aliejumi mėginiuose rasta net 0,811 g/100 g turinčio teigiamą įtaką žmogaus sveikatai L(+)-pieno rūgšties izomero ir tik nežymus kiekis (0,064 g/100 g) nepageidautino sveikatos atžvilgiu D(-)-izomero.

Tarp kontrolinių ir bandomųjų mėginių nebuvo didesnio skirtumo pagal pieno rūgšties izomerų L(+)

bei D(-) koncentraciją produkte. Rūgpienio su sėmenų aliejumi mėginiuose rasta net 0,811 g/100 g turinčio teigiamą įtaką žmogaus sveikatai L(+)-pieno rūgšties izomero ir tik nežymus kiekis (0,064 g/100 g) nepageidautino sveikatos atžvilgiu D(-)-izomero.

Taigi gauti rezultatai leidžia padaryti išvadą, kad gaminant raugintą pieną sėmenų aliejaus 0,3 % priedas neturi neigiamos įtakos pienarūgščio proceso eigai.

Viena iš rauginto pieno kokybės charakteristikų yra jo sineretinės savybės. Greitas išrūgų išsiskyrimas yra pageidautinas varškės, sūrių ir kitų baltymingų pieno produktų gamyboje, tuo tarpu rauginto pieno, jogurto ir kitų raugintų pieno produktų gamyboje išsiskyrusios išrūgos pablogina jo juslines savybes (išvaizdą, tekstūrą ir skonį). 4 pav. pateikiami rauginto pieno mėginių sineretinių savybių tyrimo rezultatai.



4 pav. Sinerezės proceso kinetika raugintame piene, pagamintame be priedų (kontrolė) ir su linų sėmenų aliejumi (bandomasis)

Kaip kontroliniuose, taip ir bandomuosiuose rauginto pieno mėginiuose intensyviausiai sinerezė vyko per pirmąsias 30 min. Kontroliniuose rauginto pieno mėginiuose per pirmąsias 30 min išrūgų išsiskyrė nežymiai daugiau negu bandomuosiuose, atitinkamai (22,0±0,25) ml ir (21,0±0,3) ml, tačiau šis skirtumas buvo nedidelis. Po 120 min sinerezė visuose tiriamuosiuose mėginiuose buvo labai nedidelė. Po 240 min nustatyta, kad daugiausiai išrūgų išsiskyrė iš kontrolinio mėginio (48,0±0,1) ml, kiek mažiau – iš bandomojo mėginio

su linų sėmenų aliejumi – (46,0±0,1) ml (4 pav.). Tokiu būdu, rauginto pieno pagausinimas omega-3 RR nežymiai pristabdo sinerezės procesą, t. y. produktą laikant ilgesnį laiką, išrūgų išsiskyrimas bandomuosiuose mėginiuose yra mažesnis negu raugintame piene, pagamintame be priedų.

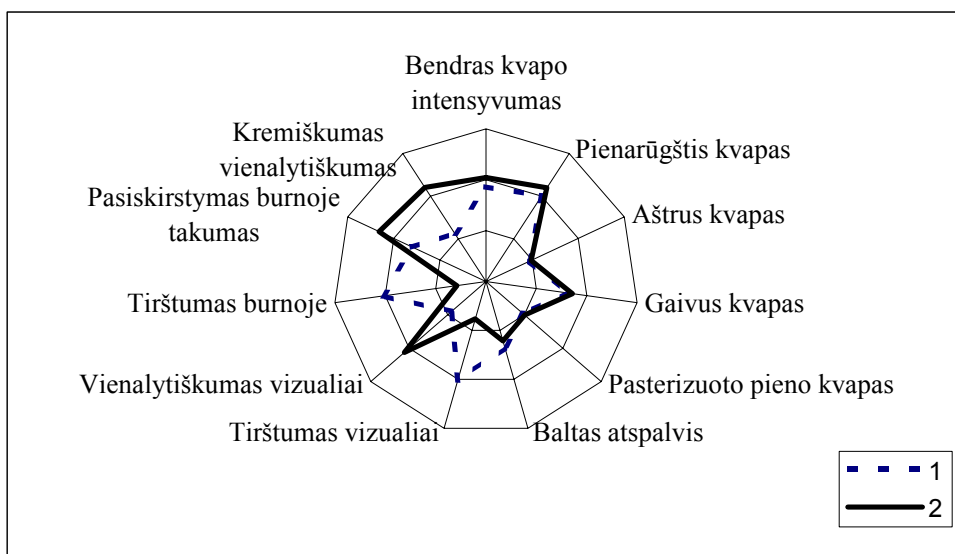
5 pav. pateikiamos produktų juslinio vertinimo rezultatų vidutinės skaitmeninės reikšmės. Visiems produktams buvo būdingas pakankamai intensyvus pienarūgštis, gaivus kvapas. Juose nežymiai jautėsi aštrus ir pasterizuoto pieno kvapas. Pagal visas

kvapą apibūdinančias savybes produktai nesiskyrė. Kaip matyti iš 5 pav. pateiktų duomenų, iš visų tirtųjų savybių tikrai pagal penkias tekstūros savybes tarp tiriamųjų mėginių nustatyti reikšmingi skirtumai. Vertinant mėginių tirštumą vizualiai ir burnoje, kontrolinis mėginys įvertintas kaip tirštesnis. Tiriomojo mėginio tekstūra buvo pastebimai vienalytiškesnė ir kremiškesnė, vertinant ją vizualiai ir burnoje. Galima daryti prielaidą, kad kremiškesnė tiriomojo mėginio tekstūra vertintojų grupės buvo suvokiama ir vertinama kaip švelnesnė ir mažiau tiršta lyginant su kontroliniu.

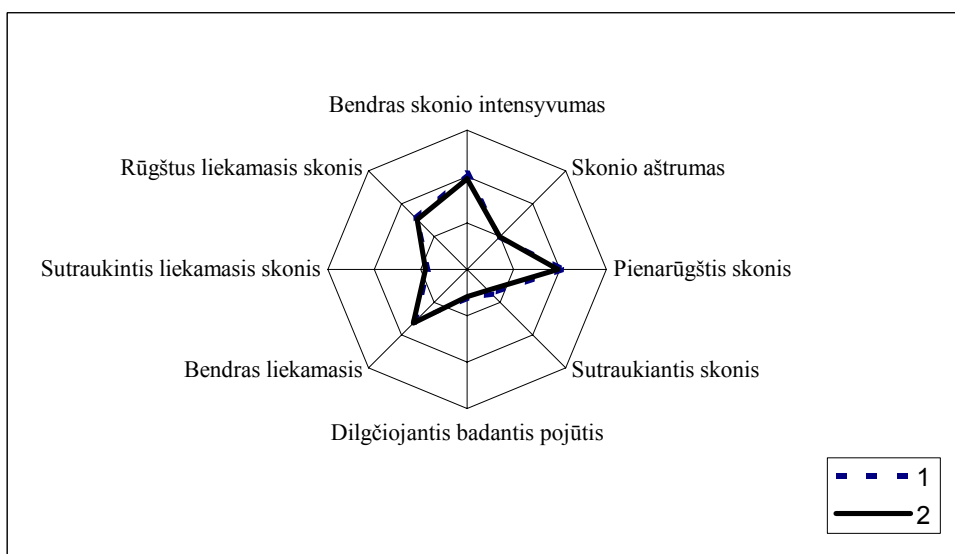
Tiek tiriamasis, tiek kontrolinis produktai pasižymėjo intensyviu bendru skoniu, kuriame dominavo pienarūgštis skonis (6 pav.).

Abiejuose mėginiuose gana silpnai, tačiau aiškiai jautėsi skonio aštrumas ir sutraukiantis skonis. Pagal visas vertintas kvapo, skonio ir liekamojo skonio savybes tirtieji mėginiai buvo panašūs arba skirtumai tarp jų buvo maži ir statistiškai nereikšmingi.

Atlikus preliminarius priimtinum tyrimus, reikšmingo skirtumo tarp kontrolinio ir tiriomojo mėginių nenustatyta.



5 pav. Sėmenų aliejaus įtaka rauginto pieno kvapo, spalvos ir tekstūros jausliniam įvertinimui: 1 – kontrolinis mėginys be priedų; 2 – bandomasis mėginys su sėmenų aliejumi



6 pav. Sėmenų aliejaus įtaka rauginto pieno skonio jausliniam vertinimui: 1 – kontrolinis mėginys be priedų; 2 – bandomasis mėginys su sėmenų aliejumi

Išvados

1. Sėmenų aliejų kaitinant įprastiniais rauginto pieno technologijoje taikomais terminio apdorojimo režimais (85–95 °C/5 min) α -linoleno riebalų rūgštis jame nesuskyla ir kiekybiškai nesumažėja.
2. Grietinėlės-sėmenų aliejaus emulsiją pasterizuojant režimu (85 °C/5 min) α -linoleno riebalų rūgštis joje nesuskyla ir kiekybiškai nesumažėja.
3. Pieno rauginimo procesas nesukelia kiekybinių α -linoleno riebalų rūgšties pokyčių, todėl gaminant raugintą pieną sėmenų aliejų į pieną galima dėti prieš jį užraugiant.
4. 0,3 % sėmenų aliejaus priedas, įdėtas į pieną prieš jo rauginimą, neturi įtakos rauginimo proceso eigai (rauginimo trukmei, aktyviajam ir titruojamajam galutinio produkto rūgštingumui).
5. α -linoleno riebalų rūgštis raugintame piene lieka kiekybiškai stabili visą jo saugaus vartojimo trukmės periodą (6 paras (4±2) °C temperatūroje).
6. Rauginto pieno be priedų ir su sėmenų aliejaus priedu mėginių daugelio juslinių savybių intensyvumas panašus arba skirtumas tarp jų mažas ir statistiškai nereikšmingas. Jiems charakteringas intensyvus pienarūgštis skonis ir vidutiniškai intensyvus gaivus ir aštrokas pienarūgštis kvapas.
7. Rauginto pieno su sėmenų aliejumi tekstūra yra vienalytiškesnė ir kremiškesnė vertinant ją vizualiai ir burnoje, o tirštumas mažesnis negu rauginto pieno be priedų.
8. Pagausintuose omega-3 riebalų rūgštimis rauginto pieno mėginiuose nustatytas didelis kiekis (0,811 g/100 g) turinčios teigiamą įtaką žmogaus sveikatai L(+)-pieno rūgšties izomero ir tik nedidelis kiekis (0,064g/100 g) nepageidautino D(-)-izomero.
9. Rekomenduojama gaminti raugintą pieną su polinesočiųjų omega-3 riebalų rūgščių priedu tam tikslui panaudojant šalto spaudimo linų sėmenų aliejų, turintį savo sudėtyje didelį kiekį α -linoleno riebalų rūgštis.

Literatūra

1. **Erkkila A. T., Lehto S., Pyorala K., Uusitupa M. J.** N-3 fatty acids and 5-y risks of death and cardiovascular disease events in patients with coronary artery disease // American Journal of Clinical Nutrition. 2003. Vol. 78. P. 71–85.
2. **Kris-Etherton M., Harris S., Appel J.** Fish consumption, Fish oil, Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease // Scientific Statement of American Heart Association CIRCULATION. 2002. No. 19. P. 2747–2757.

3. **Lemaitre R. N., King I. B., Mozaffarian D. et al.** N-3 polyunsaturated fatty acids, fatal ischemic heart disease and nonfatal myocardial infarction in older adults: the cardiovascular health study // American Journal of Clinical Nutrition. 2003. Vol. 77. P. 319–325.
4. **Liutkevičius A., Tamulionytė D., Sekmokiė D.** Funkcinio maisto ingredientai – vartotojams, medikams, maisto technologams perspektyvos // Visuomenės sveikata. 2005. Nr. 4. P. 52–59.
5. Beilage zur Zeitschrift Aktuelle Ernährungsmedizin. Heft 2, 28, Jahrgang, April, 2003.
6. **Mikaluskaitė D.** Polinesočiųjų riebalų rūgščių subalansavimo reikšmė krūties vėžio profilaktikai // Mokslas ir gyvenimas. 2001. Nr. 11. P. 30.
7. **Kinsella J. E.** Food Lipids and Fatty Acids: Importance in Food Quality, Nutrition, and Health // Food Technology. 1988. Vol. 42, No. 10. P. 124–145.
8. **Leissner O. et al.** Vegetable Fats and Oils. Karlshamn, 1987. 102 p.
9. Food Fats and Oils. Institute of Shortening and Edible Oils. Eight ed. Washington, 1999. 39 p.

Pateikta spaudai 2007-04

A. Liutkevičius, R. Narkevičius, G. Zaborskienė, V. Speičienė, A. Mieželiėnė

ENRICHMENT OF CULTURED MILK WITH OMEGA-3 FATTY ACIDS

Summary

The effect of the technological process parameters on the qualitative and quantitative composition of omega-3 fatty acids in cultured milk was investigated. The physico-chemical, microbiological and sensory characteristics of cultured milk enriched with flaxseed oil and changes in these characteristics were studied.

It was established that heat treatment usually used in producing cultured milk (85–95 °C/5 min) and in milk fermentation process did not cause quantitative changes of α -linolenic acid. The enrichment of milk with 0.3 % of flaxseed oil had no effect on milk fermentation process. The sensory characteristics of the cultured milk with and without flaxseed oil were similar.

Keywords: omega-3 fatty acids, cultured milk, flaxseed oil.

A. Люткивичюс, Р. Наркявичюс, Г. Заборскене, В. Спейчене, А. Межялене

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОСТОКВАШИ, ОБОГАЩЕННОЙ ЖИРНЫМИ КИСЛОТАМИ ОМЕГА-3

Резюме

Исследовано влияние параметров процесса производства простокваши на количественное и качественное сохранение жирных кислот омега-3, а

также влияние добавок масла из семян льна на физико-химические, микробиологические и органолептические (сенсорные) показатели простокваши и изменение этих показателей во время хранения. Установлено, что режим тепловой обработки молока, обычно применяемый при производстве простокваши (85–95 °С/5 мин), и

процесс сквашивания не вызывают качественных изменений α -линоленовой кислоты. Добавление 0,3 % масла из семян льна в молоко перед его сквашиванием не оказало влияния на интенсивность процесса. По вкусовым характеристикам образцы простокваши без добавок и с добавкой масла семян льна схожи, различия между ними статистически недостоверны.