

## Technologinių faktorių įtaka išrūginių gėrimų su sėmenų aliejaus priedu kokybei

A. Liutkevičius, D. Tamulionytė

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

Darbe iširta šalto spaudimo sėmenų aliejaus kaip omega-3 riebalų rūgščių (RR) šaltinio įtaka išrūgų gėrimų kokybės rodikliams bei jų pokyčiams laikymo metu. Nustatyta, jog modeliųjų gėrimų, pagamintų iš išrūgų-sėmenų aliejaus emulsijų su skonio bei kvapo priedais (toliau – gėrimų), turinčių savo sudėtyje 0,2 % stabilizatoriaus, pasterizavimo temperatūra (60, 70, 80 ar 90 °C) neturi įtakos galutinio produkto jusliniams skonio, kvapo, konsistencijos ir aktyviojo rūgštingumo rodikliams. Gėrimų klampis, didinant pasterizavimo temperatūrą, taip pat turi tendenciją didėti, tačiau tai neturi neigiamos įtakos produkto juslinėms savybėms. Gėrimus, kurių pH 4,0, laikant iki 30 parų 6 °C temperatūroje, jų riebalinės fazės RR kokybinė ir kiekybinė sudėtis praktiškai nepakinta. Gėrimus, kurių pH 4,0, 5,5 ir 6,5, išlaikius 10, 15, 20, 30 ir 45 paras 6 °C temperatūroje, jų riebalinė fazė išlieka stabili oksidacijai. Didžiausia peroksidų skaičiaus vertė (2,36 mekv/kg) fiksuota, kai sistemos pH 5,5, išlaikius 20 parų. Didžiausia riebalų rūgštingumo reikšmė (1,30 °K) nustatyta gėrimuose, kurių pH 6,5, išlaikytuose 30 parų. Atlikti riebalų oksidacijos tyrimai rodo, kad laikant gėrimus 3 paras 22 °C temperatūroje geriausiai išsilaikė tie bandiniai, kurių pH vertė buvo 4,0, kiek prasčiau – tie, kurių pH 5,5, ir prasčiausiai – tie, kurių pH 6,5.

Gėrimuose vyrauja naudingas žmogaus sveikatai L(+)-optinis pieno rūgšties izomeras. Nepageidautino žmogaus sveikatai D(-)-izomero gėrimuose rasta tik nežymus kiekis. Gėrimų užšalimo temperatūra yra žemesnė nei vandens (svyruoja nuo minus 0,7895 °C iki minus 0,9600 °C) ir yra technologiškai priimtina skystų pieno produktų gamybos ir sandėliavimo atžvilgiu.

**Raktažodžiai:** išrūgos, emulsija, linų sėmenų aliejus, gėrimai, omega-3 riebalų rūgštys, aktyvusis rūgštingumas, pieno rūgšties izomerai, laikymas.

### Įvadas

Pasaulyje, o ypač Japonijoje, JAV, Kanadoje bei ES šalyse auga susidomėjimas maisto produktais, kurie be savo maistinės vertės dar teikia papildomą teigiamą poveikį žmogaus sveikatai, t. y. funkciniais maisto produktais.

Lietuvoje ši problema taip pat labai aktuali, kadangi pagrindinę šalies gyventojų vartojamų maisto produktų dalį sudaro rafinuoti, apdoroti aukštoje temperatūroje, nesubalansuoti pagal riebalų rūgščių sudėtį ir kt. maisto produktai. Neretai maiste trūksta balastinių (skaidulinių) medžiagų, jodo, vitaminų, makro- bei mikroelementų. Netinkama mityba, per riebus, daug sočiųjų riebalų rūgščių bei cholesterolio turintis maistas, mažas fizinis aktyvumas, dėl didelio gyvenimo tempo žmogų lydinti nervinė įtampa turi neigiamą įtaką šalies gyventojų sveikatai. Todėl gana didelis šalies gyventojų sergamumas įvairiomis ligomis, ypač kraujotakos sistemos ligomis, nutukimu, antsvoriu, dantų ėduonių, osteoporozės, cukriniu diabetu. Ryšium su tuo 2003 m. parengta ir Vyriausybės

patvirtinta Valstybinė maisto ir mitybos strategija [1].

Bendromis mokslininkų ir gamintojų pastangomis Lietuvoje pradėti gaminti maisto produktai, atitinkantys funkcinio maisto kategoriją, tokie kaip jogurtas bei dešros su probiotinėmis kultūromis, duonos gaminiai su maistinėmis skaidulomis, aliejus ir sviestas su karotinu, vištų kiaušiniai su omega-3 RR ir kt.

Kadangi šalies gyventojų sergamumo statistikoje širdies-kraujagyslių ligos užima vieną pirmųjų vietų, didelę prasmę turi tyrimai, susiję su omega-3 RR panaudojimu plataus vartojimo maisto produktų, ypač pieno produktų, gamyboje. [2, 3]. Omega-3 RR – tai polinesočiosios riebalų rūgštys, kurių molekulėje pirma nesočioji dviguba jungtis yra prie trečiojo anglies atomo, skaičiuojant nuo metilo grupės. Kaip žinoma iš literatūros [4–6], omega-3 RR 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. Todėl produktų gausinimo šiomis fiziologiškai reikšmingomis RR galimybių tyrimai šiandien yra aktualūs.

Šio darbo tikslas – atlikti kompleksinius tyrimus ir nustatyti esminių technologinių parametru (pasterizacijos temperatūros, laikymo trukmės) įtaką maistinių emulsijų – gėrimo iš išrūgų su sėmenų aliejaus, kaip omega-3 riebalų rūgščių šaltinio, priedu – kokybės rodikliams.

### Tyrimų objektai ir metodai

Darbas atliktas KTU Maisto instituto Technologijos laboratorijoje, bendradarbiaujant su mitybos specialistais. Tyrimų objektai – modeliniai varškės išrūgų gėrimai, į kuriuos įdėta šalto spaudimo linų sėmenų aliejaus (pastarajame vyrauja omega-3 riebalų rūgščių grupei priklausanti alfa-linoleno RR, kuri sudaro apie 60 % bendro riebalų kiekio).

Darbe nustatyta gėrimų riebalinės fazės riebalų rūgščių kokybinė ir kiekybinė sudėtis ir jos pokyčiai laikymo metu, ištirta terminio apdorojimo režimų įtaka varškės išrūgų baltyminės fazės nusėdimui, aktyviojo rūgštingumo įtaka gėrimų riebalinės fazės oksidacijai, gėrimų užšalimo taško priklausomybė nuo jų sudėties bei gėrimuose susidarę pieno rūgšties izomerai. Bandymuose gėrimų baltyminės fazės stabilizacijai pasterizavimo metu naudotas stabilizatorius *Palsgaard* 5834 (Danija), susidedantis iš natrio karboksimetilceliuliozės ir pektino.

RR kiekybinei ir kokybinei analizei bandiniai buvo ruošti pagal LST EN ISO 5509<sup>1</sup>, RR metilesterių analizė atlikta dujų chromatografijos metodu pagal LST EN ISO 5508<sup>2</sup>. Tirtų gėrimų riebalinės fazės oksidacijos lygis vertintas nustatant peroksidų skaičiaus vertes (LST EN ISO 3960:2000<sup>3</sup>) ir riebalų indukcinį periodą (IP) rancimato metodu (Rancimat 679) 120 °C temperatūroje. Pieno rūgšties izomerai gėrimuose nustatyti fermentiniu metodu, naudojant „Boehringer Mannheim/R-Biopharm“ firmos reagentų rinkinį, užšalimo tašką – termistoriniu krioskopu ASTOR pagal LST ISO 5764:1997<sup>4</sup>.

Gėrimų aktyvusis rūgštingumas nustatytas firmos Calimatic (Vokietija) pH-metru 766, riebalinės fazės riebalų rūgštingumas – pagal LST EN ISO 660<sup>5</sup>. Gėrimų klampiui tirti naudotas Heplerio reoviskometras (Vokietija). Emulsinimo operacija atlikta naudojant laboratorinę maišyklę (KIKA, Laborortechnik Staufen, Vokietija), esant sūkių dažniui 225 s<sup>-1</sup> ir apdorojimo trukmei 5 min.

Pakartotinumai atliekant tyrimus – ne mažiau 3.

### Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Tyrimų objektu išrūgos pasirinktos neatsitiktinai. Gaminant sūrius, varškę, kazeiną, baltymų koncentratų išrūgos sudaro 80–90 % perdirbto pieno [7–9]. Lietuvoje kol kas naudingai perdirbama tik apie 21 %. Tuo tarpu išrūgos yra vertinga antrinė pieno žaliava, nes jose randami praktiškai visi biologiškai vertingi komponentai, kurie yra natūraliame piene [10–14].

Įvertinant tai, jog išrūgų baltymai (albuminas, globulinas) yra termiškai neatsparūs, tirta stabilizatoriaus *Palsgaard* 5834 (Danija) įtaka gėrimų stabilumui ir kokybei, priklausomai nuo pasirinktos pasterizacijos temperatūros (1 lentelė).

Nustatyta, jog pridėdamo stabilizatoriaus kiekis neturėjo įtakos gėrimo aktyviajam rūgštingumui bei jusliniams spalvos ir kvapo rodikliams, tačiau turėjo esminę įtaką gėrimo klampiui ir juslinėms skonio savybėms.

Optimalus stabilizatoriaus kiekis, kuris užtikrina išrūgų baltyminės fazės stabilumą terminio apdorojimo metu ir suteikia geriausią gėrimo skonį, – 0,2 %. Įterpus šį stabilizatoriaus kiekį, gėrimo klampis, palyginti su gėrimu, pagamintu be stabilizatoriaus, padidėjo 3,76 karto, gėrimo skonis – subtilus, kai tuo tarpu be stabilizatoriaus – vandeningas.

Kitame etape nustatyta gėrimų, papildytų sėmenų aliejumi (0,2 g/100g), terminio apdorojimo 60; 70; 80 ir 90 °C temperatūroje įtaka jų kokybės rodikliams. Nustatyta, jog gėrimų apdorojimas pateiktu režimu neturėjo įtakos jusliniams skonio, kvapo, konsistencijos ir aktyviojo rūgštingumo rodikliams (2 lentelė). Susidariusių nuosėdų kiekis buvo nežymiai (0,05 cm) didesnis gėrimuose, pasterizuotuose 80–90 °C temperatūroje, nei pasterizuojant 60–70 °C temperatūroje. Gėrimų klampis, kylant temperatūrai, tolygiai didėjo. Matyt, tai susiję su išrūgų baltyminės fazės mikrodalelių daline denaturacija tokiu lygiu, kuri neturi neigiamos įtakos gėrimų juslinėms savybėms.

<sup>1</sup> LST EN ISO 5509:2001. Gyvūniniai ir augaliniai riebalai ir aliejus. Riebalų rūgščių metilo esterių ruošimas.

<sup>2</sup> LST EN ISO 5508:2000. Gyvūniniai ir augaliniai riebalai ir aliejus. Riebalų rūgščių metilesterių analizė dujų chromatografijos metodu.

<sup>3</sup> LST EN ISO 3960:2000. Gyvūniniai ir augaliniai riebalai ir aliejus. Peroksidų skaičiaus nustatymas.

<sup>4</sup> LST ISO 5764:1997. Pienas. Užšalimo temperatūros nustatymas.

<sup>5</sup> LST EN ISO 660:2000. Gyvūniniai ir augaliniai riebalai ir aliejus. Rūgščių skaičiaus ir rūgštingumo nustatymas.

**1 lentelė.** Stabilizatoriaus kiekio įtaka gėrimų fizikiniams cheminiams ir jusliniams kokybės rodikliams

Rodikliai	Stabilizatoriaus kiekis, proc.					Be stabilizatoriaus
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	
Aktyvusis rūgštingumas pH:						
prieš pasterizaciją	3,80	3,84	3,82	3,84	3,83	3,82
po pasterizacijos	3,68	3,71	3,70	3,78	3,83	3,65
po išlaikymo 1 parą	4,15	4,06	4,03	4,10	4,18	4,03
Jusliniai rodikliai:						
spalva	5	5	5	5	5	5
skonis ir kvapas	5	5	5	5	5	5
konsistencija	4,1	4,4	4,2	3,7	3,5	3,4
Klampus esant 20 °C, mPa·s	3,2	4,9	6,6	9,2	9,8	1,3
Nuosėdų kiekis, g	0,055	neaptikta	neaptikta	neaptikta	neaptikta	0,060

**2 lentelė.** Pasterizavimo temperatūros įtaka gėrimų fizikiniams cheminiams ir jusliniams rodikliams

Rodikliai	Pasterizavimo temperatūra, °C			
	60	70	80	90
Aktyvusis rūgštumas pH:				
prieš pasterizavimą	4,00	3,97	4,00	3,95
po pasterizavimo	4,04	3,97	3,93	4,03
Jusliniai rodikliai:				
spalva	5	5	5	5
skonis ir kvapas	4,5	4,6	4,5	4,7
konsistencija	5	5	5	5
Klampus 20 °C temperatūroje, mPa·s	4,16	4,36	4,38	4,60

Pagrindinė linų sėmenų aliejaus polinesočioji RR yra omega-3 RR klasei priskiriama alfa-linoleno riebalų rūgštis C18:3. Jos šiame aliejuje yra net iki 60 %. Mūsų atveju (3 lentelė) šios rūgšties šviežių gėrimų riebalinėje fazėje nustatyta kiek mažiau – 54,82 %. Todėl tyrimai, nustatant kiekybinius RR pokyčius gėrimų riebalinėje fazėje laikymo metu 6 °C temperatūroje (įprastinė pieno produktų laikymo temperatūra) yra aktualūs. Tyrimų rezultatai pateikti 3 lentelėje.

Iš sočiųjų RR cholesterolio kiekį žmogaus organizme labiausiai didina palmitino, miristo ir lauro rūgštys. Pagal lentelėje pateiktus duomenis šviežiuose sėmenų aliejaus bandiniuose palmitino rūgšties rasta 4,79 %, miristo rūgšties – tik 0,04 %, o lauro rūgšties iš viso nerasta. Šviežiuose sėmenų aliejaus bandiniuose rasta 18,97 % fiziologiškai vertingos oleino rūgšties. Šiame aliejuje taip pat rasta fiziologiškai labai vertingų omega-3 RR klasei priskiriamų RR: alfa-linoleno riebalų rūgšties net 54,82 %, eikozapentaeno – 0,10 %, dokozapentaeno – 0,07 %. Omega-6 grupės RR, kuriai priskirtinos linolo ir arachido riebalų rūgštys, buvo mažiau, t. y. atitinkamai 16,55 ir 0,06 %.

Labai svarbus yra omega-6/omega-3 RR santykis. E. Kinsella [15] nurodo, jog suaugusiems žmonėms šis santykis turėtų būti lygus 3:1. Jis galėtų būti didesnis jauniems asmenims, o su amžiumi arba vartojant sąlyginai daug polinesočiujų RR – mažėti. Pastaruoju metu idealiu laikomas šių rūgščių santykis 2:1. Linų sėmenų aliejuje šis santykis sudaro tik 0,30.

Paprastai laikymo metu nepatvariausios yra mononesočiosios ir ypač polinesočiosios RR. Mūsų atveju, laikant gėrimą 30 parų +6 °C temperatūroje, žymesnių RR kiekybinių pokyčių nenustatyta (3 lentelė). Lemiamą įtaką šiuo atveju galėjo turėti tiek žema laikymo temperatūra, ir ypač – žemas terpės pH, nes yra žinoma, jog lipazės rūgščioje terpėje yra neveiklios.

Tirti gėrimų riebalinėje fazėje vykstantys oksidaciniai procesai ir jų priklausomybė nuo aktyviojo rūgštingumo. Tyrimui buvo paruošti skirtingo aktyviojo rūgštingumo 5 % riebumo sėmenų aliejus-vanduo grubios emulsijos modeliniai bandiniai, kurių riebalinė fazė buvo ištirta tuoj po pagaminimo ir išlaikius 6 °C temperatūroje 10, 15, 20 ir 30 parų.

Tyrimų duomenys pateikti 4 lentelėje.

**3 lentelė.** Riebalų rūgščių kiekybiniai pokyčiai gėrimų riebalinėje fazėje laikant 6 °C temperatūroje. Gėrimų pH 4,0

Riebalų rūgštis	Riebalų rūgščių kiekis, g/100g bendro RR kiekio		
	po pagaminimo	išlaikius 15 parų	išlaikius 30 parų
Sočiosios riebalų rūgštys	<b>8,60</b>	<b>9,00</b>	<b>8,83</b>
Miristo C14:0	0,04	0,04	0,04
Palmitino C16:0	4,79	4,89	4,86
Margarino C17:0	0,05	0,05	0,05
Stearino C18:0	3,59	3,78	3,75
Arachido C20:0	0,13	0,14	0,13
Mononesočiosios riebalų rūgštys	<b>19,15</b>	<b>19,20</b>	<b>19,34</b>
Oleino C18:1(cis-izomeras)	18,97	19,04	19,12
Gadoleino C20:1	0,16	0,13	0,18
Eruko C22:1	0,02	0,03	0,04
Polinesočiosios riebalų rūgštys	<b>71,60</b>	<b>71,24</b>	<b>71,21</b>
Linolo C18:2	16,55	16,34	16,36
Alfa-linoleno C18:3	54,82	54,67	54,62
Arachido C20:4	0,06	0,06	0,06
Eikosapentaeno C20:5	0,10	0,10	0,10
Dokosapentaeno C22:5	0,07	0,07	0,07
Omega-6/omega-3 RR santykis	0,30	0,30	0,30

**4 lentelė.** Emulsijų riebalinėje fazėje vykstančių oksidacinių procesų priklausomybė nuo aktyviojo rūgštingumo ir laikymo 6 °C temperatūroje trukmės

Emulsijų pH	Laikymo trukmė, paros	Indukcijos periodas, h, laikant bandinį 120 °C temperatūroje	Peroksidų skaičius, mekv/kg	Riebalų rūgštingumas, °K
4,0	Po pagaminimo	-	1,46	1,16
	10	-	1,40	1,18
	15	0,18	-	-
	20	-	1,54	1,18
	30	0,18	1,56	1,20
5,5	Po pagaminimo	-	1,46	1,16
	10	-	1,26	1,20
	15	0,14	-	-
	20	-	2,36	1,16
	30	0,14	1,86	1,26
6,5	Po pagaminimo	-	1,46	1,16
	10	-	1,32	1,18
	15	0,18	-	-
	20	-	1,70	1,14
	30	0,18	1,90	1,30
Ka tik išspausas linų sėmenų aliejus		0,48	1,90	0,40

Iš gautų duomenų galima konstatuoti, jog laikant emulsijas 10, 15, 20, 30 parų +6 °C temperatūroje didžiausia riebalinės fazės PS vertė (2,36 mekv/kg) nustatyta pavyzdžiuose, kurių pH 5,5, po 20 parų laikymo. Didžiausia riebalų rūgštingumo vertė (1,30 °K) nustatyta emulsijose, kurių pH 6,5, po 30 parų.

Užšalimo temperatūra arba užšalimo taškas yra vienas iš svarbesnių gėrimo rodiklių, nulemiančių produkto autentiškumą bei turinčių technologinę reikšmę. Bet kokio tirpalo užšalimo temperatūra

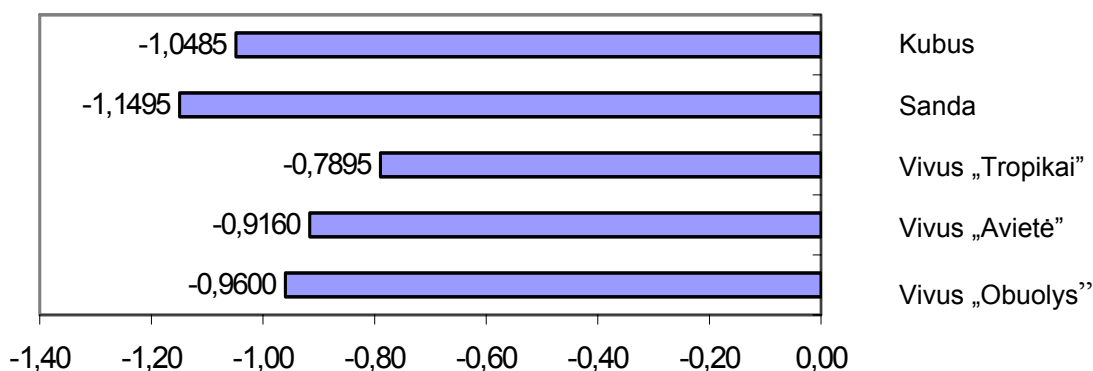
priklauso nuo jame ištirpusių mineralinių medžiagų kiekio. Pagal ją galima spręsti apie produkto natūralumą – pvz., priimant žalią pienu šis rodiklis yra pagrindinis ir vienintelis parametras, leidžiantis pakankamai tiksliai nustatyti pieno falsifikavimą vandeniui (nefalsifikuoto pieno užšalimo taškas yra minus 0,513–minus 0,559 °C). Be to, nuo užšalimo temperatūros priklauso temperatūrinių produkto sandėliavimo sąlygų parinkimas.

Šiame tyrimų etape palyginome įvairios sudėties gėrimų užšalimo temperatūrą.

Lyginome importuojamų gėrimų „Kubus“, į kurių sudėtį įeina vanduo, koncentruotos morkų, persikų, obuolių su minkštimu sultys, pasaldintos (cukraus 7,6 %) ir su vitaminu C (ne mažiau 30 mg/100 g), „Sanda“, į kurių sudėtį įeina vanduo, morkų tyrė, koncentruotos obuolių, braškių sultys, cukrus, citrinų rūgštis, vitaminas C, ir mūsų pagamintų gėrimų iš išrūgų (sąlyginiai pavadinimai VIVUS „Tropikai“, „Avietė“ bei „Obuolys“) su omega-3 RR užšalimo temperatūra. Gėrimo „Kubus“ maistinę vertę daugiausia nulemia angliavandeniai, kurių 100 g produkto yra 11 g, gėrimo „Sanda“

maistinę vertę lemia angliavandeniai ir baltymai, kurių 100 g produkto yra atitinkamai 11 g ir 0,5 g, o gėrimų VIVUS, kurie pagaminti prototipu pasirenkant anksčiau aprašytas modelines išrūgų-sėmenų aliejaus emulsijas, maistinę vertę lemia angliavandeniai, baltymai ir riebalai, kurių 100 g produkto yra atitinkamai 12,0, 0,2 ir 0,2 g.

Kaip matyti iš 1 pav. pateiktų duomenų, „Sanda“ ir „Kubus“ gėrimų užšalimo temperatūra yra panaši. Aukštesnę gėrimų VIVUS su omega-3 RR užšalimo temperatūrą, matyt, lemia mineralinių druskų gausa išrūgose, kurių pagrindu ruoštas šis gėrimas.



1 pav. Gėrimų užšalimo temperatūra, °C

Taigi, išrūgų gėrimų užšalimo temperatūra yra žemesnė nei vandens ir svyruoja nuo minus 0,7895 °C iki minus 0,9600 °C, tačiau yra aukštesnė nei desertinių sulčių gėrimų.

Beveik prieš 70 metų (1939 m.) buvo pastebėtas teigiamas poveikis gydant psoriazę tais atvejais, kuomet pacientų mitybos racione buvo naudojami maisto produktai, turintys didesnę kiekį L(+)-optinio pieno rūgšties izomero. Šiam fenomenui tuomet nebuvo skirtas pakankamas dėmesys.

1969 m. Fraiburgo (Vokietija) universitetinėse odos susirgimų klinikose buvo išbandyti produktai, turintys padidėjusį kiekį šio L(+)-izomero. Taikant juos kaip papildomą dietą gauti teigiami rezultatai gydant virškinamojo trakto susirgimus, esant vidurių užkietėjimui, lengvoms padidėjusio kraujo spaudimo formoms, aterosklerozei.

Gaminant raugintus pieno produktus pieno rūgšties bakterijos pienarūgščio rūgimo procese produkuoja abu pieno rūgšties optinius izomeras, t. y. L(+) ir D(-). Daugelis streptokokų ir bifidobakterijų paprastai gamina L(+)-pieno rūgštį, o bulgarų lazdelės ir leuconostokai – D(-)-pieno rūgštį. Neretai kai kurios padermės beveik vienodu kiekiu produkuoja abu pieno rūgšties izomeras.

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 CO<sub>2</sub> ir H<sub>2</sub>O 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 *Codex Alimentarius* komisijos dokumentuose (CODEX STAN 72-1981, Codex standard for infant formula, CODEX STAN 73-81, Codex standard for canned Baby Foods bei šių standartų naujosios redakcijos) nurodoma, jog produktuose kūdikiams negali būti D(-)-pieno rūgšties izomero. Maisto produktų gamyboje vykdoma mikrobiologinė padermių, įeinančių į raugų sudėtį, atranka. Stengiamasi naudoti tuos raugų variantus, kurie gamintų didelį kiekį L(+)-pieno rūgšties izomero.

Modeliniuose gėrimuose rasta net 0,422 g/100 g turinčio teigiamą įtaką žmogaus sveikatai L(+)-pieno rūgšties izomero ir tik nežymus kiekis (0,025 g/100 g) nepageidautino sveikatos atžvilgiu D(-)-izomero.

Taigi, gėrimuose, gaminamuose iš varškės išrūgų (gaminant varškę naudotas raugas, susidedantis iš mezofilinių streptokokų), vyrauja naudingasis žmogaus sveikatai L(+)-optinis pieno rūgšties izomeras. Nepageidautino sveikatingumo atžvilgiu D(-)-izomero juose randama nedaug.

### Išvados

1. Gėrimų riebalinėje fazėje, tik pagaminus, rastas nežymus kiekis cholesterolį didinančių palmitino ir miristo riebalų rūgščių (atitinkamai 4,79 ir 0,04 %), vidutiniškai fiziologiškai vertingos oleino rūgšties (18,97 %) ir daug fiziologiškai labai vertingos, omega-3 klasei priskiriamos, alfa-linoleno rūgšties (54,82 %) bei eikozapentaieno ir dokozapentaieno riebalų rūgščių (atitinkamai; 0,10 ir 0,07 %). Šių rūgščių pokyčiai gėrimuose, kurių pH 4,0, po išlaikymo 15 ir 30 parų 6 °C temperatūroje yra nežymūs.
2. Stabilizatoriaus įdėjimas į gėrimus apsaugojo jų baltyminę fazę nuo šiluminės denatūracijos, padidino produktų klampį, pagerino juslines savybes. Optimalus stabilizatoriaus, susidedančio iš natrio karboksimetilceliuliozės ir pektino (*Palsgaard* 5834), kiekis išrūgų emulsijose – 0,2 %.
3. Gėrimų su omega-3 riebalų rūgštimis (0,2 g/100 g), turinčių savo sudėtyje 0,2 % stabilizatoriaus *Palsgaard* 5834, pasterizavimas 60; 70; 80 ir 90 °C temperatūroje neturėjo įtakos tokiems jusliniams rodikliams kaip skonis, kvapas ir konsistencija bei aktyviajam rūgštingumui. Gėrimų klampis, kylant pasterizavimo temperatūrai nurodyta seka, taip pat turėjo tendenciją didėti, tačiau tai neturėjo įtakos gėrimų juslinėms savybėms.
4. Modelines vandens-sėmenų aliejaus emulsijas, kurių pH 4,0, 5,5 ir 6,5, išlaikius 10, 15, 20 ir 30 parų 6 °C temperatūroje, jų riebalinėje fazėje nustatyti nežymūs oksidaciniai pokyčiai.
5. Po 3 parų laikymo 22 °C temperatūroje pagal indukcinio periodo ir peroksidų skaičiaus vertę geriausiai išsilaiškė tie gėrimai, kurių aktyvusis rūgštingumas 4,0, kiek prasčiau tie, kurių pH 5,5 ir prasčiausiai tie, kurių pH 6,5.
6. Gėrimų užšalimo temperatūra yra žemesnė nei vandens (svyruoja nuo minus 0,7895 °C iki minus 0,9600 °C) ir yra priimtina skystų pieno produktų gamybos ir laikymo atžvilgiu.
7. Gėrimuose iš varškės išrūgų (gaminant varškę naudotas raugas, susidedantis iš mezofilinių streptokokų) vyrauja naudingas žmogaus sveikatai L(+)-pieno rūgšties izomeras. Nepageidautino sveikatos atžvilgiu D(-)-izomero juose rastas tik nežymus kiekis.

### Literatūra

1. Dėl valstybinės maisto ir mitybos strategijos ir jos įgyvendinimo priemonių 2003–2010 metų plano patvirtinimo (Žin. 2003, Nr. 101-4556).
2. **Kačerauskis D., Liutkevičius A., Kulikauskienė M., Sekmokienė D.** Funkcinis maistas ir jo komponentai. Kaunas, 2003. 54 p.
3. Funkcinio maisto produktų reglamentavimo koncepcija (projektas). 2003. 9 p. (Parengė Lietuvos maisto institutas.)
4. **Erkkila AS. 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 Clinical Nutrition*. 2003. Vol. 78. P. 71–85.
5. **Kris-Etherton M., Harris S., Appel J.** Fish consumption, Fish oil, Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease // *Scientific Statement of American Hearth Association. Circulation*. 2002. Vol. 19. P. 2747–2757
6. **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 Clinical Nutrition*. 2003. Vol. 77. P. 319–325.
7. **Твердохлеб Г. В., Диланян З. Х. и др.** Технология молока и молочных продуктов. М., 1991. 464 с.
8. **Spreer E.** Technologie der Milchverarbeitung. Leipzig, 1998. 540 s.
9. **Gudonis A.** Pieno ir pieno produktų technologija. Kaunas, 2002. 376 p.
10. **de Wit J.** Nutritional and Functional Characteristics of Whey Proteins in Food Products // *Journal of Dairy Science*. 1998. Vol. 81. P. 597–608.
11. **Храмцов А. Г.** Лактулоза и функциональное питание // *Молочная промышленность*. 2002. № 5. С. 41–42.
12. **Kessler H. G., Hinrichs J.** Whey Protein Denaturation, Agregation and Application // *Proceedings of 25<sup>th</sup> International Dairy Congress*. Aarhus, 1998. P. 216–224.
13. **Соколова З. С., Лакомова Л. К., Тиняков В. Г.** Технология сыра и переработки сыворотки. М., 1992. 335 с.
14. **Сенкевич Т., Ридель К. Л.** Молочная сыворотка: переработка и использование в агропромышленном комплексе. М., 1982. 270 с.
15. **Kinsella J. E.** Food Lipids and Fatty Acids: Importance in Food Quality, Nutrition and Health // *Food Technology*. 1988, October. P. 124–145.

Pateikta spaudai 2004 04

A. Liutkevičius, D. Tamulionytė

## INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL FACTORS ON QUALITY OF DRINKS FROM WHEY CONTAINING FLAXSEED OIL

### Summary

The impact of technological factors (pasteurization, storage, etc.) on the quality of functional beverages produced from whey containing flaxseed oil and rich in omega-3 fatty acids was studied. Pasteurization of whey-flaxseed oil emulsions with flavoring additives and 0,2 % mixture of stabilizers (Sodium carboxymethylcellulose and pectin) at 60, 70, 80 and 90 °C did not affect the sensory parameters and acidity of the products. The viscosity of the beverages gradually increased by increasing the pasteurization temperature.

Further investigations were focused on the oxidation processes of the fatty phase of beverages with a pH of 4,0, 5,5 and 6,5 within 10, 15, 20 and 30 days storage at +6 °C temperature were investigated. The highest results with regard to the peroxide value (2.36 meq/kg) and acidity (1.30 °K) were found in the sample with pH 6,5 after 30 days storage. The qualitative and quantitative structure of FA in the beverages with pH 4,0 during one month storage at +6 °C varies insignificantly. Storing of samples at +22 °C (ambient temperature) and pH of 4,0 showed the best results with regard to the induction period of the fatty phase and its peroxide value. Samples with pH 6,5 have been found most unstable in this respect.

The freezing point of the beverages was lower than that of water and varied between minus 0,7895 °C and minus 0,9600 °C.

Beverages prepared on the basis of whey obtained from cottage cheese have been found to have a favourable impact on health L(+)-lactic acid isomer. D(-)-lactic acid isomer, which might cause negative effect in this regard, was only determined in insignificant amounts in the above products.

**Keywords:** whey, emulsions, beverage, omega-3 fatty acids, active acidity, lactic acid isomer, storage.

А. Люткявичюс, Д. Тамулёните

## ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО НАПИТКОВ ИЗ СЫВОРОТКИ С ДОБАВКОЙ ЛЬНЯНОГО МАСЛА

### Резюме

Исследовали влияние технологических факторов (пастеризации, хранения), на качественные показатели напитков из сыворотки с добавкой льняного масла, богатого полиненасыщенными жирными кислотами (ЖК) омега-3.

Пастеризация напитков из сыворотки с вкусоароматическими наполнителями, жирными кислотами омега-3 (0,2 г/100 г) и стабилизатором (смесь карбоксиметилцеллюлозы натрия и пектина) при температуре 60, 70, 80 и 90 °C не оказала влияния на органолептические показатели и активную кислотность продукта. С повышением температуры пастеризации вязкость напитков постепенно увеличилась.

В процессе выдержки напитков, активная кислотность которых 4,0, 5,5 и 6,5, в течение 10; 15; 20; 30 суток при температуре +6 °C их жировая фаза подверглась окислению в незначительной степени. Качественный и количественный состав ЖК омега-3 в напитках с pH 4,0 в течение месячной выдержки при температуре +6 °C изменился незначительно. После выдержки образцов при температуре +22 °C по показателям индукционного периода жировой фазы и увеличения ее перекисного числа лучше других сохранились образцы с pH 4,0, несколько хуже – с pH 5,5. Самыми нестойкими оказались образцы, активная кислотность которых pH 6,5.

Температура замерзания напитков была ниже, чем воды, и колебалась в пределах минус 0,7895 °C – минус 0,9600 °C.

В напитках, приготовленных на основе творожной сыворотки, содержался благоприятно влияющий на здоровье человека L(+)-оптический изомер молочной кислоты, при этом в продуктах установлено лишь незначительное количество отрицательно влияющего на здоровье D(-)-изомера.