

## Sausųjų išrūgų priedo įtaka grietinės kokybei

**Sigita Urbienė,**

**Renata Zaurienė**

*Lietuvos žemės ūkio universitetas,  
Studentų g. 11, LT-53361 Akademija,  
Kauno rajonas,  
el. paštas: Sigita.Urbiene@lzuu.lt*

Straipsnyje aprašyta 1, 2, 3% sausųjų išrūgų priedo įtaka grietinės kokybei jos laikymo metu 6, 18, 32°C temperatūrose. Ištyrus fizines chemines ir juslines grietinės savybes nustatyta, kad optimaliausias grietinės priedas yra 2% sausųjų išrūgų. Gauta, kad sausųjų išrūgų priedas trukdo grietinėje vystytis oksidaciniams procesams. Oksidacijos proceso susidarymo tyrimai leido padaryti išvadą, kad peroksidų skaičius grietinėje be sausųjų išrūgų priedo 18°C laikymo temperatūroje po 5 parų laikymo pasiekia 2,60 mekv/kg, o pridėjus optimalų kiekį (2%) sausųjų išrūgų – tik 1,42 mekv/kg. Aukštesnėje (32°C) temperatūroje grietinėje susidaro daugiau peroksidų (1,85 mekv/kg), o žemesnėje – mažiau (1,18 mekv/kg). Gauta, kad grietinėje jos laikymo metu peroksidai kinta dviem periodais. Laikant grietinę per pirmas 5 paras peroksidų kiekis didėjo, o vėliau mažėjo. Panaudojus regresinę analizę nustatytas spartesnis peroksidų susidarymas negu jų skilimas esant bet kuriai temperatūrai. Tirti laisvųjų lakiųjų riebalų rūgščių kiekiai po pagaminimo ir laikymo metu buvo didesni grietinėje su didesniu sausųjų išrūgų kiekiu. Grietinės laikymo metu iki 5 parų laisvųjų riebalų rūgščių kiekiai taip pat didėjo esant bet kuriai temperatūrai, laikant ilgiau tolygiai mažėjo. Jų susidarymo greičiai ir kiekis priklausė nuo temperatūros ir įdėtų sausųjų išrūgų kiekio. Su 2% sausųjų išrūgų grietinėje laisvųjų lakiųjų riebalų rūgščių susidarė daugiau, lyginant su kontroliniu pavyzdžiu. Laikant aukštesnėje temperatūroje laisvųjų lakiųjų riebalų rūgščių susidarė daugiau negu laikant žemesnėje temperatūroje. Gauti tyrimo rezultatai rodo, kad sausosios išrūgos stabdo grietinėje vykstančius oksidacijos procesus jos laikymo metu.

**Raktažodžiai:** grietinė, sausosios išrūgos, peroksidų skaičius, laisvosios lakiųjų riebalų rūgštys, oksidacijos laipsnis

### IVADAS

Maisto produktų kokybei skiriama itin daug dėmesio. Yra labai svarbu naudoti technologijas, ne tik užtikrinančias gerą gaminamo produkto kokybę, bet ir įgalinančias ilgiau išlaikyti produktą su nepakitusiomis savybėmis. Be abejo, tam tikslui yra naudojami įvairūs priedai – konservantai. Tačiau dabar užtikrinant efektyvesnį maisto saugumą reikalaujama, jog maisto priedai būtų natūralūs. Tai teigiama ir Lietuvos Respublikos Vyriausybės patvirtintoje Valstybinėje maisto ir mitybos strategijoje [7].

Vartotojams ypač svarbu, kad gera kokybe pasižymėtų plataus vartojimo maisto produktai. Vieni iš tokių yra pieno produktai. Ypač daug Lietuvoje gaminama ir suvartojama įvairaus riebumo grietinės.

Grietinė yra priskiriama prie kasdienių maisto produktų, todėl labai svarbu, kad jos kokybė būtų gera, o produktas būtų saugus vartotojams. Šiuo metu grietinės gamybos norminiuose dokumentuose numatomas gana ilgas jos vartojimo laikas. Visą tą laiką grietinė turi būti gryno pienarūgščio skonio ir kvapo.

Grietinės skonį ir kvapą pirmiausia formuoja lakieji aromatiniai junginiai (acetaldehidas, acetonas, diacetilai, etanolis ir kt.), taip pat lakiosios laisvosios riebalų rūgštys (acto, kaprono, kaprilo, propiono, valerijono, izobutilo ir kt.) [9].

Į laisvasias riebalų rūgštis ir jų susidarymą yra kreipiamas pakankamai didelis dėmesys. Laisvųjų riebalų rūgščių yra ir šviežiame piene. Iš viso jos sudaro apie 1% nuo bendrojo riebalų kiekio ir dalinai sąlygoja pieno kvapą. Teigiama, kad kvapui didžiausią įtaką turi butilo rūgštis [17, 2]. Visos laisvosios lakiosios riebalų rūgštys yra mažo molekulinio svorio, kuriose anglies (C) atomų yra iki 12. O tos riebalų rūgštys, kuriose anglies atomų yra per 12, praktiškai neturi įtakos produkto skoniui ir kvapui. Yra žinoma, kad kuo daugiau riebaluose mažesnio molekulinio svorio riebalų rūgščių, tuo greičiau vyksta oksidacijos procesai [19].

Laikant grietinę, vyksta mikrobiologiniai ir fermentiniai procesai, dėl kurių riebalai skyla bei susidaro peroksidų ir laisvųjų riebalų rūgščių, t. y. tai sukelia neigiamą poveikį grietinės kokybei. Tai pasireiškia nemaloniu kvapu,

apkartusiu skoniu. Šių procesų intensyvumas priklauso nuo grietinės laikymo temperatūros. Esant aukštesnei temperatūrai visi procesai vyksta kur kas sparčiau [3, 5].

Ypač greitai grietinėje gali pasireikšti hidrolizės procesai. Tai yra viena tipiškiausių riebalų reakcijų, parodanti riebalų gedimo pradžią. Hidrolizė grietinėje, vyksta ypač palankiomis sąlygomis (pakankamai plazmos ir fermento lipazės). Vykstant šiam procesui, skyla trigliceridai, susidaro digliceridai ir monogliceridai bei laisvosios riebalų rūgštys [26]. Taip pat pagal šių rūgščių kiekį galima nustatyti pieno riebalų hidrolizės laipsnį, jų kokybės pokytį [30, 25, 32].

Kitas procesas, vykstantis pieno riebaluose laikymo metu, yra jų oksidacija. Oksidacijos proceso pradžioje susidaro peroksidai. Tai pirminiai oksidacijos produktai, nurodantys riebalų gedimo pradžią. Vėliau įvyksta peroksidų skilimas – susidaro antriniai oksidacijos produktai (ketonai, aldehydai). Jų susiformavimą lydi itin nemalonas kvapas ir skonis. Po to produktas tampa netinkamas vartoti.

Pieno riebalų oksidacijos laipsnis yra apibūdinamas tam tikrais rodikliais. Paprastai yra nustatomas peroksidų skaičius [13] bei oksidacijos laipsnis, panaudojant barbitūro rūgštį [28]. Pirminiai ir antriniai oksidacijos procesai gali būti įvertinami tiriant ultravioletinių (UV) spindulių absorbciją, esant bangos ilgiams:  $\lambda = 324$  ir  $\lambda = 268$  nm [14].

Taigi matyti, kad riebalų gedimas – natūralus procesas, tačiau iš dalies jį galima pristabdyti laikant produktą žemoje temperatūroje arba panaudojant šiuos procesus stabdančius maisto priedus.

Maisto pramonėje riebalų gedimui sustabdyti yra naudojami įvairūs antioksidantai. Paprastai yra naudojami sintetiniai antioksidantai: butilhidroksitoluenas (BHT), butilhidroksichinonas ir panašūs galatai. Tačiau šie junginiai yra toksiški, todėl jie naudojami ribotai.

Didėjant reikalavimams maisto saugai, didesnis dėmesys kreipiamas į maisto kokybę: atsisakoma sintetinių maisto priedų, ieškoma būdų, kaip pagerinti kasdienių produktų kokybę, naudojant natūralius maisto priedus. Įrodyta, kad riebalų oksidacinį stabilumą didina vitaminai C ir E [18]. Žinomi darbai, kuriuose nurodyta, jog oksidacijos procesų sustabdymui yra naudojamos uogos, vaisiai [24, 10, 12]. Lietuvos mokslininkai siūlo naudoti iš augalų (šalavijo, čiobrelio ir kt.) išskirtus ekstraktus [22, 1, 6, 8, 15, 16]. Tačiau šie ekstraktai turi augalui būdingą prieskonį ir yra ypač tinkami augalinių aliejų kokybei pagerinti. Grietinės kokybės pagerinimui panaudoti augaliniai antioksidantai gali iškreipti jos natūralų skonį. Todėl ieškoma kitų antioksidantų, neturinčių įtakos grietinės skoniui bei kvapui.

Vykdam šiuos darbus pirmiausia buvo atkreiptas dėmesys į pieno baltymų panaudojimą. Žinoma, kad pieno baltymuose yra SH grupės, kurios pasižymi antioksidacinėmis savybėmis [4, 31, 23], stabdančiomis riebalų skilimo procesus. Ypač dideliu SH grupių kiekiu pasižymi išrūgų baltymai.

Yra tyrimų, kurių metu nustatyta, kad panaudojus išrūgų baltymus, gautus ultrafiltracijos būdu, gerokai page-

rėja grietinės kokybė ir sumažėja jos gedimo kinetiniai procesai [20]. Tačiau ne žinoma tyrimų, kuriuos atliekant grietinės kokybės pagerinimui būtų panaudojamos sausosios išrūgos. Kadangi sausųjų išrūgų sudėtyje yra 12% išrūgų baltymų, pasižymintį antioksidacinėmis savybėmis, jų priedas galėtų ne tik pagerinti grietinės biologinę vertę, bet ir sulėtinti gedimo procesus laikymo metu.

Šio darbo tikslas yra nustatyti grietinės kokybės pagerinimą ir jos gedimų procesų intensyvumo sumažinimą panaudojant natūralų priedą, t. y. sausąsias išrūgas, kurių baltymai pasižymi antioksidacinėmis savybėmis.

## TYRIMŲ OBJEKTAS IR METODAI

Tyrimams buvo naudojamas šviežias pienas, gautas iš Lietuvos žemės ūkio universiteto (LŽŪU) bandomojo ūkio karvių fermos. Iš šviežio pieno gauta grietinėle buvo normalizuojama iki 30% riebumo.

Tyrimams buvo paruošiami 4 grietinės mėginiai:

I – kontrolinis, be sausųjų išrūgų, II – su 1% sausųjų išrūgų, III – su 2% sausųjų išrūgų, IV – su 3% sausųjų išrūgų priedais. Mėginiai buvo pasterizuojami 82°C temperatūroje ir atvesinami iki 32°C temperatūros. Sausosios išrūgos gautos iš AB „Pieno žvaigždės“ filialo „Pasvalio sūrinė“. 100 g sausųjų išrūgų sudėtis tokia:

baltymai – 12%,  
riealai – 1,1%,  
angliavandeniai – 73%,  
mineralinės medžiagos – 8,9%,  
drėgmė – 5%.

Grietinės gamybai buvo naudojamas XT-312 raugas, gautas iš Danijos Ch. Hansen laboratorijos. Jis susideda iš grynų pienarūgščių bakterijų (*Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* ir *Lactococcus lactis* subsp. *lactis biovar diacetylactis*), kurios suteikia grietinei būdingą skonį ir aromatą. Grietinė buvo gaminama laboratorinėmis sąlygomis. Rauginimo temperatūra buvo 33 °C, įdedamo raugo kiekis 5%.

Grietinės rūgštingumas nustatytas titravimo metodu [21], peroksidų skaičius – jodometriniu būdu pagal ISO 3960 [11], laisvosios lakiosios riebalų rūgštys – panaudojant rūgšties pieno produktams skirtą metodiką, kurios esmę sudaro produktų distiliacija [27].

Viso laikymo metu grietinės juslinių rodiklių įvertinimas buvo atliekamas trijų specialistų. Jusliškai grietinės kokybė įvertinta pagal metodiką [21].

Grietinės kokybės rodikliai ir oksidacijos pokyčiai buvo nustatomi laikant mėginius 10 parų. Iširti mėginiai su skirtingais išrūgų priedų kiekiais, juos laikant 18°C temperatūroje. Ši laikymo temperatūra pasirinkta siekiant nustatyti aiškesnius riebalų oksidacijos procesus. Mėginiai su 2% sausųjų išrūgų buvo laikomi 6, 18 ir 33°C temperatūroje. Tokios temperatūros buvo pasirinktos siekiant nustatyti temperatūros įtaką oksidaciniams procesams.

Kiekvieno rodiklio analizės kartotinumumas – 2 kartai. Tačiau rodikliai laikymo metu nustatyti išvedant aritmetinį vidurkį iš 5 serijų pakartojimo.

1 lentelė. Fizikiniai cheminiai grietinės rodikliai

Nr.	Mėginiai	Rodikliai		
		Rūgštingumas °T	Peroksidų skaičius mekv/kg	Laisvosios lakiosios riebalų rūgštys ml 0,1 N Na OH 100 g produkto
1.	Kontrolinis (be sausųjų išrūgų)	72	0,33	6,00
2.	Įdėta 1% sausųjų išrūgų	78	0,28	6,44
3.	Įdėta 2% sausųjų išrūgų	81	0,22	7,25
4.	Įdėta 3% sausųjų išrūgų	88	0,11	8,10

Mėginių rodiklių skirtumų patikimumo tikimybė P buvo nustatoma pagal Stjudento kriterijų. Procesų tyrimų rezultatams apdoroti panaudota regresinė analizė.

### TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Tyrimų pradžioje nustatyti grietinės jusliniai, fizikiniai cheminiai rodikliai po jos pagaminimo (1 lentelė).

Iš pateiktų tyrimų rezultatų matyti, kad sausųjų išrūgų kiekis turi įtakos pradiniam grietinės rodikliams. Kuo daugiau įdedama sausųjų išrūgų, tuo daugiau grietinėje susidaro laisvųjų lakiųjų riebalų rūgščių rauginimo metu. Tačiau peroksidų kiekis nustatytas mažesnis tuose mėginiuose, kuriuose sausųjų išrūgų yra daugiau. Sausųjų išrūgų kiekis turėjo įtakos ir grietinės rūgštingumui. Kuo daugiau sausųjų išrūgų, tuo grietinė buvo rūgštesnė.

Jusliniai grietinės rodikliai buvo tiriami po jos pagaminimo ir laikymo (18 °C temperatūroje) metu (2 lentelė).

Iš pateiktų tyrimų rezultatų (2 lentelė) matyti, kad sausųjų išrūgų kiekis turi įtakos jusliniams grietinės rodikliams. Kuo daugiau įdėta sausųjų išrūgų, tuo grietinė tampa rūgštesnė, labiau yra jaučiamas sausųjų išrūgų priedo prieskonis, taip pat stipresnis jos kvapas. Kontrolinio mėginio grietinės konsistencija ją laikant palaipsniui

skystėjo, o grietinės mėginių su sausomis išrūgomis konsistencija pradžioje buvo ryškiai tirštesnė nei kontrolinio mėginio, tačiau grietinę laikant greitai išsiskirdavo išrūgos ir jos konsistencija taip pat blogėjo. Kuo daugiau buvo pridėta sausųjų išrūgų (%), tuo greičiau grietinėje išsiskirdavo išrūgos.

Laikymo metu buvo stebimas grietinės gedimo procesas, nustatant gedimus apibūdinančius rodiklius: peroksidų skaičių ir laisvųjų lakiųjų riebalų rūgščių susidarymą.

Peroksidų kitimo kinetika pasižymėjo dviem ryškiais periodais (1 pav.). Laikymo pradžioje vykstant pradinei oksidacijai, peroksidų kiekis palaipsniui didėjo. Peroksidų kiekio susidarymas tęsėsi iki 5 parų, po to prasidėjo jų intensyvus skilimas, nes formavosi antriniai oksidacijos produktai, kurie šiame darbe netirti.

Gautų rezultatų analizė (1 pav.) leido nustatyti, kad peroksidų skaičiaus kinetikos intensyvumas priklauso nuo sausųjų išrūgų kiekio. Kuo daugiau įdėta sausųjų išrūgų, tuo peroksidų skaičius grietinėje mažesnis.

Kontroliniame mėginyje didžiausias peroksidų kiekis po 5 laikymo parų yra 2,6 mekv/kg, tuo tarpu mėginyje su 3% sausųjų išrūgų – tik 1,11 mekv/kg.

Matyt, didesnis išrūgų baltymų, pasižyminčių antioksidacinėmis savybėmis [31, 23], kiekis grietinėje stabdė peroksidų formavimosi procesus.

Siekiant įvertinti peroksidų skaičiaus formavimosi greičio kinetiką atliktas statistinis rezultatų apdorojimas. Peroksidų skaičiaus susidarymo (I) ir skilimo (II) procesai apibūdinti atskiromis lygtimis.

Peroksidų skaičiaus susidarymo procesas grietinės mėginiuose (y) priklausomai nuo laiko (t), kai t kito nuo 0 iki 5 parų (I kitimo periodas), apibūdinamas šiomis lygtimis:

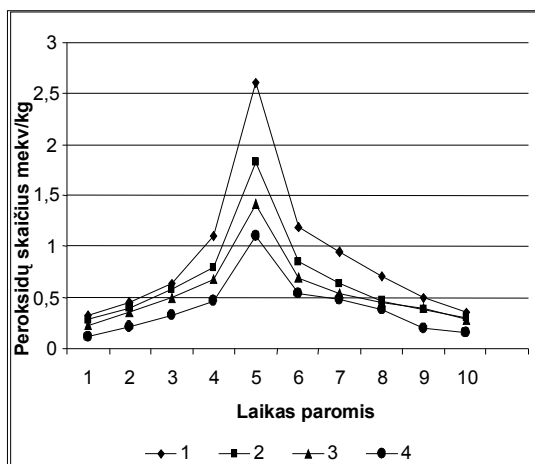
Kontroliniai mėginiai  $y_1 = 0,2036 t^2 - 0,7024 t + 0,910$ ,  $R = 0,967$ ;

Mėginiai su 1% sausųjų išrūgų  $y_2 = 0,1321 t^2 - 0,4459 t + 0,658$ ,  $R = 0,9556$ ;

Mėginiai su 2% sausųjų išrūgų  $y_3 = 0,0907 t^2 - 0,2713 t + 0,448$ ,  $R = 0,9639$ ;

Mėginiai su 3% sausųjų išrūgų  $y_4 = 0,0786 t^2 - 0,2454 t + 0,318$ ,  $R = 0,9578$ .

Diferencijuojant gautas lygtis nustatyta, kad peroksidų susidarymo greitis nuo 1 iki 5 parų bet kuriuo laiko



1 pav. Peroksidų skaičiaus kitimas grietinės laikymo metu: 1 – kontrolinis mėginys; 2 – mėginys su 1% sausųjų išrūgų; 3 – mėginys su 2% sausųjų išrūgų; 4 – mėginys su 3% sausųjų išrūgų

2 lentelė. Juslinių grietinės rodiklių kitimas laikymo metu

Nr.	Mėginiai	Laikas paromis	Jusliniai rodikliai	
			skonis, aromatas	konsistencija
1. Kontrolinis (be sausųjų išrūgų).		0	Grynas pienarūgštis, be pašalinių prieskonių ir kvapų.	Vienalytė, klampi.
		2	Pienarūgštis, bet šiek tiek jaučiamas riebalų gedimo prieskonis.	Vienalytė, klampi.
		4	Negrynas pienarūgštis, aiškiai jaučiamas riebalų gedimo skonis pereinantis į kartumą.	Matyti truputis išsiskyrusių išrūgų.
		6	Negrynas pienarūgštis, tačiau jaučiamas stiprus gedimo prieskonis. Pradeda vystytis pelėsiai.	Matyti išsiskyrusių išrūgų.
		8	Aitrus, kartus skonis, būdingas sugedusiai grietinei. Vystosi pelėsiai.	Matyti nemažai išsiskyrusių išrūgų, skystoka.
		10	Aitriai kartus, labai nemalonus, sugedusios grietinės skonis. Intensyviai vystosi pelėsiai.	Skystoka, daug išsiskyrusių išrūgų.
2. Įdėta 1% sausųjų išrūgų.		0	Grynas pienarūgštis, būdingas šviežiai grietinei be priedų.	Vienalytė, klampi.
		2	Grynas pienarūgštis, būdingas grietinei be priedų.	Vienalytė, klampi.
		4	Pienarūgštis, pereinantis į per didelį rūgštingumą.	Matyti truputis išsiskyrusių išrūgų.
		6	Pienarūgštis, bet jaučiamas riebalų gedimo prieskonis. Pradeda vystytis pelėsiai.	Matyti nemažai išsiskyrusių išrūgų.
		8	Rūgštus, pereinantis į kartumą, nemalonus. Vystosi pelėsiai.	Matyti daugiau išsiskyrusių išrūgų.
		10	Rūgštus, kartus, nemalonus. Intensyviai vystosi pelėsiai.	Skystoka, daug išsiskyrusių išrūgų.
3. Įdėta 2% sausųjų išrūgų.		0	Pienarūgštis, labai panašus į grietinės be priedų.	Klampi, vienalytė, tiršta, be baltymų ir riebalų kruopelių.
		2	Pienarūgštis.	Klampi, vienalytė, tiršta, be baltymų ir riebalų kruopelių.
		4	Pienarūgštis, pereinantis į rūgštumą.	Klampi, vienalytė, bet matyti truputis išsiskyrusių išrūgų.
		6	Rūgštoka, truputį pereinantis į kartumą, būdingas ką tik pradėjusiai gesti grietinei.	Skystoka, matyti nemažai išsiskyrusių išrūgų.
		8	Kartokas, pereinantis į rūgštumą, būdingas gendančiai grietinei. Vystosi pelėsiai.	Skystoka, matyti daug išsiskyrusių išrūgų.
		10	Rūgščiai kartus, nemalonus. Intensyviai vystosi pelėsiai.	Skysta, daug išsiskyrusių išrūgų.
4. Įdėta 3% sausųjų išrūgų.		0	Pienarūgštis, tačiau jaučiasi sausųjų išrūgų priedas, žymiai rūgštesnė, lyginant su kontroliniu bandiniu.	Klampi, vienalytė, labai tiršta.
		2	Pienarūgštis, rūgštus.	Klampi, vienalytė, tiršta.
		4	Pienarūgštis, bet per daug rūgštus.	Matyti nemažai išsiskyrusių išrūgų.
		6	Rūgštoka, pereinantis į kartumą, būdingas pradedančiai gesti grietinei.	Skystoka, matyti nemažai išsiskyrusių išrūgų.
		8	Karstelėjęs, būdingas gendančiai grietinei. Pradeda vystytis pelėsiai.	Skysta, matyti daug išsiskyrusių išrūgų.
		10	Labai rūgštus, kartus, nemalonus, būdingas sugedusiai grietinei. Intensyviai vystosi pelėsiai.	Skysta, matyti labai daug išsiskyrusių išrūgų.

momentu ( $t$ ) per 5 paras gali būti surastas taip:

$$V_1 = \frac{dy_1}{dt} = 0,4072t - 0,7024;$$

$$V_2 = \frac{dy_2}{dt} = 0,2642t - 0,4459;$$

$$V_3 = \frac{dy_3}{dt} = 0,1814t - 0,2713;$$

$$V_4 = \frac{dy_4}{dt} = 0,1572t - 0,2454.$$

Toliau grietinėje vykstant oksidacijos procesams, peroksidų ( $y$ ) skilimas priklausomai nuo laiko ( $t$ ), kai  $t$  kito nuo 5 iki 10 parų (II kitimo periodas), aprašomas šiomis lygtimis:

Kontroliniai mėginiai  $y_1 = 0,1368 t^2 - 1,3395 t + 3,602$ ,  $R = 0,9337$ ;

Mėginiai su 1% sausųjų išrūgų  $y_2 = 0,0862 t^2 - 0,8689 t + 2,473$ ,  $R = 0,941$ ;

Mėginiai su 2% sausųjų išrūgų  $y_3 = 0,0645 t^2 - 0,6544 t + 1,921$ ,  $R = 0,9504$ ;

Mėginiai su 3% sausųjų išrūgų  $y_4 = 0,0491 t^2 - 0,5023 t + 1,485$ ,  $R = 0,939$ .

Išdiferencijavus lygtis gautas peroksidų skilimo greitis:

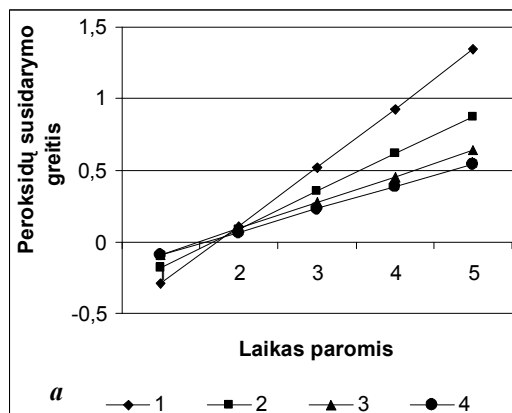
$$V'_1 = \frac{dy'_1}{dt} = 0,2736t - 1,3395;$$

$$V'_2 = \frac{dy'_2}{dt} = 0,1724t - 0,8689;$$

$$V'_3 = \frac{dy'_3}{dt} = 0,1290t - 0,6544;$$

$$V'_4 = \frac{dy'_4}{dt} = 0,0982t - 0,5023.$$

Pasinaudojus gautomis lygtimis apskaičiuotos peroksidų susidarymo bei jų skilimo greičių priklausomybės bet kuriuo laiko momentu (tyrimo laiko ribose). Gauta, kad peroksidų susidarymo ( $a$ ) ir skilimo ( $b$ ) greičiai kinta pagal tiesines priklausomybes (2 pav.).



Gautų tiesių sudaryti kampai su abscisių ašimi apibūdina procesų greitį.

Akivaizdžiai matyti, kad peroksidų susidarymo ir skilimo greičiai priklauso nuo pridėtų išrūgų kiekio. Kuo daugiau pridedama sausųjų išrūgų, tuo peroksidų susidarymo ir skilimo greičiai grietinės laikymo metu yra mažesni.

Taip pat buvo analizuojama, kuris iš šių procesų vyksta greičiau: peroksidų susidarymas ar tolesnis jų skilimas į antrinius oksidacijos procesus. Kad būtų galima akivaizdžiai palyginti analizės rezultatus, peroksidų skilimas analizuojamas nuo proceso pradžios, t. y. po 5 val., kai fiksuojama skilimo pradžia (6 val. = 1 val.; 7 val. = 2 val. ir t. t.). Peroksidų susidarymo ir skilimo greičiai kiekviename mėginyje buvo analizuojami atskirai (3 pav.).

Analizės duomenys rodo, kad kontroliniame pavyzdyje ( $a$ ) peroksidų susidarymas spartesnis negu jų skilimas. Peroksidų susidarymo greitį apibūdinanti tiesė su abscisių ašimi sudaro kur kas didesnę kampą, lyginant su peroksidų skilimo greitį apibūdinančia tiese.

Kituose mėginiuose su sausųjų išrūgų priedais ( $b$ ,  $c$ ,  $d$ ), šie procesai buvo analogiški kontroliniam, tik jų intensyvumas mažėjo didėjant sausųjų išrūgų kiekiui.

Kitas tirtas rodiklis, susijęs su riebalų gedimu, buvo laisvosios lakiosios riebalų rūgštys.

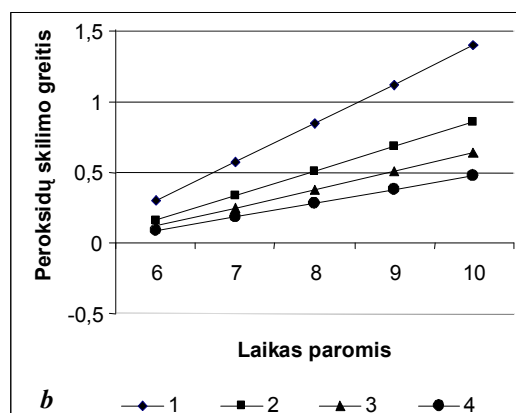
Literatūroje yra teigiama, kad laisvųjų lakiųjų riebalų rūgščių kiekis vystantis oksidacijos procesams didėja.

Tyrimų duomenys (4 pav.) rodo, kad jų kitimas laikymo metu taip pat buvo netolygus.

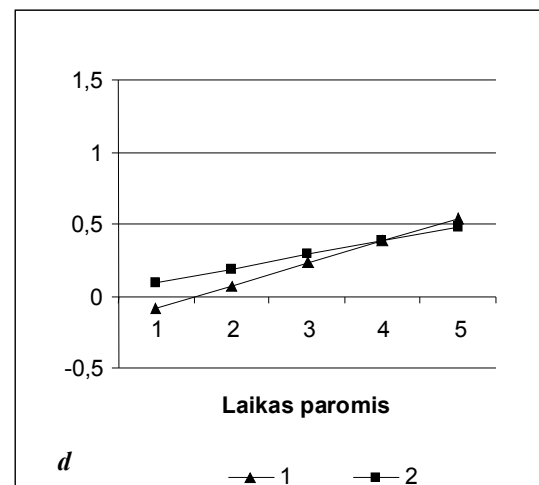
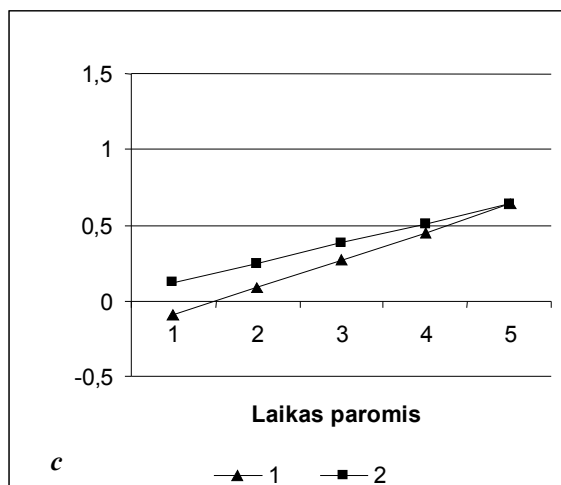
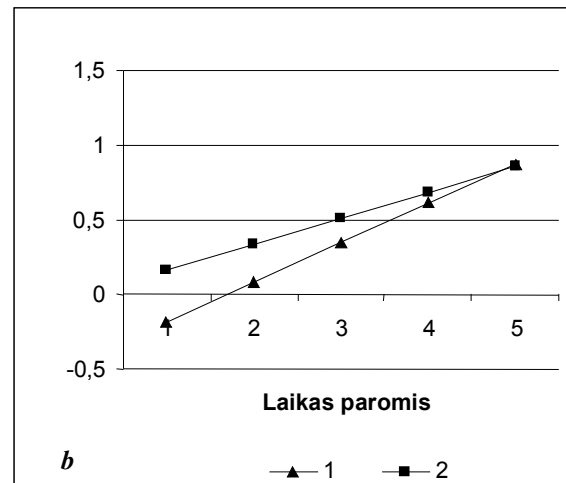
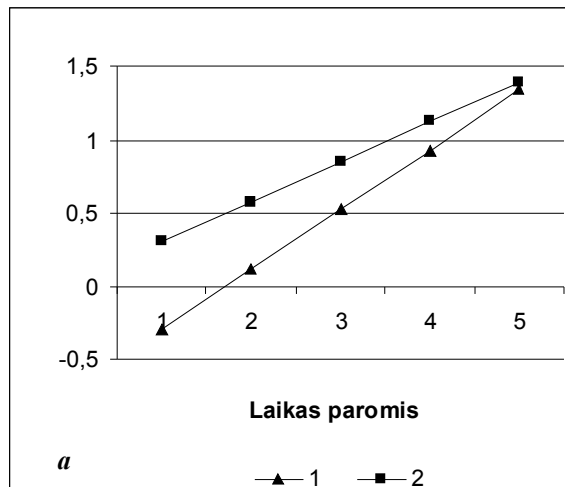
Laisvųjų lakiųjų riebalų rūgščių grietinę laikant iki 5 parų daugėjo, o ilgiau laikant mažėjo. Jų kitimo tendencija grietinės laikymo metu buvo analogiška peroksidų kitimui. Tokios laisvųjų riebalų rūgščių kitimo tendencijos literatūroje nepavyko aptikti. Be to, matyti, kad daugiau pridėtų išrūgų (3%) skatina susidaryti didesniai laisvųjų lakiųjų riebalų rūgščių kiekiui. Literatūroje aptikti tyrimai rodo, kad laisvosios lakiosios riebalų rūgštys sąlygoja produkto skonį ir aromata, kita vertus, produktą laikant, jų daugėjimas rodo oksidacijos procesų intensyvumą [26].

Laisvųjų lakiųjų riebalų rūgščių kitimo procesus galima aprašyti lygtimis:

Kontroliniuose mėginiuose  $y_1 = -0,1091 t^2 + 1,2655 t + 4,38$ ;  $R^2 = 0,9239$ ;

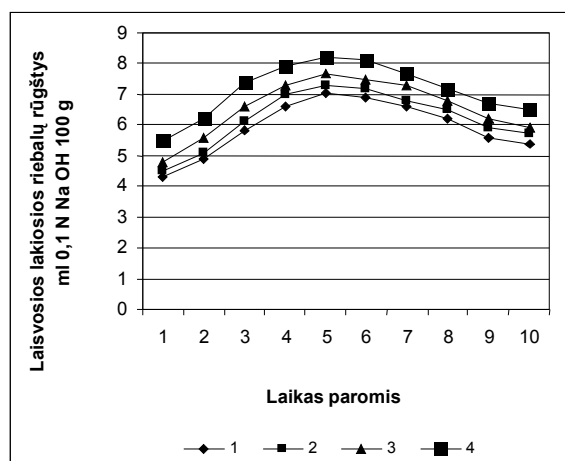


2 pav. Peroksidų susidarymo ( $a$ ) ir skilimo ( $b$ ) greičio kinetikos priklausomybė nuo sausųjų išrūgų kiekio grietinės laikymo metu: 1 – kontrolinis mėginys; 2 – mėginys su 1% sausųjų išrūgų; 3 – mėginys su 2% sausųjų išrūgų; 4 – mėginys su 3% sausųjų išrūgų



3 pav. Peroksidų susidarymo ir skilimo procesų greičio analizė:

*a* – kontrolinis mėginys; *b* – mėginys su 1% sausųjų išrūgų; *c* – mėginys su 2% sausųjų išrūgų; *d* – mėginys su 3% sausųjų išrūgų



4 pav. Laisvųjų lakiųjų riebalų rūgščių kitimas grietinės laikymo metu:

1 – kontrolinis mėginys; 2 – mėginys su 1% sausųjų išrūgų; 3 – mėginys su 2% sausųjų išrūgų; 4 – mėginys su 3% sausųjų išrūgų

Mėginiuose su 1% sausųjų išrūgų  $y_2 = -0,1144t^2 + 1,3486t + 3,5567$ ;  $R^2 = 0,9572$ ;

Mėginiuose su 2% sausųjų išrūgų  $y_3 = -0,1092t^2 + 1,3089t + 3,218$ ;  $R^2 = 0,9329$ ;

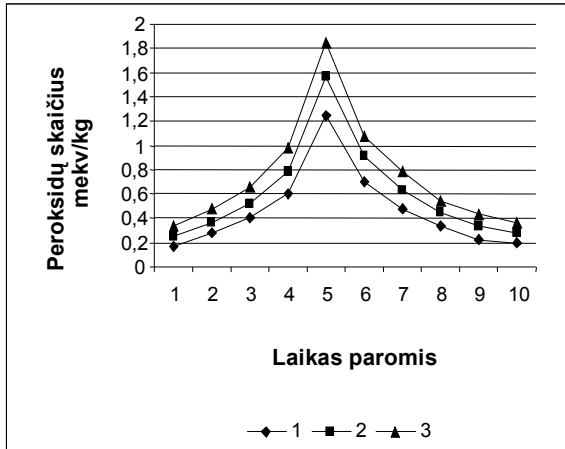
Mėginiuose su 3% sausųjų išrūgų  $y_4 = -0,1065t^2 + 1,2727t + 3,034$ ;  $R^2 = 0,9239$ .

Duomenų analizė rodo, kad daugiausia laisvųjų lakiųjų riebalų rūgščių susidaro pridėjus 3% sausųjų išrūgų.

Kitas tyrimų etapas buvo skirtas nustatyti laikymo temperatūros įtaką peroksidų kiekiui ir laisvųjų lakiųjų riebalų rūgščių susidarymui grietinės pavyzdžiuose su 2% sausųjų išrūgų.

Peroksidų susidarymas ir jų kitimas esant skirtingoms temperatūroms parodytas 5 pav.

Gauti tyrimų rezultatai rodo, kad laikymo temperatūra turi įtakos peroksidų kitimui grietinės laikymo metu. Daugiausia peroksidų susidaro (per 5 paras) laikant grietinę 32°C temperatūroje. Šaltai (6°C) laikant grietinę peroksidų susidaro beveik du kartus mažiau, lyginant su 32°C temperatūroje laikyta grietine. Grietinė, laikyta esant 18°C temperatūrai, pagal peroksidų kiekį užima tarpinę padėtį. Tyrimų duomenys parodė dviejų stadijų peroksidų kitimo



5 pav. Peroksidų skaičiaus kitimas grietinės laikymo metu esant skirtingoms temperatūroms: 1 – 6°C; 2 – 18°C; 3 – 32°C

kinetiką, stadijos nustatytos ir nuodugnai išanalizuotos pirmoje tyrimų dalyje. Nustatyta, kad peroksidų susidarymas ir skilimas nepriklausė nuo laikymo temperatūros. Laikant grietinę 6, 18 ir 32°C temperatūroje peroksidų susidarymas truko 5 paras, po to prasidėjo jų skilimas. Nustatyta, kad laikymo temperatūra turėjo ženklios įtakos šių procesų intensyvumui. Mažiausias peroksidų susidarymo intensyvumas nustatytas laikant grietinę kuo žemesnėje temperatūroje.

Laisvųjų lakiųjų riebalų rūgščių pokyčiai parodyti 6 pav.

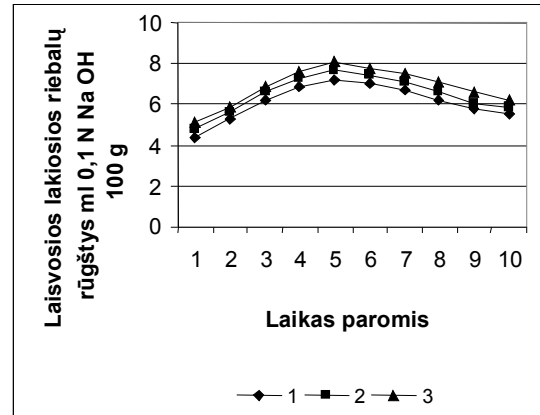
Šių tyrimų rezultatai įrodo, kad laikymo temperatūra laisvųjų lakiųjų riebalų rūgščių kitimui ženklesnės įtakos neturi. Jų susidarymas, nustatytas laikymo pradžioje, vėliau nežymiai sumažėjo. Išsamaus paaiškinimo apie šio proceso kinetiką literatūroje rasti nepavyko. Yra teigiama [29], kad laikant pieną 4°C temperatūroje per pirmąsias laikymo paras laisvųjų riebalų rūgščių kiekis ryškiai didėja, o vėliau žymesnių pakeitimų nenustatyta. Nurodoma, kad laisvosios lakiosios riebalų rūgštys glaudžiai siejasi su jusliniais grietinės rodikliais. Didelis jų kiekis apibūdina riebalų gedimą ir kartaus skonio susidarymą grietinėje. Tačiau susieti šių dviejų rodiklių pokyčius galima tik grietinės laikymo pradžioje (pirmąsias 5 paras), vėliau laisvųjų lakiųjų riebalų rūgščių kitimas nebeatitinka ryškaus juslinių rodiklių kitimo (jų pablogėjimo).

## IŠVADOS

1. Nustatyta, kad sausųjų išrūgų priedas stabdo oksidacijos procesų vystymąsi grietinėje jos laikymo metu.

2. Gauta, kad peroksidų susidarymas grietinėje su 1, 2, ir 3% išrūgų jos laikymo metu esant 6, 18, 32°C temperatūroms vyksta dviem periodais. Laikant grietinę per pirmas 5 paras peroksidų skaičius didėja, o vėliau pradeda mažėti.

3. Grietinėje be sausųjų išrūgų priedo po 5 parų laikymo yra 2,60 mekv/kg peroksidų, o pridėjus optimalų kiekį (2%) sausųjų išrūgų – tik 1,4 mekv/kg, t. y. perpus



6 pav. Laisvųjų lakiųjų riebalų rūgščių kitimas grietinės laikymo metu esant skirtingoms temperatūroms: 1 – 6°C; 2 – 18°C; 3 – 32°C

mažiau. Laikant 6°C temperatūroje peroksidų susidaro beveik du kartus mažiau negu laikant 32°C.

4. Panaudojant regresinę analizę nustatyta, kad peroksidų susidarymas yra spartesnis negu jų skilimas.

5. Laisvųjų lakiųjų riebalų rūgščių kiekiai po pagaminimo ir laikymo metu buvo didesni grietinėje su didesniu sausųjų išrūgų kiekiu. Grietinės laikymo metu iki 5 parų laisvųjų riebalų rūgščių kiekis didėjo, laikant ilgiau tolygiai mažėjo. Laikymo temperatūros neturėjo ryškios įtakos laisvųjų riebalų rūgščių kiekiui.

6. Ištyrus fizines chemines, juslines grietinės savybes gauta, kad optimaliausias sausųjų išrūgų kiekis, tinkantis dėti į grietinę, yra 2%.

Gauta 2007 02 12  
Parengta 2007 03 06

## Literatūra

1. Bandonienė D., Venskutonis P. R., Gruzdienė D., Murkovic M. Antioxidative activity of sage (*Salvia officinalis* L.), savory (*Satureja hortensis* L.) and borage (*Borago officinalis* L.) extracts in rapeseed oil // European Journal of Lipid Science and Technology. 2002. Vol. 104. P. 286–292.
2. Blanc B. The nutritional value of fermented dairy products // IDF Biulletin. 1984. No. 179. P. 33–53.
3. Butkienė A., Garmienė G., Kačerauskis D. ir kt. Lietuvoje pagaminto sėmenų aliejaus cheminė sudėtis ir savybės // Maisto chemija ir technologija. 1995. T. 29. P. 6–9.
4. Cross H. R. Meat science, milk science and technology. New York: Elsevier Science Publishers, 1988. P. 175–271.
5. Čeksterytė V. Effect of temperature and storage time on hydrogen peroxide content in honey of different biological origin // Biologija. 2000. N 2. P. 296–298.
6. Dapkevičius A., Venskutonis R., van Beek T. A., Linsen J. P. H. Antioxidant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some aromatic herbs grown in Lithuania // Journal of the Science of Food and Agriculture. 1998. Vol. 77. P. 140–146.

7. Dėl Valstybinės maisto ir mitybos strategijos ir jos įgyvendinimo priemonių 2003–2010 metų planas // Valstybės žinios. 2003. Nr. P. 101–4556.
8. Dorman H. J. D., Peltoketo A., Hiltunen R., Tikkanen M. J. Characterisation of the antioxidant properties of de-odorised aqueous extracts from selected Lamiaceae herbs // Food Chemistry. 2003. Vol. 83. P. 255–262.
9. Gyosheva H. Compounds forming the aroma complex in Bulgarian sour milk // Milchwissenschaft. 1982. N. 37(5). P. 267–269.
10. Gülcin I., Beydemir S., Sat I. G., Küfrevioglu Ö. I. Evaluation of antioxidant activity of cornelian sherry (*Cornus mas* t.) // Acta Alimentaria. 2005. Vol. 34. P. 193–202.
11. Kačerauskienė G. Pieno ir jo produktų cheminės analizės metodai. Maisto institutas. 1999. P. 111.
12. Lambelet P., Wille H. J., Aeschbach R. Stabilisation of foods: protection against oxidation // Lebensmitteltechnik. 1995. Vol. 27. No. 5. P. 42, 44–46.
13. Liutkevičius A., Tamulionytė D. Technologinių faktorių įtaka išrūginių gėrimų ir sėmenų aliejaus priedų kokybei // Maisto chemija ir technologija. 2004. T. 38. Nr. 1. P. 42–47.
14. Liutkevičius A., Tamulionytė D. Gėrimų su linų sėmenų aliejumi technologinių savybių tyrimai // Maisto chemija ir technologija. 2005. T. 39. Nr. 2. P. 30–36.
15. Miliauskas G., van Beek T. A., Venskutonis P. R. et al. Antioxidative activity of *Geranium macrorrhizum* // European Food Research and Technology. 2004. Vol. 218(3). P. 253–261.
16. Miliauskas G., van Beek T. A., Venskutonis P. R. et al. Antioxidant activity of *Potentilla fruticosa* // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2004. Vol. 84(15). P. 1997–2009.
17. Needs E. C., Ford G. D., Owen A. J. et al. A method for the quantitative determination of individual free fatty acids in milk by ion exchange resin adsorption and gas-liquid chromatography // Journal of Dairy Research. 1983. Vol. 50. P. 321–329.
18. Nickolson I. W. G., St. Laurent A. M. Effect of forage type and supplemental dietary vitamin E on milk oxidative stability // Canadian Journal of Animal Science. 1991. Vol. 71. No. 4. P. 1181–1186.
19. Ogawa H., Hara S., Totani Y. Antioxidative behavior of unsaturated fatty acids in different molecular forms // Journal of the Japan Oil Chemists Society. 1995. Vol. 44. No. 12. P. 1055–1059.
20. Urbienė S. A. Scientific substantiation and practical application of the development of new cultured milk product with high biological value // Technical science chemical technology. Summary of habilitation thesis. Kaunas, 1995. P. 148.
21. Urbienė S. A. Pieno ir jo produktų cheminės analizės metodai. Kaunas, 1999. P. 243.
22. Venskutonis R., Gruzdienė D., Bandonienė D., Dapkevičius A. Šalavijo (*Salvia officinalis* L.) ir čiobrelio (*Thymus vulgaris* L.) ekstraktų antioksidacinis aktyvumas rapsų aliejuje // Maisto chemija ir technologija. 1998. T. 32. P. 153–159.
23. Visser H., Paulsson M. Beta-lactoglobulin: a whey protein with unique properties // Industrial Proteins. 2001. Vol. 9. No. 3. P. 9–12.
24. Wang S. Y., Lin H. S. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry and strawberry varies with cultivar and development stage // Journal Agriculture Food Chemistry. 2000. Vol. 48. P. 140–146.
25. Walstra P., Geurts T. J., Noomen A. et al. Principles of Milk Properties and Processes. New York, 1999. P. 727.
26. Алексеева Н. Ю. и др. Состав и свойства молока, как сырья для молочной промышленности. Москва: Агропромиздат, 1986. С. 239.
27. Брио Н. П., Конокотина Н. П., Титов А. И. Технохимический контроль в молочной промышленности. Москва: Пищепромиздат, 1962. С. 395.
28. Качераускис Д., Купрене Л. Сравнительная оценка методов по определению степени окисления молочного жира // Труды Литовского филиала ВНИИМСа. 1968. Т. III. С. 209–212.
29. Реннер Э., Шахин И. Влияние охлаждения на содержание свободных кислот в молоке // XXI Международный конгресс по молочному делу. Москва: Пищевая промышленность, 1982. С. 190.
30. Уманский М. С., Боровкова Ю. А. Влияние свободных жирных кислот на развитие молочнокислых бактерий в молоке // Молочная промышленность. 1984. № 4. С. 18–21.
31. Урбене С. Изменение биохимических свойств кисломолочных продуктов во время хранения // Maisto chemija ir technologija. 1995. T. 29. P. 97–101.
32. Чекулаева Л. В., Чекулаев Н. М. Сгущенные молочные консервы. Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1982. С. 263.

**Sigita Urbienė, Renata Zaurienė**

## **INFLUENCE OF WHEY POWDER ADDITIVE ON SOUR CREAM QUALITY**

### **Summary**

The article analyses the influence of different quantities (1, 2, 3%) of whey powder additive on sour cream quality when stored at different temperatures (6, 18, 32 °C). Investigation of the physical-chemical and material qualities of sour cream has shown that the most optimal quantity of whey powder suitable as an additive to sour cream is 2%. Whey powder additive prevents oxidation processes in sour cream. Investigations of the oxidation process allow us to make a conclusion that peroxide quantity in sour cream without whey powder additive at 18 °C storage temperature in five days reaches 2.6 mekv/kg, and only 1.4 mekv/kg if optimal quantity (2%) of whey powder is added. At a higher temperature (32 °C), peroxide quantity formed in sour cream is bigger (1.8 mekv/kg) and at a lower temperature it is smaller (1.2 mekv/kg). Peroxide formation in sour cream during its storage takes place in two periods. During the first five days of sour cream storage peroxide quantity was increasing, while later it started to diminish. Regressive analysis has shown that peroxide formation



takes place faster than its disintegration at any temperature. The content of free volatile fatty acids studied after preparation and during storage was higher in sour cream with a bigger quantity of whey powder added. When sour cream was stored up to five days, the content of free volatile fatty acids increased as well at any temperature and later were even diminishing. The rate and quantities of their formation depended upon the temperature and whey powder quantities. With a 2% addition of whey powder, less free volatile fatty acids were formed in comparison with the control sample. When stored at a higher temperature, free volatile fatty acids were formed in bigger quantities than when stored at a lower temperature. Investigation results have shown that whey powder stops the oxidation processes in sour cream during its storage.

**Key words:** sour cream, whey powder, peroxide quantity, free volatile fatty acids, oxidation level

**Сигита Урбене, Рената Заурене**

#### **ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ СУХОЙ СЫВОРОТКИ НА КАЧЕСТВО СМЕТАНЫ**

##### **Резюме**

В статье проанализировано влияние 1, 2, 3%-ой добавки сухой сыворотки на качество сметаны во время ее хранения при температурах 6, 18, 32 °С. В результате исследования физико-химических и материальных качеств сметаны установлена наиболее оптимальная добавка сухой сыворотки в сметану – 2%. Получено, что добавка сухой сыворотки мешает развитию процессов окиссации в сметане. На основе результатов исследования процесса

образования окиссации сделан вывод, что количество перекиси в сметане без добавки сухой сыворотки при температуре хранения 18°C через 5 сут достигает 2,6 мэкв/кг, а с добавкой 2% сухой сыворотки – лишь 1,4 мэкв/кг. При более высокой температуре (32°C) в сметане образовалось большее количество перекиси (1,8 мэкв/кг), а при меньшей – меньшее (1,2 мэкв/кг). Получено, что образование перекиси в сметане при ее хранении происходит в два периода. При хранении сметаны первые 5 сут количество перекиси увеличивалось, затем уменьшалось. С помощью регрессивного анализа установлено, что образование перекиси происходит скорее, нежели ее распад, при любой температуре. Исследованные количества свободных летучих жирных кислот после приготовления и во время хранения были больше в сметане с большим количеством сухой сыворотки. При хранении сметаны до 5 сут количества свободных летучих жирных кислот также увеличивались при любой температуре, при дальнейшем хранении равномерно уменьшались. Скорость и количество их образования зависели от температуры и количества сухой сыворотки. При 2%-ой добавке сухой сыворотки свободных летучих жирных кислот образовалось больше по сравнению с контрольным образцом. При хранении при более высокой температуре свободных летучих жирных кислот образовалось больше, нежели при хранении при более низкой температуре. Полученные результаты исследования показали, что сухая сыворотка останавливает происходящие в сметане процессы окиссации при ее хранении.

**Ключевые слова:** сметана, сухая сыворотка, количество перекиси, свободные летучие жирные кислоты, уровень окиссации