

Pieno laikymo sąlygų įtaka rūgštinio gelio struktūros savybėms

Sigita Urbienė,

Aurelija Dubauskaitė

*Lietuvos žemės ūkio universitetas,
Studentų g.15, LT-53362 Akademija,
Kauno rajonas,
el. paštas: sigita.urbiene@lzuu.lt*

Apibūdinama pieno laikymo sąlygų įtaka rūgštinio gelio struktūros savybėms. Nedidelėse pieno fermose dažnai pienas yra laikomas +10°C temperatūroje, šaltuoju metų laiku nereti ir pieno užšalimo atvejai. Nustatyta tokių pieno laikymo sąlygų neigiamą įtaką rūgštinės struktūros formavimuisi ir jos savybėms. Ištyrus pieno rauginimo procesą nustatyta, kad tokiomis sąlygomis laikytame piene lėčiau kyla rūgštingumas bei sumažėja rūgštinio gelio struktūros formavimosi intensyvumas. Nustatyta, kad šviežio pieno rūgštinio gelio struktūra pasižymi geresnėmis savybėmis. Ji yra klampesnė, geriau imobilizuoja išrūgas, išsiskyrusiose išrūgose mažiau baltyminių dalelių.

Raktažodžiai: pieno laikymas, rūgštinio gelio struktūra, savybės, kazeino dalelės, dispersiškumas, sinerezė

IVADAS

Žiemą nereti atvejai, kai pienas laikymo metu iki pristatymo į pieno perdirbimo įmonę iš dalies ar visiškai užšąla. Užšalusio pieno išlaikymo trukmė gali susidaryti nuo kelių iki 24 valandų.

Ir iš dalies, ir visai užšalusio pieno koloidinės sistemos pokyčiai pienu atšildžius gali būti grįžtami arba negrįžtami. Šie pokyčiai susiję su visomis pieno sudėtinėmis dalimis, tačiau labiausiai su pieno baltymais, iš jų – kazeinu [10, 12]. Pokyčių laipsnis yra labai svarbus, nes nuo to priklauso visos pieno koloidinės sistemos stabilumas bei pieno perdirbimo galimybė. Be to, šie pokyčiai turi įtakos technologinių procesų eigai bei gaminamų produktų kokybei.

Koloidinėje pieno sistemoje baltymų, ypač kazeino dalelių stabilumas priklauso nuo hidrofobinių, elektrostatinių ir hidrofiliųjų jungčių. Dėl hidrofiliųjų jungčių apie kazeino daleles susidaro hidrostatinis sluoksnis (o kartais ir keli), kuris sąlygoja jų stabilumą [3]. Žinoma [13, 10], kad hidrofiliųjų jungčių kiekis, t. y. hidratacijos sluoksnis, priklauso nuo temperatūros. Esant žemesnei temperatūrai apie kazeino daleles hidratacijos sluoksnis didesnis, susidaro daugiau hidrofiliųjų jungčių.

Hidrofobinių jungčių stiprumui taip pat turi įtakos temperatūra. Mažėjant temperatūrai iki 4–5°C hidrofobinių jungčių ryšiai silpnėja, kazeino dalelės skyla [6, 8]. Daugiausiai atskyla β , šiek tiek χ ir α kazeino, į dispersinę terpę pereina dalis kalcio fosfato [13]. Šių pokyčių laipsnis priklauso nuo pieno laikymo sąlygų, iš kurių svarbiausios yra atšaldymo temperatūra ir laikymo trukmė [2, 4]. Pokyčiai pieno koloidinėje sistemoje turi įtakos technologinėms pieno savybėms. Yra žinoma darbų, kuriuose nurodoma, kad laikytame piene fermentinis trau-

kinimas vyksta ilgiau, susidaro blogesnės konsistencijos struktūra, išrūgose daugiau baltymų, todėl gaunasi blogesnės kokybės sūriai, sumažėja jų išeiga [10, 13, 11]. Tuo tarpu laikant (+3 – +4°C) temperatūroje termiškai apdorotą pienu koloidinėje sistemoje vykstantys pokyčiai yra mažesni, lyginant su žaliu pienu [1, 9]. Taip pat žinomi pokyčių užšalusiame piene tyrimai. Įrodyta, kad užšaldytame iki –25°C piene pokyčiai yra neįžymūs [13, 14]. Maisto institute atlikti pieno savybių tyrimai laikant užšaldytą pienu (nuo –2 iki –24°C temperatūroje) 24 h. Gauti rezultatai parodė, kad po tokio laikymo pieno technologinės savybės (sutraukinimo su fermentu greitis, rūgštingumo kilimo greitis) nepakito [5].

Taigi matyti, kad literatūroje pateikiami prieštaringi tyrimų duomenys. Be to, neaptikta lėto užšalimo įtakos rūgštinio gelio struktūros susidarymui bei jo savybėms tyrimų.

Šio darbo tikslas – nustatyti sušaldyto ir atšildyto pieno įtaką jo technologinėms savybėms, kurios yra svarbios gaminant raugintus pieno produktus. Tokie tyrimai yra aktualūs, nes šaltuoju metų laiku pieno užšaldymo ir atšildymo atvejų pasitaiko mažuose pieno gamybos ūkiuose, prieš pristatant pienu į perdirbimo įmonę.

TYRIMŲ SĄLYGOS IR METODAI

Tyrimams buvo naudojamas šviežias žalias pienas, gautas iš Lietuvos žemės ūkio universiteto (LŽŪU) bandomojo ūkio karvių fermos.

Vieni pieno bandiniai buvo laikomi +10°C temperatūroje kiti užšaldyti (per 7 h) kameroje, kurioje temperatūra buvo –14°C. Po užšaldymo bandiniai atšildyti (per 12 h) esant +10°C temperatūrai ir toliau laikyti esant tai pačiai (+10°C) temperatūrai. Bandinių laikymo trukmė iki tyrimų 24 h. Tyrimai buvo atliekami su:

- šviežiu pienu;
- laikytu 24 h +10°C;
- laikytu 24 h. Per tą laiką pienas laikymo pradžioje yra visai užšaldomas (per 7 h) esant temperatūrai -14°C ir po to dedamas į kamerą, kurioje yra +10°C temperatūra. Joje pienas (per 12 h) atšildomas ir laikomas iki tyrimų pradžios. Bendra laikymo trukmė yra 24 h.

Tyrimai buvo atliekami su pienu, termiškai apdorotu po jo laikymo. Terminio apdorojimo temperatūra $72 \pm 1^\circ\text{C}$, su išlaikymu iki 40–50 s.

Technologinės pieno savybės buvo nustatytos tiriant pieno rauginimo procesą, susidariusio rūgštinio gelio savybes, sinerezės procesą bei gautų išrūgų kokybę. Raukinimo proceso tyrimui buvo naudojamas raugas ABT-2, susidedantis iš *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus* ir *Bifidobacteria* kultūrų. Raugas gautas iš Christian Hansens laboratorijos (Danija). Raugo dedama 3,0%.

Baltymų stabilumas nustatytas su etilo alkoholiu, titruojant 5 ml pieno su 95% $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. Sinerezės procesas buvo tiriamas filtravimo metodu, kas 10 min fiksuojant išsiskyrusių išrūgų kiekį.

Kazeino dalelių vidutinis dydis buvo nustatomas šviesos išbarstymo metodu, esant bangos ilgiui $\lambda = 535 \text{ nm}$, Helios Epsilon spektrofotometru [10].

Suraugintų pieno rūgštinio gelio bandinių klampa po vienodo struktūros suardymo buvo nustatoma VNIKMI (Sajunginis pieno tyrimo institutas) prietaisu fiksuojant ištekėjimo iš talpos, kurios tūris 120 ml, per vamzdelį, kurio skersmuo yra 5 mm, laiką sekundėmis.

Pieno rūgštingumas buvo nustatomas titravimo metodu su 0,1 N NaOH [7].

Kiekvieno rodiklio analizės kartotinumumas 5.

Tyrimų rezultatai aproksimuoti teorinėmis lygtimis ir kreivėmis. Apskaičiuotas variacijos koeficientas v (%) neviršijo standartizuotose metodikose nurodytų verčių arba 5% esant 0,95 tikimybei. Apibrėžus pasikliautinų intervalų ribas (kai $\alpha = 0,95$), teoriniai rezultatai neprieštaravo eksperimento rezultatams.

REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Pirmoji tyrimų serija buvo skirta įvertinti pieno laikymo sąlygų įtaką rūgštinės struktūros formavimuisi ir savybėms.

Rūgštingumo kitimas rauginimo proceso metu parodė, kad šis rodiklis greičiausiai kinta – didėja, kai rauginamas šviežias pienas. Po pieno laikymo +10°C temperatūroje rūgštingumo kitimas, jo didėjimas yra šiek tiek lėtesnis. Sušaldyto ir atšildyto pieno rūgštingumas kinta lėčiausiai (1 pav.).

Atlikus gautų duomenų matematinę analizę nustatyta, kad rūgštingumo kitimo procesas (r) laiko atžvilgiu (t) kinta pagal šitokias priklausomybes:

1 – šviežias pienas

$$r_1 = 1,5714t^2 - 3,1667t + 19,833; R^2 = 0,9922;$$

2 – pienas laikytas 24 h, +10°C temperatūroje

$$r_2 = 1,1926t^2 - 2,4911t + 19,542; R^2 = 0,9943;$$

3 – pienas laikytas 24 h pilnai sušaldytas ir atšildytas iki +10°C

$$r_3 = 1,0449t^2 - 2,4343t + 20,164; R^2 = 0,988.$$

Diferencijuodami nustatome šių atskirų procesų kitimo greitį. Tam tikruose bandiniuose rūgštingumo kitimo greitis (V_n) priklausomai nuo laiko (t) vyktų pagal šitokias lygtis:

$$V_1 = 3,1428t - 3,1667;$$

$$V_2 = 2,3852t - 2,4911;$$

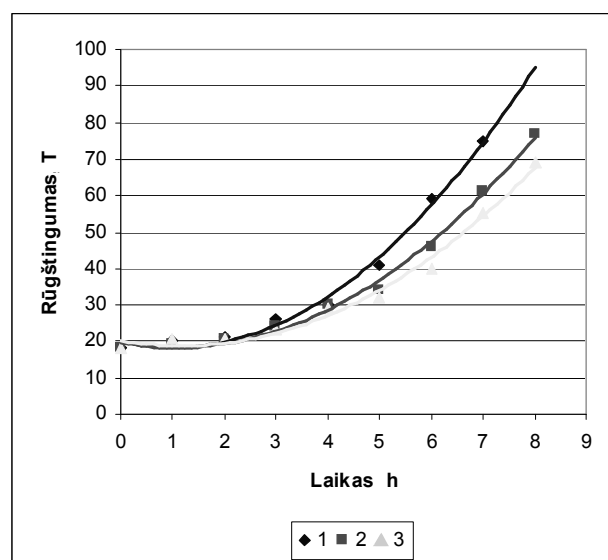
$$V_3 = 2,0898t - 2,4343.$$

Pasinaudojant šiomis lygtimis galima surasti rūgštingumo kitimo greitį pasirinktu laiko momentu.

Nustatytas ir kazeino dalelių kitimas rauginimo metu. Iš ankstesnių darbų [4] yra žinoma, kad rauginimo proceso pradžioje kazeino dalelių dydis turi tendenciją mažėti. Šių dalelių didėjimas vėliau prasidedančioje pieno rauginimo proceso stadijoje tiesiogiai susijęs su rūgštinio gelio struktūros formavimuisi. Šių procesų eiga nulemia rūgštinio gelio struktūros susiformavimo trukmę bei jo kokybę. Spartesnis kazeino dalelių didėjimas rodo greitesnį baltymų erdvinės struktūros formavimosi procesą ir gelio susidarymą, be to, yra lydimas baltyminių dalelių tvirtesnių koaguliacinių ir kondensacinių ryšių susiformavimo. Šie procesai tiesiogiai susiję su rūgštinio gelio struktūros kokybe, jo klampumu bei išrūgų imobilizavimo galimybe.

Iš tyrimo rezultatų (2 pav.) matyti, kad rūgštinio gelio formavimosi pradžia priklauso nuo pieno laikymo sąlygų ir dėl jų įtakos pakitusių kazeino dalelių – jų vidutinio dydžio. Šviežiam piene, kurio kazeino dalelės yra nepakitusios, jų dispersiškumas pirmoje rauginimo proceso stadijoje didėja trumpesnį laiką ir baltymų struktūra formuojasi greičiau.

Laikytame piene (+10°C), kuris, lyginant su šviežiu pienu, pasižymi didesniu kazeino dalelių dispersiškumu, pirmoji rauginimo proceso dalis, susijusi su kazeino dalelių



1 pav. Rūgštingumo kitimas rauginimo proceso metu:

1 – šviežias pienas; 2 – pienas laikytas +10°C temperatūroje 24 h; 3 – laikytas 24 h, sušaldžius -14°C ir atšildžius +10°C

sumažėjimu, yra ilgesnė. Tolesnis baltymų struktūros formavimasis, lyginant su šviežiu pienu, taip pat lėtesnis.

Dar aiškiau šie procesai yra išreikšti sušaldytuose pieno bandiniuose. Juose pradinis kazeino dalelių dydis yra mažiausias. Dispersiškumo pokyčiai rauginimo proceso metu, lyginant su kitais bandiniais, yra didžiausi. Kazeino dalelės, lyginant su kitais bandiniais, mažėja ilgiausiai. Baltyminio rūgštinio gelio struktūra formuojasi lėčiausiai, pirmiausia iš smulkesnių baltyminių darinių.

Kiti rūgštinio gelio struktūros tyrimai buvo atlikti praėjus 24 h po pieno užraugimo, galutinai susiformavus surūgusio pieno savybėms (skoniui, aromatai, konsistencijai). Rūgštingumo tyrimai parodė, kad pieno laikymas šiam rodikliui įtakos praktiškai neturi. Visų bandinių rūgštingumas buvo panašus ir kito nuo 99 iki 102°T. Visi surauginto pieno bandiniai turėjo gryną pienarūgštį skonį ir aromatą. Tačiau bandinių konsistencija buvo skirtinga ir priklausė nuo pieno laikymo sąlygų. Tvirčiausia konsistencija pasižymėjo surauginti iš šviežio pieno bandiniai. Silpniausia rūgštinio gelio konsistencija nustatyta bandiniuose, suraugintuose iš pieno, kuris buvo sušaldytas ir atšildytas. Surauginto pieno, laikyto +10°C temperatūroje, bandinių rūgštinis gelis buvo kur kas silpnesnės konsistencijos, lyginant su šviežio pieno, tačiau tvirtesnis, lyginant su sušaldyto ir atšildyto iki +10°C pieno bandiniais.

Kiti tyrimai buvo skirti rūgštinio gelio struktūros kokybei įvertinti. Buvo nustatyti tokie rodikliai, kaip klampumas, sinerezė (išsiskyrusių išrūgų kiekis bei sinerezės procesas), išrūgų kokybė.

Rūgštinio gelio klampumas santykinai buvo apibūdinamas tekėjimo laiku (s).

Bandinių tekėjimo laikas po rūgštinio gelio struktūros identiško suardymo parodytas 3 pav.

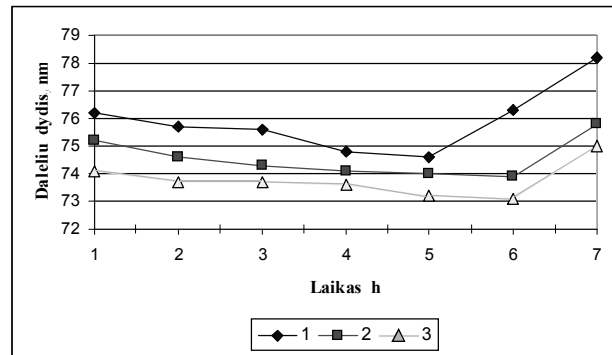
Tyrimo rezultatų analizė parodė, kad pieno laikymas, ypač jo užšalimas turi reikšmingą įtaką tam tikros struktūros rūgštinio gelio konsistencijai. Rūgštinis gelis, gautas iš šviežio pieno, buvo 2,7 karto klampesnis (pagal tekėjimo laiką), lyginant su rūgštinio gelio, susidariusio iš pieno, kuris buvo sušalęs, struktūra. Rūgštinis gelis iš pieno, laikyto +10°C temperatūroje, buvo 1,7 karto klampesnis, lyginant su gelio, gauto iš sušalusio ir atšildyto pieno, struktūra.

Rūgštinio gelio struktūros kokybės įvertinimui labai svarbios jo savybės, lemiančios struktūros homogeniškumą bei gerą išrūgų imobilizavimą.

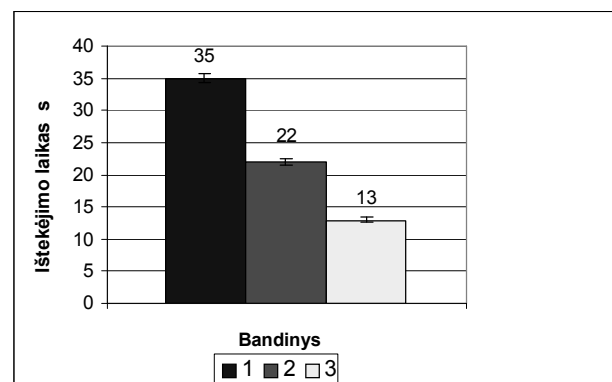
Matyti (4 pav.), kad per 1 h daugiausiai išrūgų išsiskyrė iš rūgštinio gelio, gauto iš sušaldyto pieno; lyginant su rūgštinio gelio, gauto iš šviežio pieno, išrūgų išsiskyrė 1,7 karto daugiau. Matyt, dėl lėto rūgštinio gelio formavimosi iš smulkesnių kazeino dalelių susidaro silpnesnė struktūra, todėl išrūgus tinkamai neimobilizuojamos.

Taigi matyti, kad sušalęs laikymo metu pienas netinkamas raugintų produktų gamybai, nes negarantuojama raugintų produktų kokybė.

Išsamesnė rūgštinio gelio struktūros charakteristika, susijusi su išrūgų išsiskyrimu, gauta ištyrus sinerezės procesą per 2 h (5 pav.).

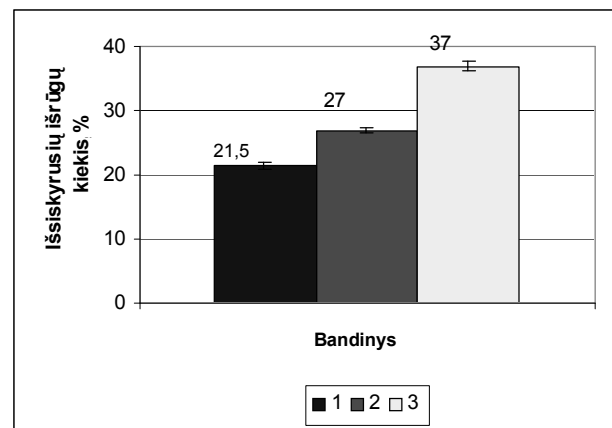


2 pav. Kazeino dalelių dydžio kitimas rauginant pieną. 1 – šviežias pienas; 2 – pienas laikytas +10°C temperatūroje 24 h; 3 – laikytas 24 h, sušaldžius –14°C ir atšildžius +10°C



3 pav. Suardyto rūgštinio gelio ištekėjimo laiko priklausomybė nuo skirtingų pieno laikymo sąlygų.

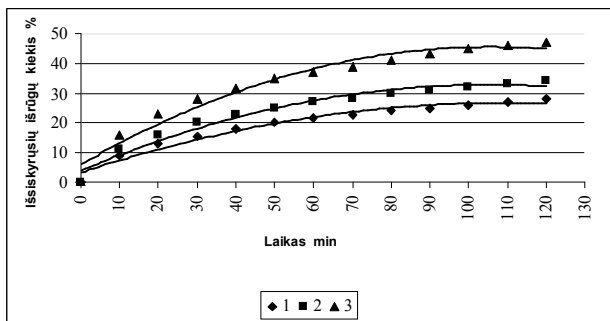
1 – šviežias pienas; 2 – pienas laikytas +10°C temperatūroje 24 h; 3 – laikytas 24 h, sušaldžius –14°C ir atšildžius +10°C



4 pav. Iš rūgštinio gelio išsiskyrusių išrūgų kiekio priklausomybė nuo pieno laikymo sąlygų.

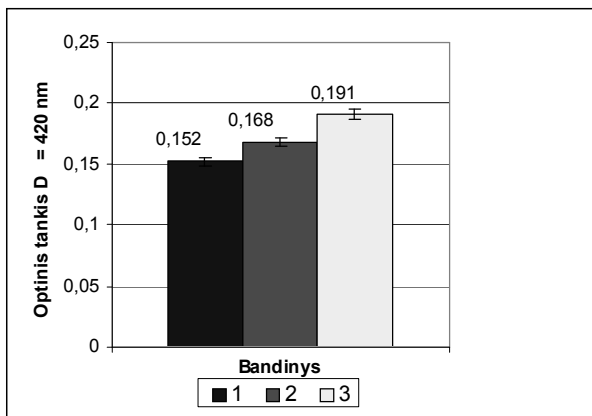
1 – šviežias pienas; 2 – pienas laikytas +10°C temperatūroje 24 h; 3 – laikytas 24 h, sušaldžius –14°C ir atšildžius +10°C

Rūgštinio gelio, gauto iš nevienodomis sąlygomis laikyto pieno, sinerezės procesai parodė, kad pieno koloidinės sistemos pokyčiai, įvykę laikymo metu, turi įtakos sinerezės procesui. Lėčiausiai išrūgus skiriasi iš šviežio pieno bandinių, o greičiausiai iš buvusio sušalusio pieno bandinių.



5 pav. Sinerezės proceso priklausomybė nuo pieno laikymo sąlygų.

1 – šviežias pienas; 2 – pienas laikytas +10°C temperatūroje 24 h; 3 – laikytas 24 h, sušaldžius -14°C ir atšildžius +10°C.



6 pav. Optinis tankis išrūgų, gautų iš rūgštinio gelio bandinių.

1 – šviežias pienas; 2 – pienas laikytas +10°C temperatūroje 24 h; 3 – laikytas 24 h, sušaldžius -14°C ir atšildžius +10°C.

Ekspirimentinių tyrimų aproksimavimas parodė, kad išrūgų išsiskyrimas (q) laiko (t) atžvilgiu priklauso nuo pieno laikymo sąlygų ir vyksta pagal šias lygtis:

1 – šviežias pienas

$$q_1 = -0,0019 t^2 + 0,423 t + 3,3132; R^2 = 0,9679;$$

2 – pienas laikytas 24 h, +10°C temperatūroje

$$q_2 = -0,0026 t^2 + 0,5468 t + 3,9615; R^2 = 0,9687;$$

3 – pienas laikytas 24 h visai sušaldytas ir atšildytas iki +10°C temperatūros

$$q_3 = -0,0035 t^2 + 0,5745 t + 6,0275; R^2 = 0,9625.$$

Minėtų procesų greitis V_n kinta pagal šias priklausomybes:

$$V_1 = -0,0038 t + 0,4253;$$

$$V_2 = -0,0052 t + 0,5468;$$

$$V_3 = -0,0070 t + 0,7475.$$

Paanalizavus gautas lygtis, matyti, kad didžiausias išrūgų išsiskyrimo greitis pasireiškia rūgštinio gelio, gauto iš sušaldyto pieno, struktūroje.

Pasinaudojus funkcijų ekstremumo sąlyga, galima surasti sinerezės proceso minimumą, t. y. laiką, per kurį išrūgų išsiskiria mažiausiai.

$$dv_1/dt_1 = -0,0038 t + 0,4253 = 0;$$

$$dv_2/dt_2 = -0,0052 t + 0,5468 = 0;$$

$$dv_3/dt_3 = -0,0070 t + 0,7475 = 0.$$

Išsprendę šias lygtis gauname, kad teoriškai sinerezės procesas pasibaigs po:

$$t_1 = 111,92 \text{ min};$$

$$t_2 = 105 \text{ min};$$

$$t_3 = 106 \text{ min}.$$

Matyti, kad rūgštinio gelio, gauto iš šviežio pieno, sinerezės procesas bus ilgiausias. Taigi sinerezės proceso tyrimai bei gautų rezultatų matematinė analizė parodė, kad pieno laikymas, ypač jo sušaldymas pablogina rūgštinio gelio struktūros savybes.

Susidariusios rūgštinio gelio struktūros kokybę apibūdina ir išrūgos. Iš geresnės struktūros rūgštinio gelio išsiskyrusios išrūgos yra skaidresnės, mažesnis jų rūgštingumas.

Išrūgų optinio tankio tyrimų (6 pav.) duomenimis, mažiausias optinis tankis nustatytas išrūgų, susidariusių iš šviežio pieno. Didžiausias optinis tankis nustatytas išrūgų, gautų iš buvusio užšaldyto pieno. Tai rodo, kad šiose išrūgose yra daugiau baltyminių dalelių.

Rūgštingumas išrūgų, gautų iš užšaldyto pieno bandinių, lyginant su rūgštingumu išrūgų, gautų iš šviežio pieno bandinių, buvo 1,5–2^oT didesnis. Šiuo atveju rūgštingumo padidėjimas priklauso nuo išrūgose esančių baltyminių dalelių kiekio.

IŠVADOS

1. Atlikti tyrimai parodė, kad pieno laikymas +10°C temperatūroje, ypač jo užšaldymas ir atšildymas turi neigiamos įtakos technologinėms pieno savybėms, svarbioms gaminant raugintus pieno produktus.

2. Nustatyta, kad rauginimo proceso metu užšaldyto ir po to atšildyto pieno bandinių rūgštingumas, lyginant su šviežiu pienu, kilo gerokai lėčiau.

3. Didesnis kazeino dalelių dispersiškumas piene po jo laikymo bei užšalimo turėjo neigiamos įtakos rūgštinio gelio struktūros formavimosi pradžiai. Užšaldyto pieno bandiniuose, lyginant su šviežio pieno bandiniais, rūgštinė gelio struktūra pradėjo formuotis 60 min vėliau.

4. Rūgštinis gelis, gautas iš šviežio pieno, lyginant su iš buvusio užšalusio pieno gautu rūgštiniu geliu, buvo 2,7 karto klampesnis. Iš buvusio užšalusio pieno rūgštinio gelio per 1 h išsiskyrusių išrūgų kiekis, lyginant su šviežiu pienu, buvo 1,7 karto didesnis. Tai rodo, kad iš buvusio užšalusio pieno gauto rūgštinio gelio struktūra yra silpnesnė ir mažiau pajėgia imobilizuoti išrūgas.

5. Išrūgų, išsiskyrusių iš buvusio užšalusio pieno bandinių, optinis tankis buvo didesnis, jose buvo daugiau baltyminių dalelių.

Gauta 2006 08 21

Parengta 2006 10 02

Literatūra

1. Dzurec D. J., Zall R. R. Effect of Heating, Cooling, and Storing Milk on Casein and Whey Proteins // Journal of Dairy Science. 1985. Vol. 68. No. 2. P. 273–280.
2. Dziuba J., Muziška B. An effect of the low-temperature induced processes of dissociation-association on the

- molecular state of casein // *Milchwissenschaft*. 1998. No. 53(10). P. 551–554.
3. Fennema O. R. *Food chemistry*. New York, 1996. P. 1067.
 4. Lieske B. Effects of ageing of raw milk on some structural properties of native casein micelles // *Milchwissenschaft*. 1998. No. 53(10). P. 562–564.
 5. Narkevičius R., Šimonėlienė A. Sušaldymo įtakos lieso pieno savybėms tyrimai // *Maisto chemija ir technologija*. 2003. T. 37. Nr. 2. P. 42–46.
 6. Urbienė S. Scientific Substantiation and Practical Application on the Development of New Cultured Milk Products with High Biological Value. Summary of habilitation thesis. Kaunas, 1995. P. 47.
 7. Urbienė S. Pieno ir jo produktų cheminės analizės metodai. Kaunas, 1999. P. 247.
 8. Walstra P., Geurts T. J., Noomen A. et al. *Dairy Technology*. New York, 1999. P. 727.
 9. Zall R. R., Dzurec D. J., Chen J. H. Recovery of proteins from whey // *Industrial and Engineering Chemistry Product Research and Development*. 1983. Vol. 22. N 2. P. 307–312.
 10. Алкеева Н. Ю., Аристова В. П., Патратий А. П. и др. Состав и свойства молока как сырья для молочной промышленности. Москва: Агропромиздат, 1986. С. 239.
 11. Боготолова Б. Ф. Производство сыра: Технология и качество. Перевод с французского. Москва: ВО Агропромиздат, 1989. С. 495.
 12. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов. Москва: Легкая и пищевая промышленность. 1984. С. 342.
 13. Горбатова К.К. Химия и физика белков молока. Москва: Колос, 1993. С. 191.
 14. Курченко С. А. Влияние режимов замораживания, хранения и дефростации сырья (сычужных сыров) на качество плавленого сыра. Автореферат диссертации. Углич, 2002. С. 17.

Sigita Urbienė, Aurelija Dubauskaitė

THE INFLUENCE OF MILK STORAGE CONDITION ON THE PROPERTIES OF SOUR GEL STRUCTURE

Summary

Experiments were conducted to evaluate the effect of storage conditions of raw milk on its technological properties. Storage conditions were similar to those in small farms. Often raw milk is stored at a temperature of +10° and in the winter period milk is sometimes frozen. Such storage conditions were found to have a negative influence on the formation and properties of fermented structure. In the samples, milk acidity increased slowly, and sour fermented gel structure formed slowly too.

Sour fermented gel structure from milk before storage showed better properties than after storage. Its structure was thicker, whey secretion from it was slow.

Key words: storage of milk, casein particles, dispersity, structure of fermented gel

Сигита Урбене, Аурелия Дубаускайте

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ МОЛОКА НА СВОЙСТВА СТРУКТУРЫ КИСЛОТНОГО ГЕЛЯ

Резюме

В статье исследовано влияние условий хранения молока на процесс кислотной коагуляции и свойства структуры кислотного геля. Образцы молока выдерживались при таких условиях хранения, которые часто встречаются на малых молочных фермах. Часто молоко выдерживается при температуре +10 °С, а в холодное время года нередко случаи замораживания молока.

Установлено, что такие условия хранения молока отрицательно влияют на формирование структуры кислотного геля и его свойства. После изучения процесса сквашивания молока было установлено, что в образцах молока после хранения медленнее повышается его кислотность, во время процесса сквашивания замедляется интенсивность формирования структуры кислотного геля.

Установлено, что структура кислотного геля, полученного из образцов свержего молока, по сравнению с образцами из выдержанного молока отличаются хорошими свойствами. Структура такого геля более вязкая, лучше иммобилизует сыворотку, в сыворотке меньше белковых частиц.

Ключевые слова: хранение молока, структура кислотного геля, свойства, частицы казеина, дисперсность, синерезис