

Drebučius sudarančių priedų įtaka pieno desertų reologinėms savybėms

D. Leskauskatė, E. Malinauskytė, S. Ramoškienė

Kauno technologijos universiteto Maisto produktų technologijos katedra, Radvilėnų pl. 19, LT-50254, Kaunas; daiva.leskauskaite@ktu.lt

Tirta drebučius sudarančių priedų: karagenino, pektino ir želatinos įtaka pieno desertų reologinėms savybėms. Su visais drebučius sudarančiais priedais pagaminti desertai pasižymėjo pseudoplastiniams bei tiksotropiniams kūnams būdingomis tekėjimo savybėmis. Didinat drebučius sudarančių priedų koncentraciją, pagaminti desertai, kurių klampio G' , elastingumo G'' ir kompleksinis G^* moduliai taip pat didėjo, o klampiai elastingų savybių priklausomybės nuo deformacijos dažnio kreivės parodė, kad visos sistemos gali būti apibūdintos kaip stiprūs geliai, pasižymintys gerai sujungta struktūra. Nustatyta, kad želatinos geliai buvo jautrūs temperatūrai ir 25 °C temperatūroje jų fazių kampas buvo gerokai didesnis už nustatytą 5 °C temperatūroje.

Raktažodžiai: pieno desertas, drebučius sudarantis priedas, reologinės savybės.

Įvadas

Europoje populiarūs tirštos konsistencijos pieno desertai, gaminami iš pieno, cukraus, drebučius sudarančio maisto priedo (dažniausiai polisacharido), dažiklio ir aromatinių medžiagų. Ispanijoje tokie produktai vadinami „natillas“, Prancūzijoje – „creme dessert“, Nyderlanduose – „vanilla vla“, Didžiojoje Britanijoje – „vanilla custard dessert“. Lietuvoje taip pat pradėti gaminti panašūs produktai. Šios produktų grupės reologinės ir juslinės savybės ypatingai priklauso nuo kai kurių sudėtinių dalių, t. y. pieno riebalų, baltymų kiekio bei drebučius sudarančių maisto priedų tipo ir kiekio bei jų tarpusavio sąveikos [1–4]. Mokslinėje literatūroje galima rasti daug duomenų apie krakmolo įtaką pieno desertų reologinėms savybėms [5–7] bei jų pasikeitimus pridėjus tirštinančių priedų. Nustatyta, kad pieno deserto, kuriame kaip tirštiklis vartojamas krakmolo ir karagenino mišinys, reologinės savybės priklauso nuo išbrinkusių krakmolo granulių išskyrimo efekto, kai karageninas sukonzentruojamas nepertraukiamoje produkto vandens fazėje. Tokiu atveju karagenino koncentracija vandens fazėje koreliavo su formuojamo gelio stiprumu, kompleksiniu moduliu ir gelio sudarymo temperatūra. Autoriai padarė išvadą, kad pieno baltymai ir krakmolas neturėjo įtakos produktui, esant didelei deformacijai, kadangi gelio stiprumą gali lemti karagenino koncentracija nepertraukiamoje fazėje [8].

Tiriant pieno desertus, kurių sudėtyje vietoje pieno baltymų buvo vartojamas išrūgų baltymų koncentratas, o kaip drebučius sudarantis priedas – bulvių krakmolas ir karageninas, nustatyta, kad didžiausią įtaką šių desertų reologinėms savybėms turėjo atskirų sudėtinių dalių koncentracija, o technologiniai veiksniai, tokie kaip kaitinimo temperatūra ir laikas, tik nežymiai lėmė desertų gelių stiprumą ir reologines savybes [9].

A. Tarrega su kolegomis paskelbė Ispanijos rinkoje parduodamų septynių pieno desertų „natillas“ reologinių savybių tyrimų rezultatus. Šių produktų gamyboje drebučiams sudaryti buvo vartojami įvairūs polisacharidų mišiniai: modifikuotas krakmolas, karageninas ir ksantano guma; modifikuotas krakmolas, karageninas ir guaro guma; modifikuotas krakmolas, karageninas ir riebalų rūgščių esteriai, modifikuotas krakmolas ir želatina bei kiti. Pieno kilmės sudėtinės dalys šiuose desertuose buvo pusriebis pienas, nugriebtas pienas, grietinėlė, lieso pieno milteliai [10]. Visų tirtų desertų tekėjimo savybės tenkino Carreau modelio reikalavimus ir buvo priskirti pseudoplastinėms medžiagoms. Tiriant klampiai elastingas produktų savybes nustatyta, kad fazių kampo $\tan \delta$ reikšmės didėjo, didėjant deformacijos dažniui, o tai reiškia, kad klampio komponentų įtaka gelio klampiai elastingoms savybėms stiprėjo, kai deformacija buvo didesnė.

Mūsų darbo tikslas buvo nustatyti drebučius sudarančio priedo tipo ir koncentracijos įtaką pieno

desertų reologinėms savybėms, kai produktų gamybai vartojamas vienas drebučius sudarantis komponentas, o ne jų mišiniai. Tokiu būdu mes siekiame išaiškinti įvairių komponentų įtaką pieno desertų tekėjimo bei klampiai elastingoms savybėms bei nustatyti, kaip šių produktų reologinės savybės priklauso nuo jų įprastinės vartojimo temperatūros (5 ir 25 °C).

Medžiagos ir metodai

Šiame darbe tyrimo objektai buvo skirtingos sudėties pieno desertai: 1) nugriebtas pienas (0,01 % riebumo) – 920 g, sacharozė – 60 g, želatina – 12, 14, 16, 18 arba 20 g; 2) nugriebtas pienas (0,01 % riebumo) – 920 g, sacharozė – 60 g, kapakarageninas (Chemcolloids Ltd) 2, 4,6,8 arba 10 g; 3) nugriebtas pienas (0,01 % riebumo) – 920 g, sacharozė – 60 g, mažo metilinio laipsnio (36 %) pektinas (Chemcolloids Ltd) – 2, 4 arba 5 g.

Modelinių pieno desertų sistemų gamybos technologinis protokolai: sausasis pienas ištirpinamas vandenyje 45 °C temperatūroje ir paliekamas šaldytuve 24 h. Tirštinančios medžiagos (karageninas, želatina, pektinas) sumaišomos su sacharozė Erlenmejerio kolboje, įpilant nedaug 25 °C temperatūros vandens, gautas mišinys palaikomas 1 h ir po to įpilamas pienas. Stiklinė su mišiniu įdedama į vandens vonią, kurios temperatūra (97±0,5) °C. Mišinys kaitinamas maišant plokščia mentele 100 min⁻¹ greičiu. Nuolat tikrinama mišinio temperatūra ir po maždaug 15 min, kai mišinio temperatūra pasiekia (94±1) °C, dar kaitinama 15 min. Baigus kaitinti, mėginys pasveriamas ir papildomas išgaravusio vandens kiekiu. Karštas produktas padalinamas į dvi dalis. Pirmoji dalis naudojama klampiai elastingoms savybėms G' , G'' ir G^* matuoti, kai karštas produktas pilamas ant įkaitintos reometro plokštelės. Antroji dalis per 5 minutes atvėsinama šalto vandens vonioje iki 50 °C ir taikoma tekėjimo kreivėms pamatuoti.

Mechaniniai spektrai. Klampiai elastingos savybės nustatytos reometru Carri-med CSL100 (TA Instruments, Vokietija), taikant plokštelė-plokštelė geometrijos sistemą, esant įtempiui – 0,1 %, temperatūrai – 20 °C, keičiant deformacijos dažnį nuo 0,1 iki 100 rad⁻¹. Rezultatai išreikšti elastingumo moduliu G' , klampio moduliu G'' , kompleksiniu moduliu G^* , kuris lygus $\sqrt{G'^2 + G''^2}$ ir fazių kampu δ , kuris lygus $\arctg(G''/G')$.

Tekėjimo kreivės. Tekėjimo kreivės gautos reometru Carri-med CSL100 (TA Instruments, Vokietija), taikant plokštė-kūgis geometrijos sistemą (kūgio skersmuo – 40 mm, kampas – 2°, mėginio storis – 150 μm), esant 20 °C temperatūrai.

Deformacijos greitis 2 min didintas nuo 0 iki 500 s⁻¹, mėginys paliktas 10 min ramybės būsenoje ir po to deformacijos greitis 2 min mažintas nuo 500 s⁻¹ iki 0 s⁻¹. Tekėjimo kreivės buvo palygintos su Oswald de Waele modelio lygtimi: $\tau = K\dot{\gamma}^n$,

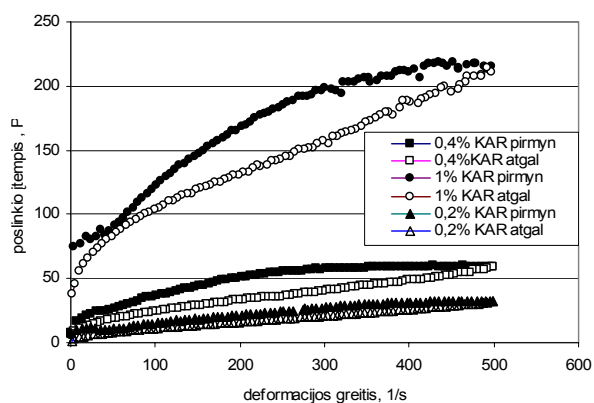
čia: τ – šlyties įtempis, Pa; $\dot{\gamma}$ – deformacijos greitis, s⁻¹; K – konsistencijos koeficientas, kuris yra klamos rodiklis; n – tekėjimo indeksas, kuris yra nuokrypio nuo niutoniniams skysčiams būdingų savybių rodiklis.

Tiksotropija apskaičiuota kaip plotas tarp tekėjimo kreivės, didinant deformacijos greitį, ir kreivės, mažinant deformacijos greitį.

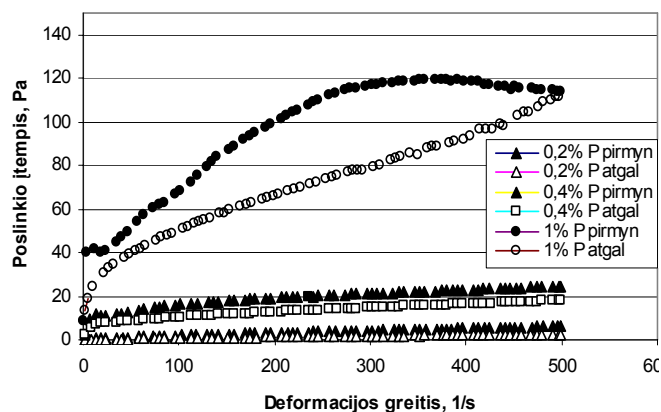
Rezultatai ir jų aptarimas

Pieno desertų, pagamintų su skirtingu karagenino kiekiu, tekėjimo kreivės pateiktos 1A paveiksle. Kai karagenino koncentracija buvo nuo 0,2 iki 0,4 %, nustatytos mažos desertų poslinkio įtempio reikšmės – 20–50 Pa, kai poslinkio sparta buvo 200 s⁻¹. Padidėjus karagenino koncentracijai iki 1 %, pieno deserto tekėjimo pobūdis pasikeitė – poslinkio įtempis gerokai padidėjo (iki 170 Pa) ir buvo aiškiai priklausomas nuo poslinkio spartos, t. y. produktas pasižymėjo pseudoplastinėms medžiagoms būdingomis tekėjimo savybėmis. Pieno desertų poslinkio įtempio duomenys buvo apdoroti taikant jėgos dėsnį (1 lentelė). Pieno desertų, pagamintų su karagenino priedu, tekėjimo indeksai buvo mažesni už 1, o tai būdinga neniutoniniams skysčiams, pasižymintiems pseudoplastinėmis savybėmis. Tiriamų sistemų pseudoplastiškumas padidėjo, kai karagenino koncentracija padidėjo nuo 0,2 iki 1,0 %.

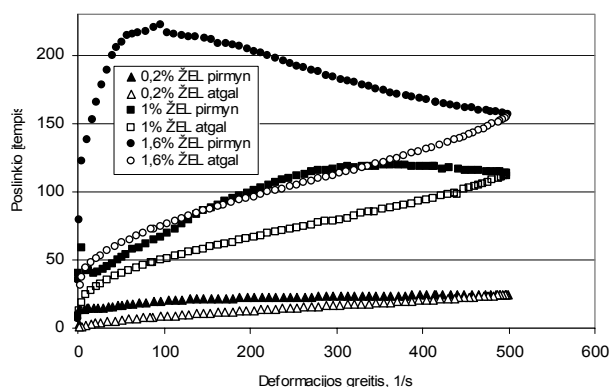
Produktų, pagamintų su pektino priedu, poslinkio įtempio priklausomybė nuo drebučius sudarančio priedo koncentracijos produkte buvo tokia pat kaip ir produktų, pagamintų su karageninu, (1B pav.). Kai pektino produkte buvo nuo 0,2 iki 0,4 %, poslinkio įtempis buvo labai mažas. Kai pektino koncentracija produkte pasiekė 1 %, poslinkio įtempis buvo didesnis, priklausė nuo poslinkio spartos, ir todėl, kaip ir karagenino atveju, pieno desertas su 1 % pektino gali būti priskiriamas medžiagoms, kurioms būdingos pseudoplastinės tekėjimo savybės. Tačiau lyginant su pieno desertais, kuriuose drebučius sudarantis priedas buvo karageninas, su pektinu pagamintų produktų poslinkio įtempio reikšmės visame poslinkio spartos diapozone buvo gerokai mažesnės. Pektino koncentracijos padidėjimas sistemoje lėmė jos pseudoplastiškumo padidėjimą, patvirtintą tekėjimo indekso sumažėjimu.



A



B



C

1 pav. Pieno desertų poslinkio įtempio priklausomybė nuo deformacijos greičio, kai desertuose yra skirtingi drebučius sudarantys priedai ir jų kiekiai: A – (▲, △) 0,2 % KAR, (■, □) 0,4 % KAR, (●, ○) 1,0 % KAR; B – (▲, △) 0,2 % PEK, (■, □) 0,4 % PEK, (●, ○) 1,0 % PEK; C – (▲, △) 0,2 % ŽEL, (■, □) 1,0 % ŽEL, (●, ○) 1,6 % ŽEL

1 lentelė. Pieno desertų reologinių savybių priklausomybė nuo drebučius sudarančių priedų ir jų kiekio

Drebučius sudarančio priedo kiekis, proc.	Konsistencijos koeficientas K, Pa·s ⁿ	Tekėjimo indeksas n	Tiksotropija, Pa·s ⁻¹
KAR			
0,2	0,25	0,67	42
0,4	2,94	0,53	56
1,0	7,82	0,48	114
PEK			
0,2	0,29	0,65	36
0,4	3,14	0,54	48
1,0	7,56	0,46	125
ŽEL			
0,2	0,09	0,75	41
1,0	0,36	0,64	45
1,6	2,14	0,56	74

Želatinos įtaka pieno desertų tekėjimo savybėms pavaizduota 1C paveiksle. Kai produkte buvo 0,2 % želatinos, poslinkio įtempis buvo beveik toks pats kaip ir produkto, kuriame buvo tas pats pektino kiekis. Įdėjus daugiau želatinos – iki 1 %, tekėjimo pobūdis pasikeitė nežymiai. Ir tik padidinus želatinos kiekį iki 1,6 %, pastebėtas produkto tekėjimo savybių pasikeitimas. Poslinkio įtempis padidėjo, taigi galima numatyti, kad produkto klampa taip pat padidėjo.

Didėjant drebučius sudarančių priedų koncentracijai produkte, didėjo jų konsistencijos koeficientai. Didžiausias konsistencijos koeficientas nustatytas pieno desertui, kuriame buvo 1 % karagenino. Tuo tarpu desertų, pagamintų su 0,2 ir 1,0 % želatinos, konsistencijos koeficientai buvo labai maži (1 lentelė).

Mūsų gauti rezultatai sutampa su kitų tyrėjų paskelbtais rezultatais. Ispanijos mokslininkai, tyrinėję rinkoje parduodamus pieno desertus, kuriuose kaip drebučius sudarantys priedai buvo naudojami krakmolo, guaro gumos, akacijų gumos, karagenino ir želatinos mišiniai, nustatė, kad produktai pasižymėjo pseudoplastinėms medžiagoms būdingomis tekėjimo savybėmis [10]. Tiriant kitas pieno sistemas su drebučius sudarančiais priedais, tokias kaip rūgštūs pieno gėrimai, nustatyta, kad didinant šių priedų kiekį, produktų konsistencijos koeficientas didėjo [11, 12].

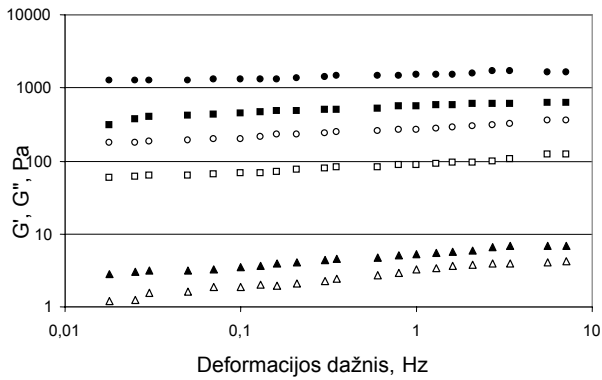
Nagrinėjant grįžtamąsias tekėjimo kreives, gautas mažinant spartos poslinkį, galima pastebėti, kad visiems tirtiems produktams būdinga histerezė (1A–C paveikslai). Tačiau desertams, kuriuose buvo 0,2 ir 0,4 % pektino arba 0,2 ir 1 % želatinos, nustatyta nežymi histerezės kilpa, o tai leidžia manyti, kad šiose sistemose sąveika tarp pieno baltymų ir drebučius sudarančių priedų buvo nedidelė, o tai savo ruožtu lėmė silpnos struktūros susidarymą. Produktams, pagamintiems su 1 % pektino, 1 % karagenino arba 1,6 % želatinos, nustatytas didesnis histerezės plotas, o tai reiškia, kad šiose sistemose vyksta nemaži struktūros formavimosi bei jos suardymo procesai.

Drebučius sudarančių priedų įtaką tiksotropinėms rūgščių pieno produktų savybėms tyrinėjo keletas mokslininkų. Tačiau jų pateikiami duomenys yra prieštaringi. *Amice-Quemeneur* gautais duomenimis, didinant pektino koncentraciją rūgščiuose pieno gėrimuose, produktų tiksotropinės savybės sumažėjo [13]. Tuo tarpu *Koksoy* ir *Kilic* nustatė, kad didėjanti guaro gumos, akacijų gumos ir pektino koncentracija rūgščiuose pieno gėrimuose lėmė didesnę šių produktų tiksotropiją [14]. Mums nepavyko rasti duomenų apie drebučius sudarančių maisto priedų įtaką pieno desertų tiksotropinėms savybėms. Mūsų gautus duomenis apie tiksotropijos

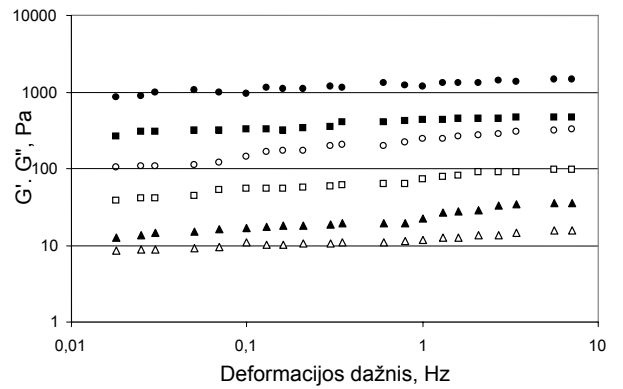
padidėjimą, didėjant drebučius sudarančių priedų koncentracijai, kai produktų konsistencijos koeficientas taip pat didėjo, galima paaiškinti susidariusių gelių struktūros ypatybėmis. Tiksotropijos priežastimi yra tam tikra deformacija veikiamos struktūros suirimas. Kai sistemoje yra daugiau drebučius sudarančio priedo, formuojasi struktūra, pasižyminti geriau sujungtu erdvinio tinklu, kuriame yra daugiau ryšių tarp dalelių, kurie veikiant deformacijai nutraukiami, todėl ir šioms sistemoms nustatytas histerezės kilpos plotas tarp tekėjimo kreivių yra didesnis.

Pieno desertams, pagamintiems su karageninu, nustatytą mechaninį spektrą (klampiai elastingų savybių priklausomybė nuo deformacijos dažnio) galima traktuoti, kaip būdingą erdvinei struktūrai (2 pav.). Elastingumo modulio G' reikšmės buvo didesnės už klampio modulio G'' reikšmes visame deformacijos dažnio diapazone, ir abu moduliai tik nežymiai priklausė nuo deformacijos dažnio. Geliai, pagaminti su 0,4 ir 1,0 % karagenino, pasižymėjo elastingumu ($G' > 10 G''$). Kaip ir tikėtasi, didėjant karagenino koncentracijai sistemose, nustatytos didesnės jų G' ir G'' reikšmės. Pridėjus 0,4 ir 1,0 % karagenino, pieno desertų G' reikšmės padidėjo 20–30 kartų lyginant su produktais, pagamintais su 0,2 % karagenino (kai deformacijos dažnis buvo 1 Hz, produktų su 0,2 % karagenino $G'=5,2$ Pa ir $G''=3,2$ Pa; produktų su 0,4 % karagenino $G'=559$ Pa ir $G''=87$ Pa; produktų su 1,0 % karagenino $G'=1523$ Pa ir $G''=271$ Pa). Panašias κ -karagenino gelių savybes aprašė ir kiti autoriai [15]. Tačiau priklausomybė tarp deformacijos dažnio ir G' bei G'' logaritmų buvo beveik linijinė, o šią priklausomybę vaizduojančios tiesės pasvirimas didėjo mažėjant κ -karagenino koncentracijai geliuose.

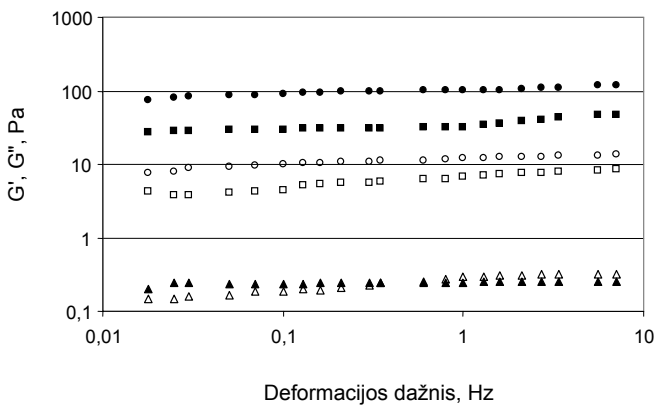
2B paveiksle parodyti su pektinu pagamintų pieno desertų mechaniniai spektrai. Visų tirtų mėginių elastingumo modulis G' nežymiai, bet tiesiškai didėjo, didėjant deformacijos dažniui. Ta pati tendencija nustatyta ir stebint klampio modulio G'' priklausomybę nuo deformacijos dažnio. Šių produktų mechaniniuose spektruose taip pat galima pastebėti, kad tiesių pasvirimas didėja mažėjant pektino kiekiui produktuose. Visų tirtų produktų G'' buvo gerokai mažesnis už G' , o tai reiškia, kad geliai pasižymėjo elastingomis savybėmis. Pektino įtaka formuojamų gelių klampiai elastingoms savybėms buvo panaši kaip ir karagenino atveju. Kai deformacijos dažnis buvo 1 Hz, produktų su 0,2 % pektino $G'=22$ Pa ir $G''=11$ Pa, produktų su 0,4 % pektino $G'=427$ Pa ir $G''=72$ Pa, o padidėjus pektino kiekiui produktuose iki 1,0 %, $G'=1160$ Pa ir $G''=240$ Pa.



A



B



C

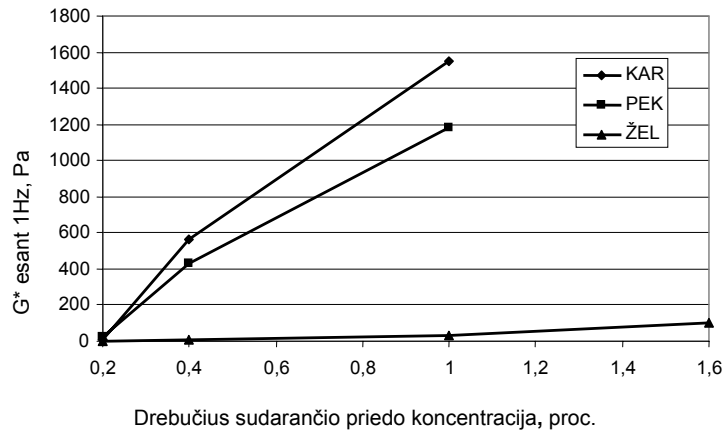
2 pav. Pieno desertų elastingumo modulio G' (užpildyti simboliai) ir klampio modulio G'' (tuščiaviduriai simboliai) priklausomybė nuo deformacijos dažnio, kai produktai pagaminti su skirtingo tipo gelius sudarančiais priedais ir skirtingų jų kiekių: A – (\blacktriangle , \triangle) 0,2 % karagenino, (\blacksquare , \square) 0,4 % karagenino, (\bullet , \circ) 1,0 % karagenino; B – (\blacktriangle , \triangle) 0,2 % pektino, (\blacksquare , \square) 0,4 % pektino, (\bullet , \circ) 1,0 % pektino; C – (\blacktriangle , \triangle) 0,2 % želatinos, (\blacksquare , \square) 1,0 % želatinos, (\bullet , \circ) 1,6 % želatinos

Pieno desertų klampiai elastingos savybės mažiausiai priklausė nuo želatinos priedo, lyginant su kitų drebučius sudarančių priedų įtaka (2C paveikslas). Kai želatinos koncentracija produkte buvo 1,0 ir 1,6 %, jos poveikis pasireiškė padidėjusiomis elastingumo ir klampio modulių reikšmėmis (kai deformacijos dažnis buvo 1 Hz, o želatinos kiekis produkte 1,0 %, $G' = 32$ Pa ir $G'' = 6,9$ Pa, pridėjus 1,6% želatinos $G' = 102$ Pa ir $G'' = 12$ Pa). Su 0,2 % želatinos pagaminto produkto klampiai elastingas savybes galima apibūdinti kaip būdingas silpniems geliams, kai esant mažam deformacijos dažniui elastingumo modulis G' buvo nežymiai didesnis už klampio modulį ir mažai priklausė nuo deformacijos dažnio, o padidėjus deformacijos dažniui G' ir G'' susikirto ir klampio modulis tapo didesnis už elastingumo modulį, tačiau vis taip pat tik nežymiai priklausė nuo deformacijos dažnio. Didesnis želatinos kiekis sistemoje (1,0 ir 1,6 %) lėmė trimatės struktūros susidarymą. Šiose sistemose G' vyravo virš G'' ir abu moduliai tik

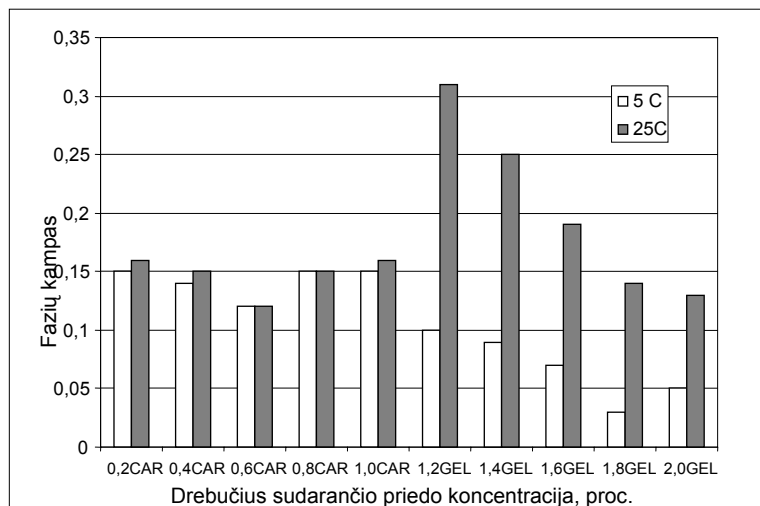
nežymiai priklausė nuo deformacijos dažnio. Tokios želatinos gelių klampiai elastingos savybės aprašytos ir kitų mokslininkų straipsniuose [16].

Skirtingų drebučius sudarančių priedų įtaka pieno desertų gelių stiprumui, kuris išreikštas kompleksiniu moduliu G^* , pavaizduota 3 pav. Akivaizdu, kad pagal drebučius sudarančių priedų įtaką formuojamų gelių stiprumui jie išsidėstė tokia tvarka: karageninas > pektinas > želatina, nepriklausomai nuo drebučius sudarančio priedo koncentracijos.

Remiantis *Morris* aiškinimais, mūsų pastebėti skirtumai gali būti dėl to, kad mažiausios koncentracijos, kurioms esant mūsų naudoti drebučius sudarantys priedai formuoja gelį, taip pat skiriasi [17]. Gerai žinoma, kad lyginant su karageninu ir pektinu, želatinai būdinga žemesnė drebučių sudarymo ir drebučių tirpimo temperatūra, ir todėl reikalinga didesnė jos koncentracija, kad susidarytų gelis [18].



3 pav. Pieno desertų kompleksinio modulio G^* (kai deformacijos dažnis 1 Hz) priklausomybė nuo drebučius sudarančio priedo tipo ir kiekio



4 pav. Temperatūros įtaka pieno desertų fazių kampui

Nustatant temperatūros įtaką pieno deserto klampiai elastingoms savybėms nagrinėjome, kaip keitėsi pieno desertų, pagamintų su skirtingu tirštinančio priedo kiekiu, fazių kampas – δ , pamatuotas 5 ir 25 °C temperatūroje. Iš 4 paveikslo matome, kad karagenino atveju temperatūra neturėjo įtakos pieno deserto fazių kampo reikšmėms. Tuo tarpu želatinos gelių struktūra buvo jautri temperatūrai ir 25 °C temperatūroje jų fazių kampas buvo gerokai didesnis už nustatytą 5 °C temperatūroje. Šie mūsų duomenys dar kartą patvirtina teiginį, kad želatinos drebučių sudarymo ir drebučių tirpimo temperatūra yra žemesnė už karagenino bei pektino.

Išvados

1. Nustatyta, kad pieno desertai, kurių gamyboje kaip drebučius sudarantys priedai naudojama 0,2–1,0 % karagenino arba 0,2–1,6 % želatinos, arba 0,2–1,0 % pektino, pasižymėjo pseudoplastiniams ir tiksotropiniams kūnams būdingomis tekėjimo savybėmis.
2. Pieno desertų klampiai elastingų savybių priklausomybės nuo deformacijos dažnio kreivės parodė, kad: 1) didėjant tirštinančio maisto priedo koncentracijai modelinėje pieno deserto sistemoje, didėjo klampio ir elastingumo bei kompleksinio modulio; 2) kai sistemose buvo 0,2–1,0 % karagenino, 1,0–1,6 % želatinos, 0,2–1,0 % pektino, sistemos apibūdintos kaip stiprūs geliai, pasižymintys gerai sujungta struktūra.

- Nustatyta, kad su karageninu pagamintų pieno desertų struktūrai temperatūra intervale nuo 5 iki 25 °C neturėjo įtakos, tuo tarpu želatinos geliai buvo jautrūs temperatūrai ir 25 °C temperatūroje jų fazių kampas buvo gerokai didesnis už nustatytą 5 °C temperatūroje.

Literatūra

- De Wijk R. A., Rasing R., Wilkinson C. L.** Texture of semi-solid: sensory flavor-texture interactions for custard desserts // *Journal of Texture Studies*. 2003. Vol. 34. P. 131–146.
- Descamps O., Langevin P., Combs D. H.** Physical effect of starch/carrageenan interactions in water and milk // *Food Technology*. 1986. Vol. 40. P. 81–88.
- Verbeke D., Bael K., Thas O., Dewettinck K.** Interactions between κ -carrageenan milk proteins and modified starch in sterilized dairy desserts // *International Dairy Journal*. 2006. Vol. 16, Issue 5. P. 482–488.
- Weenen H., Van Gemert J. L., Van Doorn J. M., Dijksterhuis G. B., De Wijk R. A.** Texture and mouthfeel of semisolid foods: commercial mayonnaises, dressings, custard desserts and warm sauces // *Journal of Texture Studies*. 2003. Vol. 34. P. 146–151.
- Abdulmola N. A., Hember M. W. N., Richardson R. K., Morris E. R.** Effect of xanthan on the small-deformation rheology of crosslinked waxy maize starch // *Carbohydrate Polymers*. 1996. Vol. 31. P. 65–78.
- Lui H., Eskin N. A. M.** Interactions of native and acetylated pea starch with yellow mustard mucilage, locust bean gum and gelatine // *Food Hydrocolloids*. 1998. Vol. 12. P. 37–41.
- Mandala I. G., Bayas E.** Xanthan effect on swelling, solubility and viscosity of wheat starch dispersions // *Food Hydrocolloids*. 2004. Vol. 18. P. 191–201.
- Verbeke D., Thas O., Dewettinck K.** Textural properties of gelled dairy desserts containing κ -carrageenan and starch // *Food Hydrocolloids*. 2004. Vol. 18. P. 817–823.
- El-Garawany G. A., Abd El Salam M. H.** Preparation and rheological properties of dairy dessert based on whey protein/potato starch // *Food Chemistry*. 2005. Vol. 91. P. 261–267.
- Tarrega A., Duran L., Costell E.** Rheological characterization of semisolid dairy desserts. Effect of temperature // *Food Hydrocolloids*. 2005. Vol. 19. P. 133–139.
- Lucey J. A., Tamehana M., Singh H., Munro P. A.** Stability of model acid milk beverage: effect of pectin concentration, storage temperature and milk treatment // *Journal of Texture Studies*. 1999. Vol. 30, No. 3. P. 305–318.
- Duboc P., Mollet B.** Application of exopolysaccharides in the dairy industry // *International Dairy Journal*. 2001. Vol. 11, No. 9. P. 759–768.
- Amic-Quemeneur N., Haluk J. P., Hardy J., Kravtchenko T. P.** Influence of the acidification process on the colloidal stability of acidic milk drinks prepared from reconstituted nonfat dry milk // *Journal of Dairy Science*. 1995. Vol. 78, No. 12. P. 2683–2690.
- Koksoy A., Kilic M.** Use of hydrocolloids in textural stabilization of yoghurt drink, ayran // *Food Hydrocolloids*. 2004. Vol. 19. P. 593–600.
- Bayarri S., Duran L., Costell E.** Influence of sweeteners on the viscoelasticity of hydrocolloids gelled systems // *Food Hydrocolloids*. 2004. Vol. 18. P. 611–619.
- Marcotte M., Hoshahili A. R. T., Ramaswamy H. S.** Rheological properties of selected hydrocolloids as a function of concentration and temperature // *Food Research International*. 2001. Vol. 34, No. 8. P. 695–703.
- Morris E. R., Norton I. T., Clark A. H.** Phase equilibria and gelatin/maltodextrin systems – Part I: Gelatin of individual components // *Carbohydrate Polymers*. 1993. Vol. 21. P. 243–248.
- Lau M. H., Tang J., Paulson A. T.** Texture profile and turbidity of gellan/gelatin mixed gels // *Food Research International*. 2000. Vol. 33. P. 665–671.

Pateikta spaudai 2006-03

D. Leskauskatė, E. Malinauskytė, S. Ramoškienė IMPACT OF GELLING AGENTS ON THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF DAIRY DESSERTS

Summary

The effects of gelling agents such as carrageenan, pectin and gelatin, on the rheological properties of dairy desserts were studied. According to the flow behavior all the samples prepared with different gelling agents were characterised as pseudoplastic tixotropic materials. The increase in gelling agents concentration in the dairy desserts caused an increase in the storage modulus G' , loss modulus G'' and complex modulus G^* of the products. The dependencies between the viscoelastic properties and deformation frequency showed that all the samples could be characterised as strong gels with well-connected network. It was founded that gelatin gels were sensitive to temperature changes and their phase angle was significantly higher at 25 °C than that at 5 °C.

Keywords: dairy dessert, gelling agent, rheological properties.

Д. Ляскаускайте, Э. Малинауските, С. Рамошкене
**ВЛИЯНИЕ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИХ ДОБАВОК НА
РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЛОЧНЫХ
ДЕСЕРТОВ**

Резюме

Исследовали влияние гелеобразующих добавок – каррагинина, пектина и желатина на реологические свойства молочных десертов. Изготовленные со всеми гелеобразующими добавками десерты отличались текучими свойствами, характерными для псевдопластичных и тиксотропичных тел. С

повышением концентрации гелеобразующих добавок изготовлены десерты, модули вязкости G' , эластичности G'' и комплексный модуль G^* которых также повышались, а кривые зависимости вязкостно-эластичных свойств от частоты деформации показали, что все системы могут быть характеризованы как твердые гели, отличающиеся связанной структурой. Установлено, что желатиновые гели были чувствительны к температуре и определенный при температуре 25 °С угол их фаз был значительно больше, чем определенный при температуре 5 °С.