

Sausųjų išrūgų įtaka rauginto pieno savybėms

Sigita Urbienė,

Lina Budrytė

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

Straipsnyje ištirta sausųjų išrūgų įtaka rauginto pieno savybėms. Pridėjus sausųjų išrūgų padidinta plataus vartojimo, kasdienio produkto – rauginto pieno biologinė vertė, praturtinant jį vertingomis mineralinėmis medžiagomis, smulkiadispersiniais (unikaliais) baltymais ir angliavandeniu – laktoze. Sausųjų išrūgų priedas iki 2% padidina nepakeičiamųjų aminorūgščių ir mineralinių medžiagų kiekį. Bendras nepakeičiamųjų aminorūgščių kiekis padidėjo 1068 mg/l, o bendras mineralinių medžiagų kiekis 1727 mg/l (tame kiekyje kalcio padidėjo 220 mg/l, kalio 280 mg/l, natrio 220 mg/l). Nustatyta, kad sausųjų išrūgų priedas iki 2% nepakeičia tradicinių rauginto pieno jausinių savybių. Gauta, kad su sausųjų išrūgų priedu suraugintuose bandiniuose padidėjo laisvųjų lakiųjų riebalų rūgščių (LLRR) kiekis, šiek tiek sumažėjo rūgštinio gelio klampa, tačiau padidėjo išrūgų imobilizavimo galimybės. Su 1% sausųjų išrūgų priedu išrūgų išsiskyrimas sinerezės proceso metu (per 2 val.) sumažėja 6%, o su 2% – 17%. Nustatytas fizikinių ir cheminių rodiklių kitimas raugintų bandinių laikymo metu (LLRR kiekis laikymo pradžioje iki 2 parų padidėjo, o vėliau pradeda mažėti). Rūgštinio gelio struktūra kinta dviem stadijomis. Laikymo pradžioje (pirmąsias dvi paras) struktūra tvirtėja, o po to pradeda silpnėti. Per 2 val. iš rūgštinio gelio struktūros išsiskyrusių išrūgų kiekis laikymo metu mažėja. Laikymo metu visuose bandiniuose išrūgų išsiskyrimas sumažėjo praktiškai vienodai apie 12%, tai rodo, kad struktūros tvirtėjimui pagrindinę įtaką turėjo kazeino kompleksio dalelių ryšiai.

Raktažodžiai: sausosios išrūgos, laktozė, rūgštinis gelis, klampa, sinerezė, kazeino dalelių dydis, rūgštingumas

ĮVADAS

Intensyvėjanti pramonės įmonių plėtra bei gausėjantis transporto priemonių srautas gerina visuomenės gyvenimo kokybę, kita vertus, didina aplinkos taršą. Įvairūs teršalai per orą, vandenį, dirvą, maisto produktus patenka į žmogaus organizmą. Neišvengiamai tai veikia žmogaus sveikatą, jo gyvenimo trukmę.

Įvairių ligų gausėjimas dabartinėje visuomenėje taip pat siejamas su maisto produktų užterštumo didėjimu.

Todėl dabar tapo ypač svarbu atkreipti dėmesį ne tik į aplinkos taršos įtaką produktų kokybei, bet ir į gamybos technologijas, pagal kurias būtų gaminami žmogui vertingesni produktai.

Kol kas tokių technologijų ir maisto produktų pasigendama. Dažnai siekiant pagerinti maisto produktų kokybę, prailginti jų vartojimo laiką yra dedami konservantai, skonį ir aromatą gerinantys priedai, produkto konsistenciją stabilizuojančios medžiagos ir pan. Paprastai tai yra cheminiai junginiai.

Be abejo, šie įvairių priedų kiekiai (cheminiai junginiai) neviršija leistinų normų, bet būdami kasdinių produktų sudėtyje, taip pat gali turėti neigiamos įtakos vartotojų sveikatai.

Ne veltui Lietuvos Respublikos Vyriausybės patvirtintoje Valstybinėje maisto ir mitybos strategijoje [5] reikalaujama, kad maisto priedai būtų natūralūs.

Todėl svarbus aspektas tobulinant maisto produktų technologijas ir vykdant mokslinius tyrimus yra kurti tokius naujos kartos maisto produktus, kurie pasižymėtų didesne biologine verte, nors šiek tiek kompensuojančia neigiamą teršalų poveikį.

Didesnę biologinę vertę gali suteikti tik natūralūs priedai.

Be to, svarbu, kad nauji produktai – ateities produktai – ne tik pasižymėtų padidinta biologine verte, bet ir išlaikytų įprastines, tradicines savybes.

Labai svarbu, kad didesnės biologinės vertės būtų plataus vartojimo produktai. Lietuvoje kasdienio plataus vartojimo produktai yra pieno produktai. Tai – geriamasis pienas, varškė, grietinė, rauginti pieno produktai. Todėl šių produktų kokybės gerinimas ir biologinės vertės didinimas yra ypač svarbūs vartotojams. Produktuose su daugiau riebalų yra svarbu padidinti biologinę vertę bei sulėtinti oksidacijos procesus, vykstančius produkto laikymo metu, nes susidarę junginiai neigiamai veikia žmogaus sveikatą. Žinoma, kad biologinę vertę didina ir oksidacijos procesus lėtina C ir E vitaminai [9] bei įvairių vaistinių augalų ekstraktai [16, 14, 2, 4]. Tačiau vaistinių augalų ekstraktų priedai netinka pieno produktų kokybei ir biologinei vertei didinti, nes juos panaudojus pasikeistų tradicinis produkto skonis.

Todėl gerinant produktų biologinę vertę bei išsaugant tradicinį produkto skonį, matyt, reikia atkreipti dėmesį į pieno sudėtinųjų dalių kaip natūralaus priedo panaudojimą.

Tyrimais įrodyta, kad išrūgų baltymai padidina biologinę vertę ir antioksidacinį aktyvumą [25, 12, 10].

Išrūgų baltymai, gauti ultrafiltracijos būdu, naudojami kūdikių mitybos produktų technologijose gaminant jogurtus bei kitus produktus [11, 3, 6, 7]. Šis priedas ne tik padidina biologinę vertę, bet ir pagerina produktų technologines savybes – pagerėja produkto konsistencija, skonis [12].

Kaip natūralus priedas, įgalinantis kurti naujus, didesnės biologinės vertės produktus, yra sausosios išrūgos.

Kad tinkamai būtų įvertintos sausosios išrūgos, šiek tiek aptarkime natūralių išrūgų sudėtį ir panaudojimo galimybes.

Natūralios išrūgos skiriasi nuo pieno savo baltymų sudėtimi. Jose pagrindiniai baltymai yra α -laktoalbuminas ir β -laktoglobulinas, kurie pagal aminorūgščių sudėtį yra ypač svarbūs žmogaus organizmui. Išrūgose yra daug vandenyje tirpių vitaminų, organinių rūgščių, mineralinių medžiagų, laktozės. Tai unikalus, gyvulinės kilmės angliavandenis, kuris yra tik piene. Žmogaus virškinamajame trakte laktozė stimuliuoja pieno rūgšties bakterijų augimą, taip netiesiogiai mažina puvinimo ir kitos nepageidautinos mikrofloros vystymąsi ir sumažina jos neigiamą poveikį žmogaus organizmui. Taip laktozė didina žmogaus organizmo apsauginę sistemą. Be to, jos dėka geriau įsisavinami Ca, Mg, P [19].

Japonijoje atlikus įvairiapusių mokslinius tyrimus buvo padarytos išvados, kad išrūgos yra vertingesnės už augalinės kilmės biologinius skysčius – vaisių ir daržovių sultis. Be to, visos išrūgų sudėtinės dalys – tai puikūs, aukštos biologinės vertės maisto komponentai [22].

Teigiama, kad išrūgų panaudojimas įgalins gaminti naujos kartos produktus [18], pasižyminčius dietinėmis bei gydomosiomis savybėmis. Išrūgų sudėtinę dalį kaip priedą panaudojimas leis kurti produktus atskiroms vartotojų amžiaus grupėms, atitinkamai subalansuotus pagal riebalų rūgščių, aminorūgščių, vitaminų ir mineralinių medžiagų poreikius.

Kadangi išrūgų skonis yra labilus ir gerai derinasi su įvairiais komponentais, yra sukurti išrūgų gėrimai, pridedant džemų ir sirupų, praturtinant išrūgas omega-3 riebalų rūgštimis [29, 8]. Su pektino priedu gelio konsistencijos produktų gamybos technologijos [32, 25]. Iš išrūgų gaminami funkciniai produktai su sėlenomis, daigintais javais, vaistažolių ekstraktais bei išrūgų produktai su daržovių priedais [24, 30].

Rusijoje sukurtas raugintų išrūgų gėrimas „Biogran“ su morkų ir raudonųjų burokėlių priedais. Jis pasižymi gydomąja – dietine verte [21].

Nepaisant to, kad iš natūralių išrūgų yra kuriami nauji produktai, skystų išrūgų panaudojama ribota. Taip yra todėl, kad sūrių gamybos įmonėse, kur gaunami dideli išrūgų kiekiai, paprastai sudėtinga organizuoti išrūgų gėrimų ar kitų produktų iš išrūgų gamybą. Transportuoti skystas išrūgas į kitas įmones nėra ekonomiškai, be to, pakistų jų kokybė, todėl jos sūrių įmonėse yra džiovinamos. Gaunamas aukštos biologinės vertės, ilgą laiką galiojantis produktas. Anksčiau Lietuvoje jos buvo naudojamos gyvulių šėrimui. Tačiau pastaruoju metu įvertinus unikalią išrūgų sudėtį, panaudojimo galimybes, jos vis plačiau naudojamos biologiškai vertingesnių maisto produktų gamybai. Sausosios išrūgos pasižymi mineralinių medžiagų gausumu, baltymų smulkiadispersiškumu. Šie komponentai yra didelės biologinės vertės, lengvai įsisavinami žmogaus organizmo ir padidina jo atsparumą aplinkos taršai. Sausosiose išrūgose yra 13% baltymų, 70% laktozės, 6–9% mineralinių medžiagų.

Sausųjų išrūgų paklausa Europos šalyse ypač didelė. Teigiama, kad ateityje ji didės [28]. Dabar dideli sausųjų išrūgų kiekiai suvartojami praturtinant duonos, konditerijos gaminius [27]. Sausosios išrūgos, kaip vertingas priedas, naudojamos vaikų mitybos produktų, ledų gamyboje [26].

Panaudojant sausąsias išrūgas su vaisiais ir uogomis gaminami desertai, kurie nepraranda savo biologiškai vertingų savybių išlaikant iki 6 mėn. žemoje (–18– –20°C) temperatūroje [31].

Sausosios išrūgos pradėtos naudoti jogurto gamyboje. Teigiama, kad išrūgų priedas sutrumpina rūgštinio gelio susidarymo trukmę [33]. Norint praturtinti jogurtus įdedant didesnius sausųjų išrūgų kiekius, laktozės kiekis jose yra sumažinamas panaudojus fermentą β -galaktozidazę [20].

Lietuvos žemės ūkio universitete (LŽŪU) atlikti tyrimai, panaudojant sausųjų išrūgų priedą grietinės gamyboje, ir nustatyta ypač teigiama įtaka jos kokybei laikymo metu. Be to, pagaminta grietinė buvo didesnės biologinės vertės, jos laikymo metu oksidacijos procesų intensyvumas po 5 parų laikymo (pagal peroksidų susiformavimą) buvo 50% mažesnis negu analogiškame produkte be sausųjų išrūgų [13].

Šio darbo tikslas – padidinti plataus vartojimo, kasdienio produkto – rauginto pieno biologinę vertę, panaudojant sausąsias išrūgas ir tuo praturtinant jį vertingomis mineralinėmis medžiagomis, smulkiadispersiniais (unikaliais) baltymais ir angliavandeniu – laktoze. Ištirti sausųjų išrūgų priedo įtaką rauginimo procesui, fizikinėms ir cheminėms surauginto pieno savybėms bei jų kitimą laikymo metu.

TYRIMŲ OBJEKTAS IR UŽDAVINIAI

Tyrimai atlikti LŽŪU Inžinerijos fakulteto Žemės ūkio produktų kokybės tyrimų laboratorijoje.

Tyrimams buvo naudotas šviežias pienas, gautas iš LŽŪU bandomojo ūkio karvių fermos.

Sausosios išrūgos gautos iš Telšių AB „Žemaitijos pienas“ pieno perdirbimo įmonės. Sausųjų išrūgų sudėtis tokia:

baltymai – 13%,
riebalai – 1,5%,
angliavandeniai – 72,5%,
mineralinės medžiagos – 9%,
drėgmė – 4%.

Rauginto pieno gamybai buvo naudojamas raugas, gautas iš Kauno AB „Pieno žvaigždės“ įmonės, kuris naudojamas rūgštinio pieno gamybai. Raugas sudarytas iš gryną pienarūgščių bakterijų (*Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* ir *Lactococcus lactis* subsp. *lactis biovar diacetylactis*), kurios įgalina pagaminti gero savito skonio ir aromato rūgpienį.

Raugintas pienas buvo gaminamas laboratorinėmis sąlygomis, naudojant laboratorinę įrangą, pakartojančią visus rūgštinio pieno gamybos technologinius procesus.

Rauginimo temperatūra buvo 31–32°C. Dedamo raugo kiekis 5%.

Į pieną buvo dedami skirtingi sausųjų išrūgų kiekiai –1%, 2%, 3%. Tolesnėje tyrimų eigoje nuspręsta į pieną dėti iki 2% sausųjų išrūgų, kadangi toks kiekis dar nepakeičia tradicinių rauginto pieno juslinių savybių. Bandinių su 1% ir 2% sausųjų išrūgų sudėtimi ir biologinė vertė pateikiami 1 ir 2 lentelėse. Pateikti rezultatai gauti įvertinus sausųjų išrūgų sudėtį [28].

Iš pakitusios sudėties bei biologinės vertės tiriamųjų bandinių, lyginant su kontroliniu bandiniu, paruošti tiriamieji bandiniai gali turėti teigiamos įtakos vartotojų sveikatai tiek pagal aminorūgščių, tiek pagal mineralinių medžiagų sudėtį.

Siekiant nustatyti sausųjų išrūgų įtaką rauginto pieno technologiniam procesui bei pagaminto produkto kokybei buvo tiriami šie rodikliai. Buvo nustatomas rūgštinio gelio struktūros

1 lentelė. Paruoštų bandinių sudėtinės dalys (1 l pieno)

Table 1. Components of samples (1 l of milk)

| Pavadinimas / Title | Kontrolinis bandinys / Control sample | Bandinys su 1% sausųjų išrūgų / Sample with dry whey 1% | Bandinys su 2% sausųjų išrūgų / Sample with dry whey 2% |
|---|---------------------------------------|---|---|
| Sudėtis / Composition | | | |
| Vanduo g / Water, g | 873 | 873 | 873 |
| Sausosios medžiagos g / Dry substances, g | 127 | 137 | 147 |
| Baltymai g / Proteins, g | 32 | 33,3 | 34,6 |
| Riebalai g / Fats, g | 36 | 36,2 | 36,3 |
| Laktozė g / Lactose, g | 469 | 476 | 484 |

2 lentelė. Paruoštų bandinių biologinė vertė pagal aminorūgštis, mineralinių medžiagų ir vitaminų kiekius (1 l pieno)

Table 2. Biological value of samples according to the content of aminoacids, mineral substances and vitamins (1 l of milk)

| Pavadinimas / Title | Kontrolinis bandinys / Control sample | Bandinys su 1% sausųjų išrūgų / Sample with dry whey 1% | Bandinys su 2% sausųjų išrūgų / Sample with dry whey 2% |
|--|---------------------------------------|---|---|
| Aminorūgštys (nepakeičiamosios) mg / Aminoacids (irreplaceable) mg | | | |
| Valinas / Valin | 1910 | 1983 | 2056 |
| Izoleucinas / Isoleucine | 1890 | 1964 | 2038 |
| Leucinas / Leucine | 2830 | 2944 | 3058 |
| Lizinas / Lysine | 2610 | 2717 | 2824 |
| Metioninas / Methionine | 830 | 855 | 880 |
| Treoninas / Threonine | 1530 | 1613 | 1696 |
| Triptofanas / Tryptophan | 500 | 522 | 544 |
| Fenilalaninas / Phenylalanine | 1750 | 1786 | 1822 |
| Iš viso / Total | 13850 | 14384 | 14918 |
| Mineralinės medžiagos mg / Mineral substances mg | | | |
| Kalis / Potassium | 1460 | 1600 | 1740 |
| Kalcis / Calcium | 1200 | 1310 | 1420 |
| Magnis / Magnesium | 140 | 155 | 170 |
| Natris / Sodium | 500 | 610 | 720 |
| Fosforas / Phosphorus | 900 | 1020 | 1140 |
| Geležis / Iron | 670 | 820 | 970 |
| Jodas / Iodine | 90 | 97 | 104 |
| Varis / Copper | 120 | 121 | 122 |
| Cinkas / Zinc | 4000 | 4210 | 4420 |
| Selenas / Selenium | 20 | 21 | 21 |
| Iš viso / Total | 9100 | 9964 | 10827 |
| Vitaminai mg / Vitamins mg | | | |
| A | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| E | 0,9 | 0,90 | 0,91 |
| C | 15 | 15,50 | 16 |
| B6 | 0,5 | 0,57 | 0,63 |
| B12 | 4,0 | 4,24 | 4,48 |
| PP | 1,0 | 1,08 | 1,16 |
| B2 | 1,5 | 1,63 | 1,76 |
| B1 | 0,4 | 0,42 | 0,44 |

susiformavimo laikas. Tikslėniam šio proceso apibūdinimui rauginimo proceso metu (kas valandą) buvo nustatomas vidutinis kazeino dalelių dydis [23]. Rūgštingumo kitimas buvo nustatomas titravimo būdu [17]. Laisvosios lakiosios riebalų rūgštys, tirtos panaudojant raugintiems pieno produktams skirtą metodiką, kurios esmę sudaro produkto distiliacija [1]. Sinerėzės procesas tirtas pagal išrūgų ištekėjimą iš rūgštinio gelio (200 ml) esant 18–20°C temperatūrai per 2 val. Išrūgos buvo matuojamos graduotuose cilindruose. Kas 10 min. buvo matuojamas išsiskyrusių išrūgų kiekis ml, kuris vėliau perskaičiuojamas procentais.

Juslinių rodiklių (skonio, kvapo ir konsistencijos) aprašymas pateiktas remiantis trijų specialistų įvertinimu.

Technologinių bei fizikinių ir cheminių savybių pokyčiai (rūgštingumas, LLRR, klampa bei sineretinės savybės) buvo tiriami ne tik po bandinių surauginimo, bet ir jų laikymo metu. Bandiniai esant 6–8°C temperatūrai buvo laikomi 6 paras.

Rūgštinio gelio klampa buvo nustatoma VMKMI (buvęs Sąjunginis pieno tyrimo institutas) prietaisu, kuriuo išmatuojamas ištekėjimo iš talpos, kurios tūris 250 ml, greitis (s).

Kiekvieno tyrimo analizės kartotinumai – 2 kartai. Tačiau straipsnyje pateikti duomenys nustatyti išvedant aritmetinį vidurkį iš 5 serijų pakartojimo.

Duomenų skirtumų patikimumo tikimybė P buvo nustatoma pagal Stjudento kriterijų. Procesų tyrimų rezultatams apdorojami panaudota regresinė analizė.

TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Pirmoje tyrimų serijoje buvo rauginami keturi bandiniai: kontrolinis (be sausųjų išrūgų priedo), su 1%, 2%, 3% sausųjų išrūgų. Šios serijos tikslas buvo nustatyti, kiek galima pridėti sausųjų išrūgų į bandinius išlaikant tradicinio produkto (rauginto pieno) juslines savybes.

Atlikti jusliniai tyrimai parodė (3 lentelė), kad dedant į bandinį 1% ar 2% sausųjų išrūgų, rauginto pieno skonis praktiškai lieka analogiškas kontrolinių bandinių skoniu. Tačiau pridėjus 3% sausųjų išrūgų jaučiamas jų priedo skonis. Produktas tampa šiek tiek saldesnis, lyginant su kontroliniu bandiniu.

Taip pat tirta raugintų bandinių konsistencija (stebint nesuardytą rūgštinio gelio struktūrą) ir nustatyta, kad kontrolinių bandinių konsistencija yra tapati, kaip ir pridėjus 1% ar 2% sausųjų išrūgų. Tačiau pridėjus 3% sausųjų išrūgų bandiniuose pastebėta išsiskyrusių išrūgų.

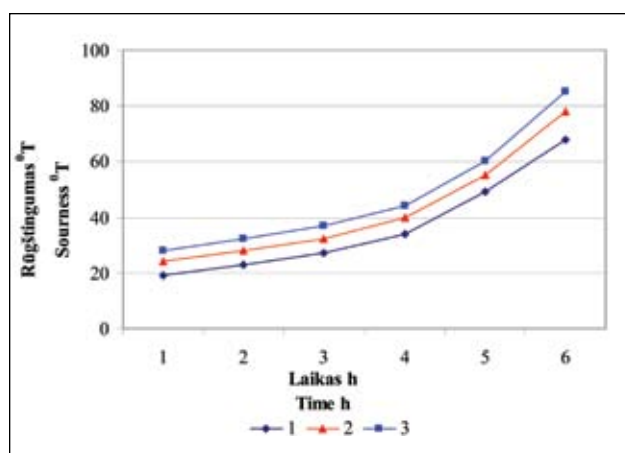
Juslinių tyrimų rezultatų pagrindu buvo padaryta išvada, kad 1% ir 2% pridėtų išrūgų nepakeičia tradicinių technologinių rauginto pieno savybių nei pagal skonį, nei pagal konsistenciją. Didinant išrūgų kiekį iki 3% rauginto produkto savybės pradeda keistis. Todėl vėliau atliekant tyrimus sausųjų išrūgų buvo dedama tik 1% ir 2%.

Kita tyrimų serija buvo skirta rauginimo procesui tirti. Kontrolinis ir du bandiniai su 1% ir 2% sausųjų išrūgų buvo rauginami pridėjus 5% raugo, 31–32°C temperatūroje. Rauginimo proceso metu buvo nustatomas pieno rūgštingumas. Šis rodiklis netiesiogiai apibūdino pieno rūgšties bakterijų vystymosi intensyvumą. Taip pat buvo nustatoma sausųjų išrūgų priedo įtaka rūgštinio gelio struktūros formavimosi procesui. Šis procesas buvo stebimas tiriant vidutinio kazeino dalelių dydžio kitimą.

3 lentelė. Jusliniai suraugintų bandinių rodikliai po pagaminimo

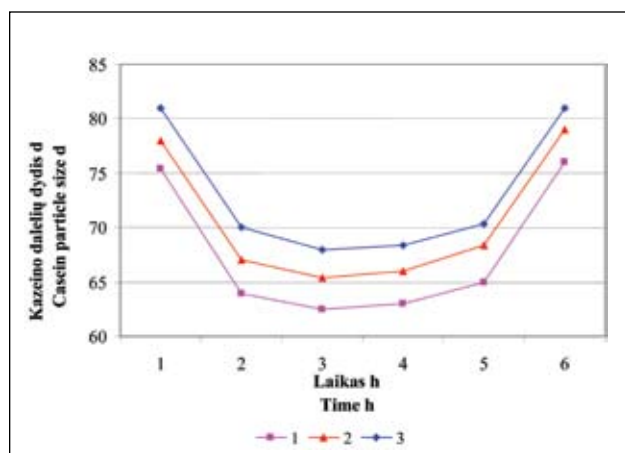
Table 3. Sensual indexes of sour samples after preparation

| Nr. No. | Bandiniai / Samples | Jusliniai rodikliai / Sensual indexes | |
|---------|--|---|--|
| | | Skonis, aromatas / Flavour, aroma | Konsistencija / Consistency |
| 1. | Kontrolinis (be sausųjų išrūgų) / Control (without dry whey) | Grynas, pienaarūgštis, be šalutinio skonio ir kvapo / Pure, milk acid, without additional flavour and smell | Vienalytė, standi / Smooth, solid |
| 2. | Įdėta 1% sausųjų išrūgų / Sample when dry whey is added 1% | Grynas, pienaarūgštis, būdingas raugintam pienui, be šalutinio skonio ir kvapo / Pure, milk acid, specific to sour milk, without additional flavour and smell | Vienalytė, standi / Smooth, solid |
| 3. | Įdėta 2% sausųjų išrūgų / Sample when dry whey is added 2% | Grynas, pienaarūgštis, būdingas raugintam pienui. Be šalutinio skonio ir kvapo / Pure, milk acid, specific to sour milk. Without additional flavour and smell | Vienalytė, standi. Matyti šiek tiek išsiskyrusių išrūgų / Smooth, solid. Whey is present. |
| 4. | Įdėta 3% sausųjų išrūgų / Sample when dry whey is added 3% | Pienarūgštis, tačiau jaučiasi sausųjų išrūgų priedas, lyginant su kontroliniu bandiniu, salstelėjęs / Milk acid, with smack of dry whey, sweet taste | Jaučiamas mažesnis standumas, matyti daugiau išsiskyrusių išrūgų / Less solid, more whey is seen |



1 pav. Rūgštingumo kitimas rauginimo proceso metu: 1 – kontrolinis bandinys, 2 – bandinys su 1% sausųjų išrūgų, 3 – bandinys su 2% sausųjų išrūgų

Fig. 1. Dynamics of sourness during fermentation: 1 – control sample, 2 – sample with dry whey 1%, 3 – sample with dry whey 2%



2 pav. Kazeino dalelių vidutinio dydžio kitimas rauginimo proceso metu: 1 – kontrolinis bandinys, 2 – bandinys su 1% sausųjų išrūgų, 3 – bandinys su 2% sausųjų išrūgų

Fig. 2. Size of casein particles: 1 – control sample, 2 – sample with dry whey 1%, 3 – sample with dry whey 2%

Rūgštingumo ir kazeino dalelių vidutinio dydžio kitimai buvo nustatomi kiekvieną valandą.

Rūgštingumo kitimas rauginimo proceso metu parodytas 1 pav. Nustatyta, kad bandiniuose su sausųjų išrūgų priedu (1% ir 2%) rūgštingumas kyla greičiau negu kontroliniuose bandiniuose. Iš gautų rezultatų analizės galima spręsti apie pieno rūgšties bakterijų vystymąsi. Taigi bandiniuose su sausosiomis išrūgomis pieno rūgšties bakterijos vystosi intensyviau, greičiau susiformuoja rūgštinio gelio struktūra. Intensyvesnis pieno rūgšties bakterijų vystymasis gali būti susijęs su didesne bandinių biologine verte. Tačiau rūgštingumo kitimo procesas parodė, kad visuose bandiniuose pieno rūgšties susidarymo kreivės turi tokią pačią kitimo charakteristiką. Taigi sausųjų išrūgų priedas nepakeičia rauginimo proceso metu vykstančių tradicinių pieno rūgšties bakterijų vystymosi ypatumų.

Rūgštinio gelio struktūros formavimosi tyrimai buvo nustatyti analizuojant vidutinį kazeino dalelių dydį (2 pav.).

Kazeino dalelių dydžio (dispersiškumo) tyrimai parodė, kad pridėjus sausųjų išrūgų baltymų dispersijos pokyčiai vyksta analogiškai anksčiau nustatytiems [12]. Kazeino komplekso kitimas pasižymi dviem stadijomis. Rauginimo proceso pradžioje smulkėja kazeino dalelės. Tai tęsiasi apie 4 val., o vėliau kazeino dalelės didėja, prasideda jų agregacija ir rūgštinio gelio struktūros formavimasis. Sausųjų išrūgų priedas (1% ir 2%) kazeino dalelių dispersijos kitimo tendencijos nepakeičia, tačiau gauta, kad didėjant išrūgų kiekiui bandiniuose dalelių dispersiškumas kinta mažiau, rūgštinio gelio struktūra formuojasi intensyviau. Matyt šioms pokyčiams įtaką turi smulkiadispersiniai išrūgų baltymai, kurie taip pat dalyvauja erdvinės struktūros formavimosi procese.

Susiformavusios rūgštinio gelio struktūros (suraugintų bandinių) fizikiniai ir cheminiai rodikliai pateikti 4 lentelėje.

Gauti rezultatai parodė, kad, dedant sausąsias išrūgas, raugintas pienas pasižymi didesniu rūgštingumu. Įdėjus 1% sausųjų išrūgų rūgštingumas padidėja (Δ) 5 $^{\circ}$ T, tuo tarpu su 2% sausųjų išrūgų rūgštingumo padidėjimas (Δ) siekia net 10 $^{\circ}$ T.

Raugintame piene su išrūgų priedu yra didesnis LLRR kiekis.

Gauto vienodai suardytos struktūros rūgštinio gelio klampą apibūdino jo ištekejimo greitis. Tyrimų rezultatai parodė, kad bandinių su 1% ir 2% sausųjų išrūgų suardytos struktūros gelis yra mažiau klampus, lyginant su kontroliniais bandiniais (be sausųjų išrūgų). Įdėjus 1% sausųjų išrūgų bandiniai (200 ml) iš-

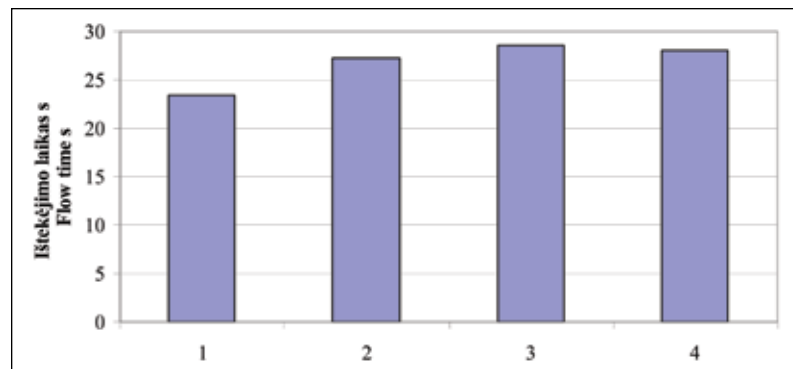
4 lentelė. Suraugintų bandinių fizikiniai ir cheminiai rodikliai

Table 4. Physical – chemical indexes of sour samples

| Bandinio Nr. / Sample No. | Bandiniai / Samples | Rodikliai / Indexes | | | |
|---------------------------|--|--|--|-------------------------------------|---|
| | | Rūgštingumas ^o T / Sourness, ^o T | LLRR ml 0,1 N NaOH 100 g produkto / Per 100 g of product | Ištekėjimo greitis s / Flow rate, s | Išsiskyrusių per 2 val. išrūgų kiekis % / The amount of whey in two hours |
| 1 | Kontrolinis (be sausųjų išrūgų) / Control (without dry whey) | 97 | 4,9 | 19 | 63 |
| 2 | Įdėta 1% sausųjų išrūgų / Sample when dry whey is added 1% | 102 | 5,1 | 15 | 57 |
| 3 | Įdėta 2% sausųjų išrūgų / Sample when dry whey is added 2% | 107 | 5,3 | 14 | 46 |

3 pav. 3 pav. Suardytos struktūros rūgštinio gelio ištekėjimo laikas sekundėmis: 1 – kontrolinis bandinys be laktozės, 2 – bandinys su 0,7% laktozės, 3 – bandinys su 1,4% laktozės; 4 – bandinys su 2% laktozės

Fig. 3. Flow time of degraded sour gel (s): 1 – control sample without lactose, 2 – sample with 0.7% of lactose, 3 – sample with 1.4% of lactose, 4 – sample with 2% of lactose



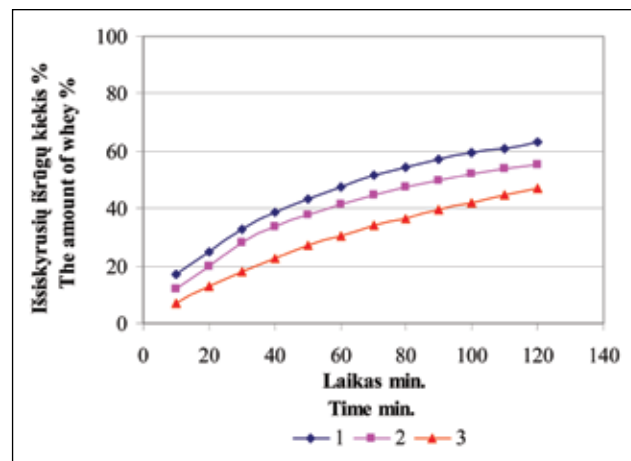
teka 21,1% greičiau, o 2% sausųjų išrūgų – 26,4% greičiau negu kontroliniai bandiniai. Yra žinoma, kad išrūgų baltymų (gautų ultrafiltracijos metu) priedas padidina raugintų produktų klampą [12]. Laktozės priedas taip pat šiek tiek padidina raugintų produktų klampą. Siekiant tai nustatyti, buvo atlikta serija bandymų. Gauti tyrimų rezultatai parodyti 3 pav.

Todėl galima teigti, kad rūgštinio gelio struktūros susiformavimui turi įtakos mineralinės medžiagos. Matyt kai kurie mineralinių medžiagų jonai susilpnina baltyminių dalelių ryšius. Tačiau šiam teiginiui patvirtinti reikėtų atlikti atskirus tyrimus. Taigi klampos sumažėjimo priežastis bandiniuose su išrūgų priedu nėra aiški.

Gauto rūgštinio gelio struktūrai nuodugniau apibūdinti buvo nustatytas išrūgų išsiskyrimas. Gauta, kad iš rūgštinio gelio su išrūgų priedu struktūra pasižymi geriau imobilizuojančiomis savybėmis. Iš rūgštinio gelio su 1% sausųjų išrūgų per 2 val. išrūgų išsiskyrė 6% mažiau, o esant 2% priedui – 17% mažiau, lyginant su kontroliniais bandiniais.

Išsamesnei išrūgų išsiskyrimo analizei tirtas visas sinerezės procesas, kuris truko 2 val. Proceso kinetika tirtuose bandiniuose parodyta 4 pav.

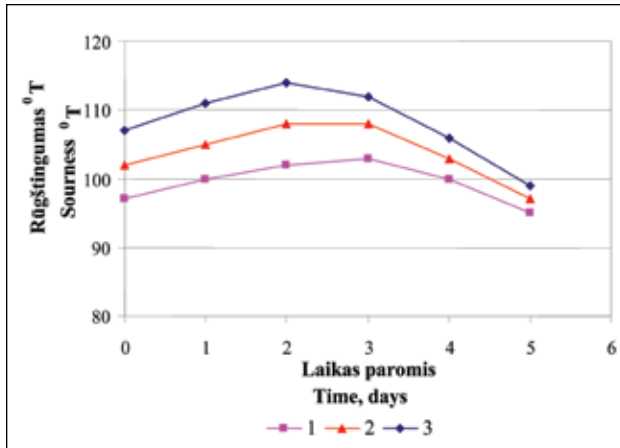
Iš gautų tyrimų rezultatų matyti, kad viso proceso metu daugiausia išrūgų iš rūgštinio gelio išsiskyrė iš kontrolinių bandinių. Bandiniai su 2% sausųjų išrūgų pasižymėjo geriau išrūgas imobilizuojančiomis savybėmis, lyginant su kontroliniais bandiniais. Bandinių su 1% sausųjų išrūgų sinerezės procesas buvo tarpinis. Iš šių bandinių išrūgų išsiskyrė daugiau negu iš bandinių su 2% sausųjų išrūgų ir mažiau negu iš kontrolinių bandinių.



4 pav. Sinerezės procesas: 1 – kontrolinis bandinys, 2 – bandinys su 1% sausųjų išrūgų, 3 – bandinys su 2% sausųjų išrūgų

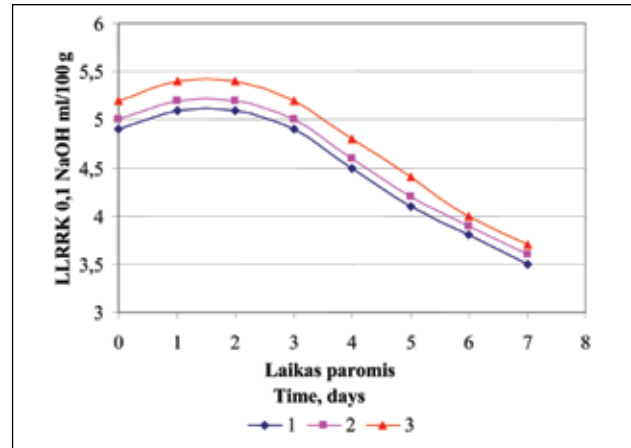
Fig. 4. Syneresis in sour gel structure: 1 – control sample, 2 – sample with dry whey 1%, 3 – sample with dry whey 2%

Kita darbo dalis buvo skirta nustatyti fizikinių ir cheminių savybių bei rūgštinio gelio struktūros pokyčius laikymo metu. Surauginti bandiniai buvo laikomi 6 paras. Tyrimai buvo atliekami kas 24 val. Rūgštingumo kitimo (5 pav.) analizė leido nustatyti, kad per pirmąsias 3–4 laikymo paras bandinių rūgštingumas palaipsniui didėja. Rūgštingumo padidėjimas visuose bandiniuose praktiškai buvo vienodas. Tačiau kontroliniuose bandiniuose



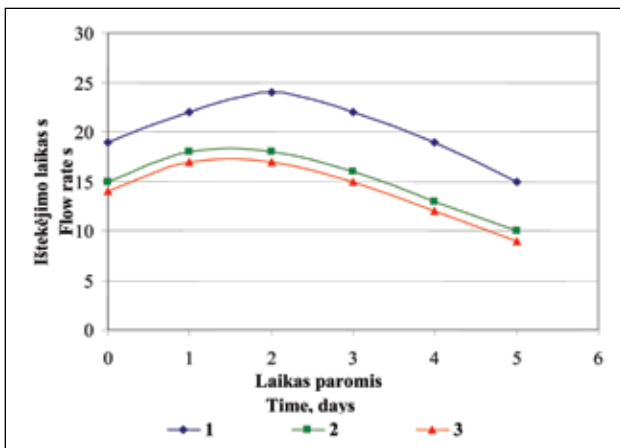
5 pav. Rūgštingumo kitimas laikymo metu: 1 – kontrolinis bandinys, 2 – bandinys su 1% sausųjų išrūgų, 3 – bandinys su 2% sausųjų išrūgų

Fig. 5. Sourness dynamics during storage: 1 – control sample, 2 – sample with dry whey 1%, 3 – sample with dry whey 2%



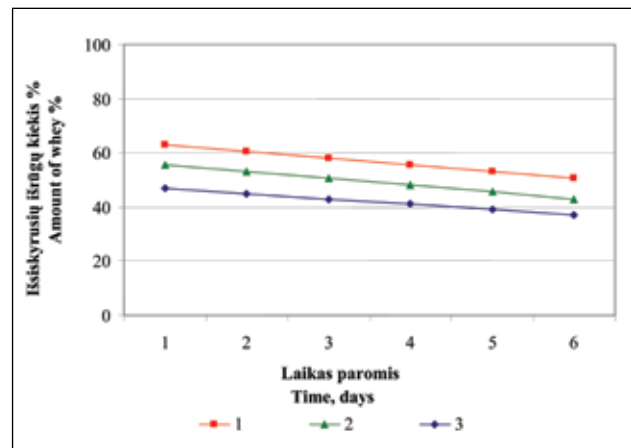
6 pav. Lakiųjų laisvųjų riebalų rūgščių kitimas laikymo metu: 1 – kontrolinis bandinys, 2 – bandinys su 1% sausųjų išrūgų, 3 – bandinys su 2% sausųjų išrūgų

Fig. 6. Dynamics of volatile free fats acids during keeping: 1 – control sample, 2 – sample with dry whey 1%, 3 – sample with dry whey 2%



7 pav. Suardytos struktūros rūgštinio gelio klampa laikymo metu (pagal ištekėjimo laiką): 1 – kontrolinis bandinys, 2 – bandinys su 1% sausųjų išrūgų, 3 – bandinys su 2% sausųjų išrūgų

Fig. 7. Dynamics of viscosity of degraded sour gel in storage (according to flow time): 1 – control sample, 2 – sample with dry whey 1%, 3 – sample with dry whey 2%



8 pav. Bandinių laikymo įtaka išrūgų išsiskyrimui (per 2 val.): 1 – kontrolinis bandinys, 2 – bandinys su 1% sausųjų išrūgų, 3 – bandinys su 2% sausųjų išrūgų

Fig. 8. The influence of storage of samples on whey separation (in two hours): 1 – control sample, 2 – sample with dry whey 1%, 3 – sample with dry whey 2%

rūgštingumas didėja 1 parą ilgiau negu bandiniuose su išrūgų priedais. Matyt dar 2–3 paras nežymiai vystėsi pieno rūgšties bakterijos. Ilgiau laikant rūgštingumas pradeda šiek tiek mažėti.

Laisvosios lakiosios riebalų rūgštys laikymo metu kito dviem stadijomis (6 pav.). Laikymo pradžioje 2 paras jų kiekis rauginuose bandiniuose didėja, o toliau laikant mažėja. Gauti rezultatai rodo, kad bandinių laikymo metu LLRR kitimas labai susijęs su rūgštingumo kitimu.

Laikymo pradžioje bandinių rūgštingumas dar didėja ir didėja LLRR kiekis. Vėliau nebesivystant pieno rūgšties bakterijoms, LLRR kiekis laikant palaipsniui mažėja. Yra žinoma, kad rauginimo proceso metu LLRR susidarymas taip pat atitinka rūgštingumo kitimą (bei pieno rūgšties bakterijų vystymosi kreivės) [1]. Todėl manoma, kad pieno rūgšties bakterijos besivystydamos turi įtakos LLRR susidarymui.

Atliekant tyrimus nemaža dėmesio buvo skirta konsistencijos kitimo nustatymui laikymo metu. Buvo nustatytas suardytos

struktūros rūgštinio gelio ištekėjimo laikas (s). Gauti rezultatai (7 pav.) parodė, kad kontroliniai bandiniai, lyginant su tiriamaisiais bandiniais, laikymo metu pasižymėjo didesne klampa.

Laikymo pradžioje (per 48 val.) suardytos struktūros rūgštinio gelio ištekėjimo trukmė ilgėjo, o vėliau pradėjo trumpėti, tai rodo, kad rūgštinio gelio struktūra tapo mažiau klampi. Analogiškai kito ir bandiniai su sausųjų išrūgų priedu. Šių bandinių suardytos struktūros rūgštinio gelio ištekėjimo trukmė buvo trumpesnė, lyginant su kontroliniais bandiniais. Tiksliai šiems tyrimams aptarti reikėtų išsamesnių – mechaninių rūgštinio gelio struktūros tyrimų. Matyt sausųjų išrūgų priedas trukdo susiformuoti tvirtiems struktūriniais baltyminių dalelių ryšiams.

Iš suardytos struktūros buvo nustatomas išsiskyrusių išrūgų kiekis. Šių tyrimų duomenys parodyti 8 pav. Gauta, kad iš visų bandinių, kontrolinių ir su sausųjų išrūgų priedu, laikymo metu išsiskyrusių per 2 val. išrūgų kiekis mažėjo. Šis sumažėjimas per 6 paras buvo tiesinės priklausomybės.

Įdomu pažymėti, kad iš kontrolinių bandinių išsiskyrusių išrūgų kiekis buvo didesnis negu iš bandinių su sausųjų išrūgų priedu. Galima teigti, kad rūgštinis gelis, susiformavęs iš smulkesnių baltyminių agregatų, lengviau imobilizuoja išrūgas.

Tokia išrūgų išsiskyrimo tendencija išliko laikant visas 6 paras. Išrūgų iš kontrolinio bandinio išsiskyrimas per 6 paras sumažėjo 12%, iš bandinio su 1% ir 2% sausųjų išrūgų – apie 12%.

Taigi matyti, kad iš visų bandinių, nepaisant pridėtų išrūgų kiekio, išrūgų išsiskyrė (sumažėjo) vienodai. Tai rodo, kad rūgštinio gelio struktūros kitimui (struktūrinių baltyminių dalelių ryšių ar hidrofiliškumo padidėjimui) pagrindinis vaidmuo priklauso kazeinui.

IŠVADOS

1. Sausųjų išrūgų priedas iki 2% padidina nepakeičiamųjų aminorūgščių ir mineralinių medžiagų kiekį. Bendras nepakeičiamųjų aminorūgščių kiekis padidėjo 1068 mg/l, o bendras mineralinių medžiagų kiekis – 1727 mg/l (tame kiekyje kalcio padaugėjo 220 mg/l, kalio 280 mg/l, natrio 220 mg/l).
2. Nustatyta, kad tik iki 2% sausųjų išrūgų praktiškai nepakeičia tradicinių rauginto pieno julinė savybių.
3. Gauta, kad su sausųjų išrūgų priedu suraugintuose bandiniuose padidėjo LLRR kiekis, šiek tiek sumažėja rūgštinio gelio klampa, padidėja išrūgų imobilizavimo galimybės. Bandiniuose su 1% sausųjų išrūgų priedu išrūgų išsiskyrimas sinerezės proceso metu (per 2 val.) sumažėja 6%, o su 2% – 17%.
4. Nustatytas fizikinių ir cheminių rodiklių kitimas raugintų bandinių laikymo metu:
 - LLRR kiekis laikymo pradžioje iki 2 parų padidėjo, o vėliau pradeda mažėti. Tokia kitimo tendencija gauta visuose tirtuose mėginiuose;
 - rūgštinio gelio struktūra kinta dviem stadijomis. Laikymo pradžioje (pirmąsias dvi paras) struktūra tvirtėja, vėliau pradeda silpnėti;
 - per 2 val. iš rūgštinio gelio išsiskyrusių išrūgų kiekis laikymo metu mažėja tolygiai. Laikymo metu visuose bandiniuose išrūgų išsiskyrimas sumažėjo praktiškai vienodai apie 12%, tai rodo, kad struktūros tvirtėjimui pagrindinę įtaką turėjo kazeino komplekso dalelių ryšiai.

Gauta 2007 10 12

Priimta 2007 12 20

Literatūra

1. Alm L. Effect of Fermentation on Volatile Acids and Ethanol in Swedish Dairy Products // *Journal of Dairy Science*. 1982. Vol. 65. P. 186–190.
2. 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.
3. Beuschel B. C., Partridge J. A., Smith D. M. Insolubilized whey protein concentrate and / or chicken salt – soluble protein gel properties // *Journal of Food Science*. 1992. N 57(4). P. 852–855.
4. Dapkevičius A., Venskutonis R., van Beek T. A. et al. 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.
5. Dėl Valstybinės maisto ir mitybos strategijos ir jos įgyvendinimo priemonių 2003–2010 metų planas // *Valstybės žinios*. 2003. Nr. 101–4556. P. 32.
6. Duxbury D. D. NDM [non – fat dry milk] and WPC [whey protein concentrate] – versatile dairy proteins in economical forms // *Food Processing, USA*. 1992. N 53(5). P. 124, 126, 128, 132.
7. Huffman L. E. Processing whey protein for use as a food ingredient // *Food Technology*. 1996. N 50(2). P. 49–52.
8. Liutkevičius A., Tamulionytė D. Technologinių faktorių įtaka išrūginių gėrimų su sėmenų aliejaus priedu kokybei // *Maisto chemija ir technologija* 2004. T. 38. Nr. 1. P. 42–47.
9. Nickolson I. W. G., St. Laurent A. M. Effect of norage type an supplemental dietary vitamin E on milk oxidative stability // *Canadian Journal of Animal Science*. 1991. Vol. 71. No. 4. P. 1181–1186.
10. Urbienė S., Leskauskaitė D. Determination of influence of some technological factors on the content of SH – groups in whey protein concentrate obtained by ultrafiltration // *Milchwissenschaft*. 1996. N 51(2). P. 85–87.
11. Urbienė S., Leskauskaitė D. Laktofilas – iš dalies adaptuotas produktas kūdikiams // *Maisto chemija ir technologija*. 1995. T. 29. P. 47–50.
12. 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.
13. Urbienė S., Zaurienė R. Sausųjų išrūgų priedo įtaka grietinės kokybei // *Žemės ūkio mokslai*. 2007. T. 14. Nr. 1. P. 39–47.
14. Venskutonis R., Gruzdienė D., Bandonienė D. ir kt. Šalavijo (*Salvia officinalis* L.) ir čiobrelio (*Thymus-vulgaris* L.) ekstraktų antioksidacinis aktyvumas rapsų aliejuje // *Maisto chemija ir technologija*. 1998. T. 32. P. 153–159.
15. Visser H., Paulsson M. Beta-lactoglobulin: a whey protein with unique properties // *Industrial Proteins*. 2001. No. 3. P. 9–12.
16. Wang S. Y., Lin H. S. Antioxidant activity in fruits an leaves of blackberry, raspberry and strawberry varies with cultivar and development stage // *Journal Agriculture Food Chemistry*. 2000. Vol. 48. P. 140–146.
17. Брио Н. П., Конокотина Н. П., Титов А. И. Технохимический контроль в молочной промышленности. Москва: Пищепромиздат, 1962. 396 с.
18. Гаврилов Г. Б. Комплексная переработка сыворотки с целью создания нового поколения // *Молочная промышленность*. 2005. № 12. С. 42.
19. Гаврилова Н. Б., Мяло С. В. Низколактозный молочный напиток // *Молочная промышленность*. 2005. № 12. С. 44.
20. Гапонова Л. В., Полежаева Т. А., Волотовская Н. В. Переработка и применения молочной сыворотки // *Молочная промышленность*. 2001. № 1. С. 52–53.

21. Генералова Н. А., Лихоцкая С. В. Напиток *Биогран* из молочной сыворотки // Молочная промышленность. 2003. № 2. С. 39–40.
22. Дыкало Н. Я. Еще раз о молочной сыворотке // Молочная промышленность. 2006. № 10. С. 72.
23. Инихов Г. С., Брио Н. П. Методы анализа молока и молочных продуктов. Москва: Пищевая промышленность, 1971. 424 с.
24. Козлов С. Г. Продукты функционального назначения на основе молочной сыворотки // Молочная промышленность. 2003. № 6. С. 57–58.
25. Козлов С. Г., Просеков А. Ю., Кааль Н. В. Свойство макроколюидов пектина в присутствии творожной сыворотки // Молочная промышленность. 2005. № 11. С. 45.
26. Кравченко Э. Ф. Использование молочной сыворотки в России и за рубежом // Молочная промышленность. 2005. № 4. С. 56–58.
27. Кравченко Э. Ф., Незнанов Ю. А. Переработка молочной сыворотки в России // Молочная промышленность. 2006. № 6. С. 13–4.
28. Липатов Н. Н. Рыночная концепция полного и рационального использования молочной сыворотки // Молочная промышленность. 2006. № 6. С. 7–12.
29. Моисеева Ю. А., Лупинская С. М. Сывороточный фитонапиток с экстрактом мелисы // Молочная промышленность. 2005. № 6. С. 73.
30. Наймушина Е. Г., Зайко Г. М. Технология плодовоовощных соусов с молочной сыворотки и пектина // Пищевая технология. 2001. № 1. 46 с.
31. Остроумов Л. А., Попов А. М., Козлов С. Г. Срок хранения структурированных сывороточных продуктов // Молочная промышленность. 2001. № 1. С. 50.
32. Панасенко Н. А., Козлов С. Г., Шебукова А. С. и др. Гелеобразные продукты из сыворотки и черной смородины // Молочная промышленность. 2007. № 2. С. 44.
33. Шах Н. Сухая сыворотка и гидролизованная лактоза в Йогуртах из восстановленного молока // Молочная промышленность. 2001. № 1. С. 51–52.

Sigita Urbienė, Lina Budrytė

INFLUENCE OF DRY WHEY ON SOUR MILK PROPERTIES

Summary

The biological value of sour milk – a daily product of wide usage – increases when it is enriched with valuable mineral substances, small-dispersive (unique) albumens and a carbohydrate – lactose. Addition of dry whey up to 2% increases the content of irreplaceable amino acids and mineral substances. The total amount of irreplaceable amino acids increased by 1068 mg/l, while the total amount of mineral substances increased by 1727 mg/l (including increase of calcium by 220 mg/l, potassium 280 mg/l, sodium 220 mg/l). Addition of dry whey up to 2% did not change the traditional sensory properties of sour milk. When dry whey had been added, the content of free volatile acids increased in sour samples, the viscosity of the structure of sour gel decreased a little, but the immobilization possibilities of whey increased. Addition of 1% of dry whey decreased the free emission of whey in the process of syneresis (in 2 hours) by 6% and of 2% by 17%. The change of physical-chemical indexes during the storage of sour samples (the content of free volatile acids in the beginning of storage (up to 2 days) increased and later started to decrease). The change of the structure of acid gel occurs in two stages. In the beginning of storage (in the first two days) the structure becomes more solid, while later it starts to weaken. After 2 hours, the amount of whey emitted from the structure of sour gel decreased. The emission of whey in all the samples during storage decreased almost similarly – by 12%. It means that the consolidation of the structure is mainly influenced by the relations between particles of the casein complex.

Key words: dry whey, lactose, sour gel, viscosity, syneresis, size of casein particles, sourness