

## Prebiotinių skaidulų *Fibregum* įtaka jogurto sineretinėms ir reologinėms savybėms

Meilutė Kulikauskienė, Vilma Speičienė

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

Tirta funkcionaliojo maisto komponento – prebiotinių skaidulų *Fibregum* – įtaka laboratorinėmis ir pramoninėmis sąlygomis gaminto jogurto sineretinėms ir reologinėms savybėms. Pasirinktas tyrimų objektas – kitokių raugo kultūrų jogurtas, kai vietoj tradicinių *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* naudotos *Lactobacillus acidophilus* kultūros. Nustatyta, kad maistines skaidulas *Fibregum* galima pridėti skirtingose jogurto technologijos proceso stadijose: į pieną prieš pasterizavimą ir į jau suraugintą produktą. Nustatyta prebiotinių skaidulų *Fibregum* įtaka fizikinėms cheminėms, sineretinėms, struktūrinėms mechaninėms jogurto savybėms bei jų pokyčiams produkto laikymo metu. Maistinės skaidulos *Fibregum* jogurto rūgštingumui ir jo kitimui produkto laikymo metu įtakos neturėjo, tačiau pagerino sineretinį jogurto patvarumą, tuo pačiu ir vartotojiškas savybes. Maistinės skaidulos *Fibregum*, ištirpintos piene prieš pasterizavimą (1–2 %) ar jau suraugintame produkte (1–3 %), žymios įtakos klampos pakitimui jogurto mėginiams taikyto greičio gradientų intervale neturėjo. Dviejų biologiškai vertingų komponentų – prebiotinių maistinių skaidulų *Fibregum* ir probiotinių bakterijų *Lactobacillus acidophilus* La-5 ir *Bifidobacterium* Bb-12 – naudojimas kartu leido sukurti didesnės biologinės vertės bei aukštos vartotojiškos kokybės sinbiotinio produkto technologiją.

**Raktažodžiai:** prebiotikai, probiotikai, sinbiotikai, tirpiosios maistinės skaidulos, oligosacharidai, polisacharidai, akacijų sakai, jogurtas, klampa, sinerezė.

### Įvadas

Maisto pramonės vystymosi strateginė kryptis susijusi su tokiais produktais, kurie be savo maistinės vertės pasižymi dar ir teigiamu poveikiu sveikatai. Tarp pagrindinių funkcionaliojo maisto komponentų yra ir maistinės skaidulos. Dėl per mažo skaidulų vartojimo sutrikdoma daugelio organizmo funkcijų veikla. Išsivysčiusių šalių gyventojas kasdien suvartoja vidutiniškai nuo 10 iki 20 g skaidulų per dieną [1], Lietuvoje – 14–18 g per dieną [2], kai Pasaulinė sveikatos organizacija rekomenduoja jų per dieną suvartoti 25–30 g [1]. Efektyvus tirpiųjų skaidulų kasdien suvartojamas kiekis turėtų sudaryti nuo 10 iki 15 g, o suvartojama jų vidutiniškai tik apie 3–4 g per dieną [1]. Toks maistinių skaidulų lyginamojo svorio sumažėjimas žmogaus racione kartu su kitais neigiamais šiuolaikinės gyvenamosios veiksniais turėjo įtakos gerokai padidėjusiam skaičiui sergančiųjų vadinamosiomis „civilizacijos“ ligomis.

Išskirtinę vietą tarp visų biologiškai vertingų maisto komponentų užima maistinės skaidulos – prebiotikai, kuriuos Amerikos mokslininkai įvardija kaip vieną svarbiausių XX amžiaus mitybos ir žarnyno mikrokologijos pasiekimų [3]. Prebiotikus

pirmasis apibūdino R. Gibsonas, jiems priskirdamas žmogaus žarnyne neabsorbuojamas, bet naudingų žarnyno mikrofloros atstovų augimą skatinančias ir (arba) jų metabolizmą aktyvinančias medžiagas [4]. Prebiotikams priskiriamos vandenyje tirpios maistinės skaidulos – nevirškinamieji oligosacharidai ir polisacharidai. Nevirškinamaisiais jie pavadinti todėl, kad žmonių ir gyvulių organizme nėra juos hidrolizuojančių fermentų, jie nesuskaidomi plonajame žarnyne ir storąją žarną pasiekia nepakeisto pavidalo, kur tampa bifidobakterijų ir kitų naudingų mikroorganizmų maistu, stimuliuoja normalios mikrofloros augimą bei aktyvumą. Yra žinoma, kad patogeniniai mikroorganizmai neišskiria prebiotikus skaldančių fermentų [5].

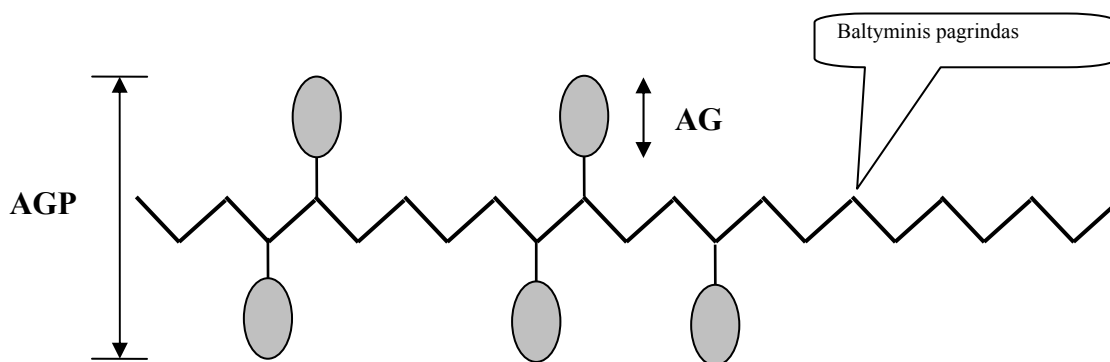
Prebiotinės maistinės skaidulos, stimuliuodamos probiotikų veiklą, organizmui teikia ir daugybę kitų teigiamų efektų, iš esmės gerinančių sveikatą ir charakterizuojančių jas kaip biologiškai aktyvias substancijas. Prebiotinės maistinės skaidulos stimuliuoja mineralinių medžiagų absorbciją bei sustiprina kaulus, slopina toksiškų medžiagų susidarymą ir pagreitina toksinių metabolitų pašalinimą, trukdo susidaryti antrinėms tulžies rūgštims, pasižymi antikancerogeniniu efektu [5].

Mokslas apie prebiotikus kol kas yra pradinėje vystymosi stadijoje, prebiotikų tyrimai pastaruosius dešimt metų ypač intensyviai vykdomi. Pastaruoju metu aktyviai tyrinėjama svarbi prebiotikų savybė – jų gebėjimas sumažinti angliavandenių ir lipidų absorbciją žarnyne, taip normalizuojant gliukozės ir lipidų kiekį kraujyje, kas ypač aktualu sergantiems diabetu [4].

Vienas iš maisto pramonėje naudojamų prebiotikų tai – akacijos (*Acacia Gum*) medžio sakų produktai. Jie žinomi įvairiais vardais: Gum Arabic arba *Acacia Gum* (*Codex Alimentarius*, Roma 2000). Akacijų sakai – tai Jungtinio FAO/WHO maisto priedų ekspertų komiteto (JECFA) pripažintas maisto priedas, kurio kasdienė dozė neribojama. JAV Maisto ir vaistų administracija (FDA) akacijų

sakams suteikė GRAS („iš esmės sveikas ir saugus“) statusą. Jie registruoti JAV maisto chemijos kodekse (FCC) ir turi Nr. 1841330. Europoje akacijų sakai taip pat pripažinti kaip maisto priedas (Nr. E 414), naudojamas pagal principą „*quantum satis*“ (tiek, kiek reikia) [6].

Dėl savo specifinės sandaros ši medžiaga yra vienas geriausių skaidulinių dietinių prebiotikų. Nustatyta, kad akacijų sakai sudaryti iš arabinogalaktano (AG) (89–98 %), arabinogalaktoproteino (AGP) (1–10 %), glikoproteinų (GP) (mažiau 1 %), baltymų (1–2 %) ir pelenų (polifenoliai, kalis, kalcis, magnis ir t. t.) (3–4 %), bei yra išsišakojusios ir kompaktinės struktūros (1 pav.) [6].



1 pav. Akacijų sakų molekulinė struktūra

Akacijų sakai tarp kitų maisto priedų turi didžiulį pranašumą – atitinka nevirškinamųjų maistingų skaidulų savybes. Taigi akacijų sakai neišsavinami plonojoje žarnoje. Storojoje žarnoje bakterinių fermentų veiklos dėka vyksta akacijų sakų hidrolizė, kurios produktai: arabinozė, galaktozė, ramnozė, gliukurono rūgštis. Sacharidų fermentacijos metu susidaro tarpiniai produktai (skruzdžių, gintaro, pieno rūgštys) ir galutiniai produktai: trumpos grandinės riebalų rūgštys, dujos. Dėl šių procesų, žemėja terpės pH, didėja biomasė (pieno rūgšties bakterijos ir bifidobakterijos) [6]. Akacijų sakai dėl didelės molekulinės masės ir išsišakojusios struktūros storojoje žarnoje fermentuojami daug lėčiau už kitas skaidulas ir gerai organizmo toleruojami vartojant net 50 g per dieną [6].

Šių skaidulų pritaikymą maisto pramonėje taip pat lemia jų fizikinės cheminės savybės bei geros technologinės charakteristikos: tirpumas vandenyje, mažas klampumas, didelis molekulinis svoris,

išsišakojusi kompaktinė struktūra, patvarumas rūgščioje aplinkoje, gebėjimas sulaikyti vandenį, spalvos bei kvapo nebuvimas.

Jeigu probiotikai daugiausia naudojami pieno pramonėje, tai prebiotikai gali būti pritaikomi ir daugeliui kitų maisto produktų grupių: konditerijos, vaisių, duonos ir pyrago, mėsos, gėrimų. Ypač tikslinga pramoniniu būdu gaminamus skaidulinio tipo nevirškinamuosius oligosacharidus pridėti į probiotinių mikroorganizmų turinčius produktus (įvairius raugintus pieno produktus, vaikų mitybai skirtus produktus ir kt.) ir taip gaminti sinergetinius poveikiu pasižyminčius sinbiotinius produktus. Tokių produktų laikymo metu juose esantys prebiotikai turi reikšmingos įtakos bifidobakterijų gyvybingumui [7].

Pastaruoju metu rinkoje vis dažniau pristatomi nauji, žmogaus organizmui naudingesni, tačiau sudėtingesni produktai [8, 9]. Kadangi naudojant prebiotikus įvairių produktų gamyboje, reikia

įvertinti ne tik tikėtiną naudą vartotojų sveikatai, bet ir parinkti tinkamas jų rūšis, nustatyti racionalų į produktą dedamą kiekį, galimus pokyčius technologinio proceso ir laikymo metu, todėl aktualūs ir su šiais aspektais susiję mokslinio tyrimo darbai.

Darbo tikslas – ištirti prebiotinių savybių turinčių akacijų sakų maistinių skaidulų *Fibregum* įtaką jogurto sineretinėms ir reologinėms savybėms.

### Tyrimo objektai ir metodai

Tyrimų objektu buvo pasirinktas daugelyje šalių populiariausias raugintas pieno produktas – jogurtas, kurio gamyba kasmet didėja taip pat ir Lietuvoje. Tradicinis jogurtas – tai produktas, kurį gaminant pienas rauginamas simbiotinių *S. thermophilus* ir *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kultūrų raugu [10]. Kitokių raugo kultūrų jogurtas – tai produktas, kurį gaminant pienas rauginamas *S. thermophilus* ir kitomis *Lactobacillus* genties rūšių kultūromis [10]. Biologiškai vertingam aukštos vartotojiškos kokybės jogurtui sukurti buvo pasirinktas mišraus rauginimo būdas. Jo metu rauginti pieno produktai gaminami kartu vartojant probiotines ir pieno rūgšties bakterijas. Eksperimentų metu buvo vartoti Chr. Hanseno firmos (Danija) raugai, kurių sudėtyje yra probiotinių kultūrų padermės – *Lb. acidophilus* La-5 ir *Bifidobacterium* Bb-12. Vartota: raugas, susidedantis iš *Streptococcus thermophilus*, *Lb. acidophilus*, *Bifidobacterium*, ir mezofilinių laktokokų raugas, susidedantis iš *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *L. lactis* subsp. *cremoris*, *L. lactis* subsp. *lactis* (biovar. *diacetylactis*), *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*. Pieniui užraugti vartotas toks bendras raugų kiekis: 1000 litrų mišinio užraugiama 100 u (u – aktyvumo vienetas) raugais. Santykis tarp raugų 3:1.

Kaip prebiotikas vartotos Colloides Naturels International (Prancūzija) kompanijos akacijų sakų maistinės skaidulos – pramoninis produktas *Fibregum*.

Tirti laboratorinėmis ir pramoninėmis sąlygomis gaminto jogurto mėginiai.

Jogurtas laboratorijoje gamintas iš pasterizuoto, homogenizuoto 2,5 % riebumo pieno pagal tokią technologinę schemą: pienas → pasterizavimas (90–95 °C, 3–5 min) → atšaldymas iki rauginimo temperatūros (30±2) °C → užraugimas (30±2) °C → rauginimas iki pH 4,5–4,6 (30±2) °C → išmaišymas → greitas atšaldymas iki 20 °C → laikymas (6 °C).

Jogurtas su prebiotinėmis maistinėmis skaidulomis pramoninėmis sąlygomis gamintas pagal

tokią pat technologinę schemą. Maistinės skaidulos į pieno sistemą buvo pridėdamos skirtingose technologijos proceso stadijose: į pieną prieš pasterizavimą ir į jau suraugintą produktą, kur buvo ištirpinamos maišant.

Pramoninėmis sąlygomis jogurtas su 3 % *Fibregum*, ištirpinto suraugintame produkte, buvo gaminamas Bariūnų ŽŪB pieno ceche.

Tirti švieži ir 7 paras (kai kuriais atvejais – 14 parų) 6 °C temperatūroje laikyti jogurto mėginiai.

Fizikiniai ir cheminiai tyrimų objektų rodikliai nustatyti standartiniais metodais, aktyvusis rūgštingumas – pH-metru Denver Basic, titruojamasis rūgštingumas – pagal LST ISO 11869:2003. *Jogurtas. Titruojamojo rūgštingumo nustatymas. Potencimetrinis metodas* (tapatus ISO 11869:1997); sineretinės savybės – filtravimo ir centrifugavimo metodais, matuojant išsiskyrusių išrūgų kiekį po centrifugavimo (2000 min<sup>-1</sup>, 20 min, 50 g arba 25 g mėginio) ir filtravimo (25 ml mėginio supilama į filtriniu popieriumi išklotą piltuvėlį, išrūgos renkamos į matavimo cilindrus) ir stebint produkto paviršių laikymo metu; reologinės sutraukos savybės – rotaciniu viskozimetru Rheotest-2 (Vokietija), taikant S/S<sub>1</sub> matavimo cilindrų sistemą. Nustatytas rūgštinės sutraukos klampos kitimas priklausomai nuo poslinkio greičio gradiento, kuris keistas 3–1312 s<sup>-1</sup> ribose, temperatūrai matavimo pradžioje esant 8 °C, pabaigoje – 10 °C.

Straipsnyje pateikti vidutiniai 3–5 bandymų rezultatai.

### Rezultatai ir jų aptarimas

Pradiniame darbo etape tirtas į pieno sistemą pridėtų skirtingo maistinių skaidulų kiekio stabilumas dėl pasterizacijos režimų poveikio. Į pieną dėta 1, 2, 2,5 ir 3 % maistinių skaidulų *Fibregum*, maišant jos ištirpintos, ir po to mišinys buvo pasterizuotas. Nustatyta, kad pasterizuoti jogurto gamybai skirtą mišinį su skaidulomis galima tik tuo atveju, kai jų kiekis piene neviršija 2 %. Mėginiai su didesniu skaidulų kiekiu (2,5 ir 3 %) dėl pieno baltymų bei skaidulų polisacharidų nesuderinamumo aukštoje temperatūroje nebuvo stabilūs – baltymai denatūravosi.

Duomenys apie skirtingo *Fibregum* kiekio, ištirpinto pieno sistemoje skirtingose jogurto gamybos stadijose, įtaką aktyviajam rūgštingumui ir jo pokyčiams pateikti 1 lentelėje. Visi mėginiai užraugti vienodai ir rauginami 13,5 h.

Trijų pramoninių gamybų jogurto fizikiniai cheminiai rodikliai pateikti 2 lentelėje.

**1 lentelė.** *Fibregum* ir jo ištirpinimo stadijos įtaka 2,5 % riebumo jogurto aktyviajam rūgštingumui ir jo pokyčiams

<i>Fibregum</i> ištirpinimo stadija	<i>Fibregum</i> kiekis, proc.	Jogurto aktyvusis rūgštingumas, pH			Aktyv. rūgšt. pokyčiai, pH	
		šviežio	po 7 parų	po 14 parų	per 7 paras	per 14 parų
–	–	4,52	4,36	4,17	0,16	0,35
Piene prieš pasterizavimą	1	4,49	4,37	4,19	0,12	0,30
	2	4,46	4,36	4,20	0,10	0,26
Suraugintame produkte	1	4,54	4,37	4,14	0,17	0,4
	2	4,52	4,37	4,16	0,15	0,36
	3	4,53	4,39	4,19	0,14	0,34

**2 lentelė.** Pramoninės gamybos jogurto (2,5 % riebumo, 3 % *Fibregum*) fizikiniai cheminiai rodikliai

Gamybos Nr.	Sausosios medžiagos, proc.	Šviežio		Po 7 parų		Rūgštingumo pokyčiai (per 7 paras)	
		Rūgštingumas		Rūgštingumas		aktyv., pH vnt.	titruojamojo, °T
		aktyv., pH vnt.	titruojamasis, °T	aktyv., pH vnt.	titruojamasis, °T		
1	14,28	4,63	90	4,47	93	0,16	3,0
2	13,95	4,44	93	4,43	94	0,01	1,0
3	13,90	4,65	90	4,58	92	0,07	2,0
<i>Vid.</i>	14,04±0,21	4,57±0,12	91±1,7	4,49±0,08	93±1	0,08±0,08	2±1

Iš 1 ir 2 lentelėse pateiktų duomenų matyti, kad maistinės skaidulos *Fibregum* ir jų ištirpinimo stadija technologiniame procese neturėjo įtakos jogurto rūgštingumui bei jo pokyčiams produkto laikymo metu. Įdėto į jogurtą *Fibregum* įtakos pH pokyčiams nenustatyta ir kitų mokslininkų darbe [11].

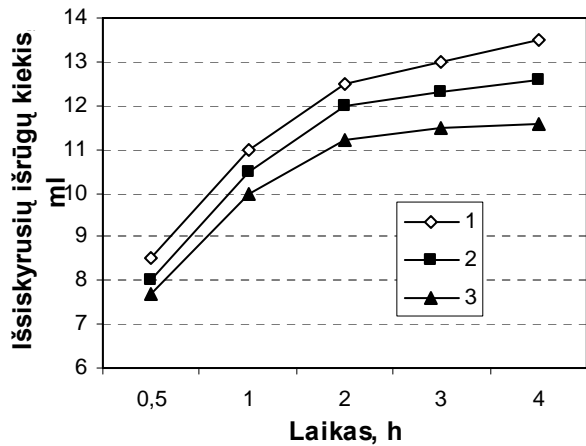
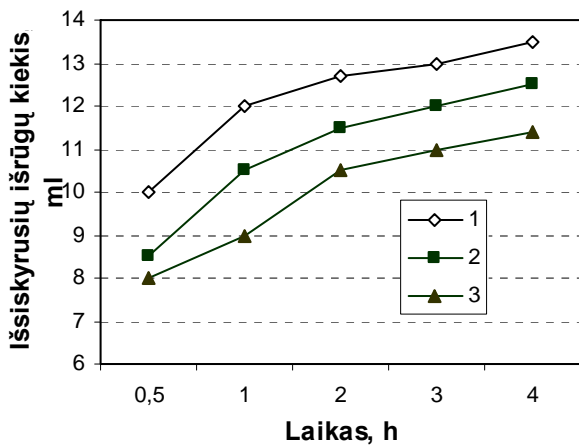
Jogurto kokybei didelę reikšmę turi struktūrinės mechaninės bei sineretinės sutraukos savybės [12]. Cheminė pieno sudėtis, baltymų ir kalcio koncentracija, pieno pH, temperatūriniai atskirų operacijų režimai, homogenizacijos procesas bei jo sąlygos, raugo mikroorganizmų rūšinė sudėtis ir kt. – tai veiksniai, turintys įtakos sutraukos klampai ir

sinerezei. Gaminant jogurtą, labai svarbus maksimalus jo susidariusios sutraukos stabilumas. Vartotoją visada nemaloniai veikia virš jogurto paviršiaus išsiskyrusios išrūgos. Todėl pridėdant į pieno sistemą naują komponentą tenka įvertinti jo poveikį sutraukos stabilumui. Duomenys apie maistinių skaidulų *Fibregum* įtaką jogurto sineretinėms savybėms pateikti 3, 4 lentelėse ir 2, 3 bei 4 paveiksluose.

Pramoninėmis sąlygomis pagaminto jogurto sineretinės savybės apibūdinantys rodikliai, nustatyti centrifuguojant ir filtruojant, pateikti 4 lent. ir 4 pav.

**3 lentelė.** *Fibregum* įtaka jogurto sineretinėms savybėms (nustatyta centrifuguojant)

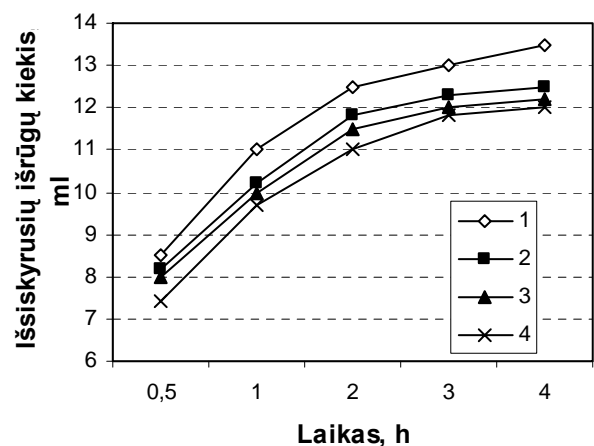
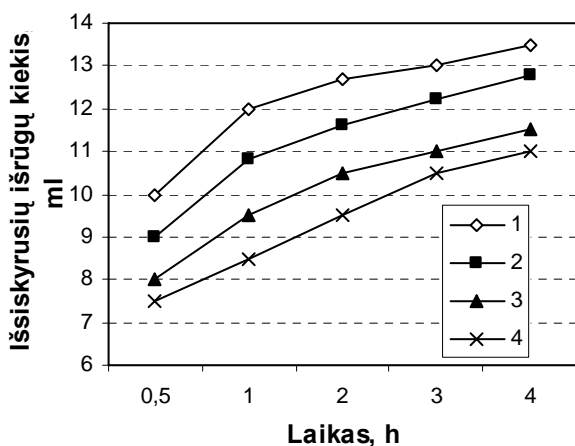
<i>Fibregum</i> ištirpinimo stadija	<i>Fibregum</i> kiekis, proc.	Iš jogurto išsiskyrusių išrūgų kiekis			
		šviežio		14 parų laikyto	
		g	proc.	g	proc.
–	–	8,2±0,03	32,8	7,0±0,03	28,0
Piene prieš pasterizavimą	1	5,6±0,03	22,4	4,8±0,03	19,2
	2	4,2±0,02	16,8	3,8±0,02	15,2
Suraugintame produkte	1	6,6±0,02	26,4	4,7±0,03	18,8
	2	4,6±0,03	18,4	4,0±0,02	16,0
	3	3,4±0,02	13,6	3,2±0,03	12,8



a)

b)

**2 pav.** Piene prieš pasterizavimą ištirpinto *Fibregum* įtaka šviežio (a) ir 14 parų išlaikyto (b) jogurto sineretinėms savybėms (nustatyta filtruojant): 1 – mėginys be *Fibregum*; 2 – mėginys su 1,0 % *Fibregum*; 3 – mėginys su 2,0 % *Fibregum*



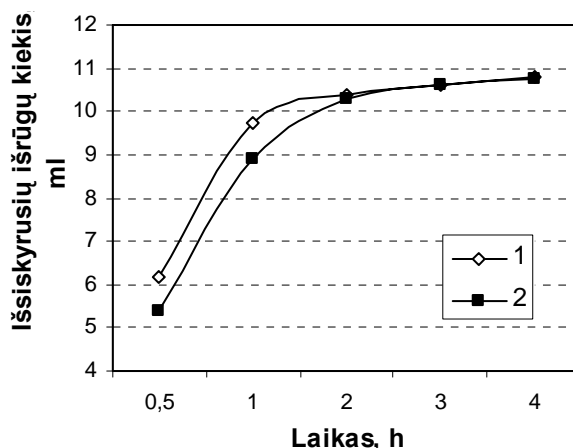
a)

b)

**3 pav.** Suraugintame jogurte ištirpinto *Fibregum* įtaka šviežio (a) ir 14 parų laikyto (b) jogurto sineretinėms savybėms (nustatyta filtruojant): 1 – mėginys be *Fibregum*; 2 – mėginys su 1,0 % *Fibregum*; 3 – mėginys su 2,0 % *Fibregum*; 4 – mėginys su 3,0 % *Fibregum*

**4 lentelė.** Pramoninės gamybos jogurto (2,5 % riebumo, 3 % *Fibregum*) sineretinės savybės (nustatyta centrifuguojant)

Gamybos Nr.	Iš jogurto išsiskyrusių išrūgų kiekis			
	šviežio		po 7 parų	
	g	proc.	g	proc.
1	1,45	5,8	1,20	4,8
2	1,65	6,6	1,44	5,76
3	1,55	6,2	1,35	5,4
<i>Vid.</i>	1,55±0,1	6,2±0,4	1,33±0,12	5,32±0,49



4 pav. Pramoninės gamybos jogurto (2,5 % riebumo, 3 % *Fibregum*) sineretinės savybės:  
1 – šviežio, 2 – išlaikyto 7 paras

Iš pateiktų duomenų matyti, kad į pieno sistemą pridėtos maistinės skaidulos *Fibregum* turėjo įtakos centrifuguojant ir filtruojant nustatytam išsiskyrusių išrūgų kiekiui. Filtruojant 4 valandas šviežio ir 14 parų išlaikyto jogurto su 3,0 % maistinių skaidulų mėginiais, išsiskyrusių išrūgų kiekis buvo atitinkamai 18,5 ir 11,1 % mažesnis negu kontrolinio mėginio. Centrifugavimo būdu iš šviežio ir 14 parų išlaikyto jogurto mėginių su 2,0 % maistinių skaidulų, ištirpintų piene prieš pasterizavimą, išsiskyrusių išrūgų kiekis lyginant su kontroliniu atitinkamai sumažėjo 16,0 ir 12,8 %, iš mėginio su 3,0 % maistinių skaidulų, ištirpintų suraugintame produkte, atitinkamai – 19,2 ir 15,2 %.

Įvertinant tai, kad taikyti centrifugavimo ir filtravimo tyrimo metodai nevisiškai apibūdina laikymo įtaką produkto stabilumui, vizualiai stebėtas laikomo produkto paviršius. Išpilstyti į hermetiškai uždarytus 0,5 ml talpos stiklinius indus jogurto mėginiai laikyti 6 °C temperatūroje 14 parų (pramoninės gamybos – 7 paras). Vizualiai pastebėta, kad virš kontrolinio mėginio jogurto paviršiaus yra susidaręs išsiskyrusių išrūgų sluoksnelis, mėginiuose, kai 1 ir 2 % *Fibregum* buvo ištirpinti piene prieš pasterizavimą, taip pat yra šiek tiek išrūgų (mažiau negu virš kontrolinio), o virš visų jogurto mėginių, kur skaidulos buvo ištirpintos jau suraugintame produkte, jokių išsiskyrusių išrūgų nepastebėta.

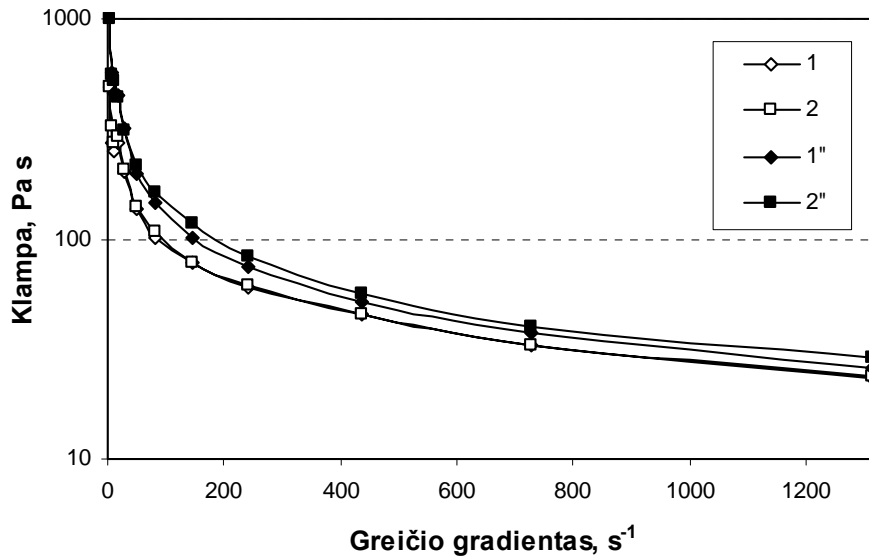
Iš reologinių jogurto savybių buvo pasirinkta klampa, kaip vienas svarbiausių parametru, apibūdinančių jo technologines ir vartotojiškas savybes. Visų tiriamų mėginių klampos priklausomybė nuo deformacijos greičio  $\eta=f(D_r)$  savo pobūdžiu priskirtina struktūrą turinčių sistemų kreivėms. Didinant deformacijos greitį, jogurto struktūra ardoma nevienodai ir klampa mažėja netolygiai. Esant mažoms greičio gradiento

reikšmėms, jogurtas iš dalies atstato savo struktūrą, esant didelėms – jogurto struktūra suardoma labai greitai. Kai deformacijos greitis didesnis, klampos kitimo greitis mažesnis ir visų tirtų mėginių beveik vienodas.

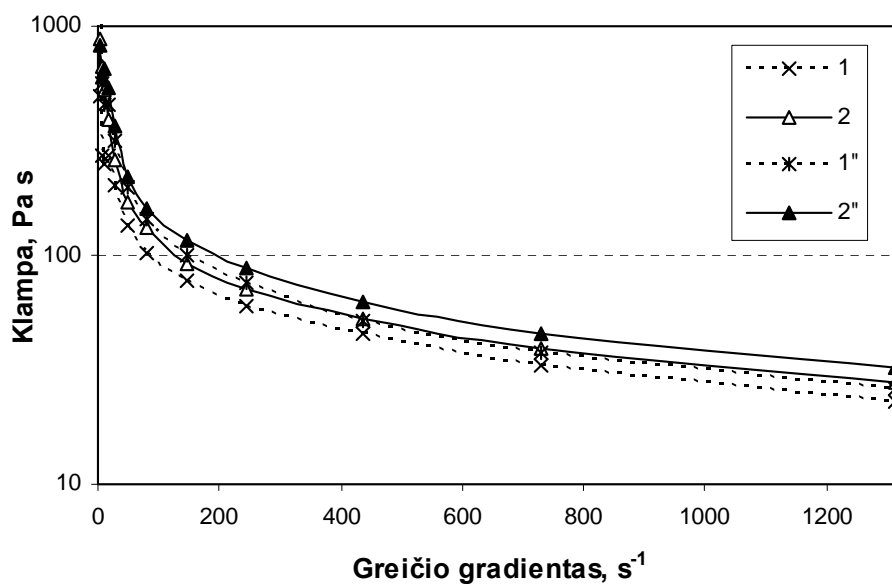
Iš 5 pav. pateiktų klampos priklausomybės nuo deformacijos greičio kreivių matyti, kad į pieno sistemą pridėtas 1 % maistinių skaidulų *Fibregum* žymios įtakos šviežio jogurto klampos pakitimui mėginiams taikyto greičio gradientų intervale neturėjo.

Kaip matyti iš 6 pav., jau į suraugintą jogurtą įdėtas *Fibregum* jo klampą lyginant su kontroliniu mėginiu nežymiai padidino. Mėginių klampą išmatavus po 14 parų nustatytas nedidelis jos padidėjimas tiek kontroliniame mėginyje, tiek mėginyje su *Fibregum* (5, 6 pav.). Tai galima būtų paaiškinti laikymo metu padidėjusiu produkto rūgštingumu (2 lent.) bei jo nulemtu stipresniu baltymų tinklo susidarymu. Jogurto klampa laikymo metu šiek tiek gali padidėti ir dėl raugo bakterijų gaminamų egzopolisacharidų, kurie taip pat įsijungia į baltymų tinklą ir taip dalyvauja formuojant jogurto tekstūrą [13]. Jogurto klampos padidėjimas laikymo metu nustatytas ir kituose darbuose [14, 15].

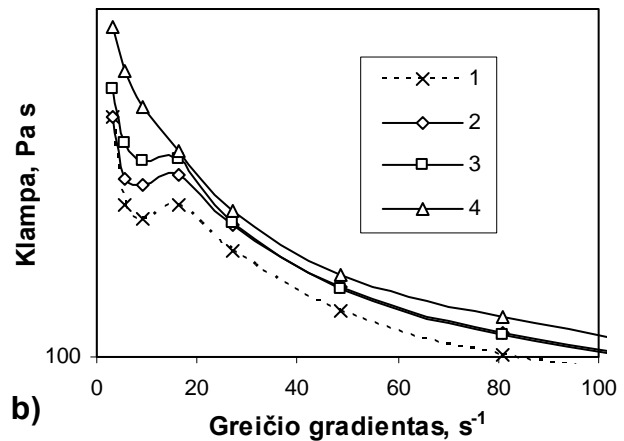
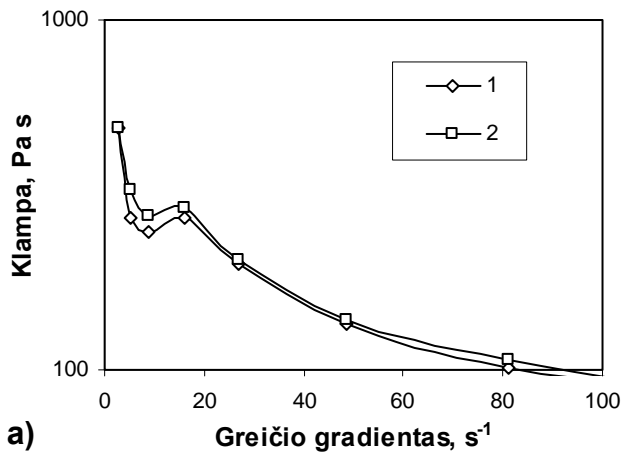
*Fibregum* kiekio įtaka jogurto klampai esant mažoms greičio gradiento vertėms, kai mėginių struktūra dar nėra visiškai suardyta, pateikta 7 pav. Nepriklausomai nuo gamybos etapo, kurio metu ištirpinamas *Fibregum*, t. y. piene prieš pasterizaciją ar jau suraugintame produkte, galime pastebėti, kad mėginių klampa šiek tiek padidėja. Tai būtų galima paaiškinti didesniu sausų medžiagų kiekiu jogurto mėginiuose su įdėtomis maistinėmis skaidulomis. Kitų mokslininkų darbe nustatyta, kad į jogurtą pridėtas *Fibregum* (1,5 %) produkto klampos pakitimams įtakos neturėjo [11].



5 pav. Piene prieš pasterizavimą ištirpinto *Fibregum* įtaka šviežio ir 14 parų laikyto jogurto klamos priklausomybei nuo greičio gradiento: 1 – mėginys be *Fibregum*; 2 – mėginys su 1,0 % *Fibregum*; 1'' – mėginys be *Fibregum* po 14 parų; 2'' – mėginys su 1,0 % *Fibregum* po 14 parų



6 pav. Suraugintame produkte ištirpinto *Fibregum* įtaka šviežio ir 14 parų laikyto jogurto klamos priklausomybei nuo greičio gradiento: 1 – mėginys be *Fibregum*; 2 – mėginys su 3,0 % *Fibregum*; 1'' – mėginys be *Fibregum* po 14 parų; 2'' – mėginys su 3,0 % *Fibregum* po 14 parų



**7 pav.** *Fibregum* įtaka šviežio jogurto klamos priklausomybei nuo greičio gradiento (esant mažoms jo vertėms), kai: a) *Fibregum* ištirpintas piene prieš pasterizaciją: 1 – mėginys be *Fibregum*; 2 – mėginys su 1,0 % *Fibregum*; b) *Fibregum* ištirpintas suraugintame jogurte: 1 – mėginys be *Fibregum*; 2 – mėginys su 1,0 % *Fibregum*; 3 – mėginys su 2,0 % *Fibregum*; 4 – mėginys su 3,0 % *Fibregum*

Išmatavus pramoniniu būdu pagaminto jogurto šviežių bei 7 paras laikytų mėginių klamos kitimo nuo greičio gradiento priklausomybes žymių pokyčių nenustatyta.

#### Išvados

1. Maistines skaidulas *Fibregum* galima pridėti skirtingose jogurto technologijos proceso stadijose: į pieną prieš pasterizavimą ir į jau suraugintą produktą. Į pieną prieš pasterizavimą galima pridėti iki 2 % maistinių skaidulų *Fibregum*. Norint produktą papildyti didesniu *Fibregum* kiekiu, jas reikia pridėti į jau suraugintą produktą ir jame maišant ištirpinti. Maistinėmis skaidulomis papildyti jau suraugintą produktą racionaliau ir dėl to, kad tokiu būdu lengviau kontroliuoti įdedamą jų faktinį kiekį.
2. Maistinės skaidulos *Fibregum* jogurto rūgštingumui ir jo kitimui produkto laikymo metu įtakos neturėjo.
3. Mėginius centrifuguojant, filtruojant ir vizualiai stebint nustatyta, kad skirtingose jogurto gamybos technologijos proceso stadijose ištirpintos maistinės skaidulos pagerino sineretines, tuo pačiu ir vartotojiškas, šviežio bei 14 parų laikyto produkto savybes.
4. Visų tirtų jogurto mėginių klamos priklausomybė nuo deformacijos greičio savo pobūdžiu priskirtina struktūrą turinčių sistemų kreivėms. Maistinės skaidulos *Fibregum*, ištirpintos piene prieš pasterizavimą ar jau suraugintame produkte, žymios įtakos klamos pakitimui mėginiams taikyto greičio gradientų

intervale neturėjo. Po 14 parų jogurto laikymo nustatytas nedidelis visų jogurto mėginių klamos padidėjimas.

#### Literatūra

1. **Ohr L. M.** Nutraceuticals & Functional Foods. Fortifying with Fiber // *Food Technology*. 2004. Vol. 58, No. 2. P. 71–75.
2. **Kadziauskienė K., Bartkevičiūtė R., Olechnovich M., Viseckienė V., Abaravičius A., Stukas R.** Suaugusių Lietuvos žmonių gyvenimo ir faktinės mitybos tyrimas 1997–1998 m. Vilnius. LR sveikatos apsaugos ministerija. Respublikinis mitybos centras. V., 1999. 92 p.
3. **Шевелева С. А.** Максимально полезные пребиотики // [www.pitanie-conf.ru](http://www.pitanie-conf.ru).
4. **Gibson G. R., Robertfroid M. B.** Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics // *Journal of Nutrition*. 1995. Vol. 125. P. 1401–1412.
5. **Tomomatsu H.** Health effects of oligosaccharides // *Food Technology*. 1994. Vol. 48, No. 10. P. 61–65.
6. **Fibregum.** The natural health – promoting Acacia fibre. Scientific file. CNI (Colloides Naturels International). 2003. 52 p.
7. **Varga L., Szigeti J., Csengeri E.** Effect of oligofructose on the microflora of ABT-type fermented milk during refrigerated storage // *Milchwissenschaft*. 2003. Vol. 58. P. 55–58.
8. **Ohr L. M.** Improving the gut feeling // *Food Technology*. 2002. Vol. 56, No. 10. P. 67–70.
9. **Sloan A. E.** Healthier, heartier, and more-sophisticated products exhibited // *Food Technology*. 2003. Vol. 57, No. 9. P. 64–69.
10. Raugintų pieno gaminių kokybės reikalavimai // *Valstybės žinios*. 2005. Nr. 90. P. 85–89.



11. **Aryana K. J.** Probiotic, fiber fortified, fat free plain set yogurt // *Milchwissenschaft*. 2006. Vol. 61, No. 3. P. 312–315.
12. **Lucey J. A.** The relationship between rheological parameters and whey separation in milk gels // *Food Hydrocolloids*. 2001. Vol. 15. P. 603–608.
13. **Laws P., Marshall V. M.** The relevance of exopolysaccharides to the rheological properties in milk fermented with ropy strains of lactic acid bacteria // *International Dairy Journal*. 2001. Vol. 11. P. 709–721.
14. **Atsiari M. C., Voutsinas L. P., Kondyli E.** Manufacture of yoghurt from stored frozen sheep's milk // *Food Chemistry*. 2002. Vol. 77. P. 413–420.
15. **Lubbers S., Decourcelle N., Vallet N., Guichard E.** Flavor release and rheology behavior of strawberry fatfree stirred yogurt during storage // *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2004. Vol. 52. P. 3077–3082.

**Padėka.** Autorės dėkoja Lietuvos valstybiniam mokslo ir studijų fondui bei Žemės ūkio ministerijai už suteiktą finansinę pagalbą bei Bariūnų ŽŪB pieno cecho darbuotojams už galimybę gaminti pramoninį jogurtą su prebiotinėmis skaidulomis *Fibregum*.

Pateikta spaudai 2007-04

M. Kulikauskienė, V. Speičienė

#### **IMPACT OF THE PREBIOTIC FIBRE *FIBREGUM* ON THE SYNERESIS AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF YOGHURT**

##### **Summary**

The impact of the functional food component – prebiotic fibre *Fibregum* – on the syneresis and rheological properties of yoghurt made under laboratory and industrial conditions was determined. Yoghurt inoculated with *Lactobacillus acidophilus* (instead of the traditional *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* cultures) was chosen as the object of investigation. It was determined that *Fibregum* can be added to yoghurt at different stages of the technological process: before pasteurization and to cultured product. The effect of prebiotic fibre *Fibregum* on the physico-chemical, textural properties, syneresis of the yoghurt and changes during storage were examined. The use of the dietary fibre *Fibregum* had no effect on the yoghurt acidity and changes during storage but resulted in the increased syneresis stability of the product. There was no significant effect of the dietary fibre *Fibregum* (dissolved before pasteurization (1–2 %) or in the soured product (1–3 %))

on the viscosity of the yogurt samples in the applied range of shear rate.

The use of two biologically valuable components – prebiotic fibre *Fibregum* and probiotic cultures *Lactobacillus acidophilus* La-5 and *Bifidobacterium* Bb-12 – allowed to develop a technology of enriched biological value and a high quality symbiotic product.

**Keywords:** prebiotics, probiotics, simbiotics, soluble dietary fibers, oligosaccharides, polysaccharides, acacia gum, yoghurt, viscosity, syneresis.

M. Куликаускаене, В. Спейчене

#### **ВЛИЯНИЕ ПРЕБИОТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН *FIBREGUM* НА СИНЕРЕТИЧЕСКИЕ И РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЙОГУРТА**

##### **Резюме**

Исследовали влияние функционального компонента пищи – пребиотических волокон *Fibregum* – на синеретические и реологические свойства йогурта, выработанного в лабораторных и промышленных условиях. Выбранный объект исследований – йогурт альтернативных культур, в производстве которого вместо традиционных культур *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* использовались культуры *Lactobacillus acidophilus*.

Установлено, что пищевые волокна *Fibregum* можно добавлять на разных стадиях технологического процесса: в молоко перед пастеризацией и в сквашенный продукт перед окончательным его охлаждением. В работе изучено влияние пребиотических волокон *Fibregum* на физико-химические, синеретические и структурно-механические свойства йогурта, а также на изменения этих свойств во время хранения продукта. Внесение пищевых волокон *Fibregum* не влияло на кислотность и ее изменение во время хранения продукта, но способствовало улучшению синеретической стабильности и тем самым потребительских свойств йогурта. Пищевые волокна *Fibregum*, растворенные в молоке перед пастеризацией (1–2 %) или в уже сквашенном продукте (1–3 %), не оказали значительного влияния на вязкость образцов йогурта (в примененном интервале градиента скорости).

Совместное использование двух биологически полезных компонентов – пребиотических волокон *Fibregum*, а также пробиотических бактерий *Lactobacillus acidophilus* La-5 и *Bifidobacterium* Bb-12 – позволило разработать технологию производства синбиотического йогурта повышенной биологической ценности и высокого потребительского качества.