

Funkcionalaus maisto veikliųjų medžiagų įtaka valgomųjų ledų savybėms

A. Liutkevičius, V. Speičienė

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

Tirta funkcionaliųjų maisto priedų komplekso, sudaryto iš omega-3 riebalų rūgščių, maistinių skaidulų bei probiotinių mikroorganizmų, įtaka valgomųjų ledų reologinėms ir juslinėms savybėms bei mikrobiologiniams rodikliams. Taip pat tirtas riebalų rūgščių kiekis produkte laikymo metu. Lyginti ledų mėginiai, pagaminti iš mišinių, suraugintų iki pH 6,0, 5,5 ir 5,0. Nustatyta, kad ledų mišinių pH mažėjant, jų klampa bei šlyties įtempis didėja, kai tuo tarpu iš šių mišinių pagamintų ledų ribinio poslinkio įtempio vertės didėja, o susiplakimas mažėja. Optimaliausiai jusliškai įvertinti ledai, kurių pH 6,0 ir 5,5. Nustatyta, kad probiotinių kultūrų priedas pagreitina pašalinės mikrofloros žuvimą užšaldytų ledų laikymo metu, o pieno rūgšties bakterijų, kurių sudėtyje yra ir probiotinių, gyvybingumas nesumažėja. Po 2 mėn. laikymo ledų mėginiuose, kurių pH 6,0, nustatytas 28,23 % mažesnis omega-3 riebalų rūgščių kiekis.

Raktažodžiai: valgomieji ledai, omega-3 riebalų rūgštys, maistinės skaidulos, probiotiniai mikroorganizmai.

Įvadas

Šiuolaikinis gyvenimo būdas, susijęs su dideliu gyvenimo tempu, įtampa, stresais, ekologinėmis problemomis, daugeliu atveju neigiamai veikia žmogaus sveikatą. Todėl pastaraisiais metais pasaulyje ir Europoje sparčiai vystosi nauja maisto produktų kategorija – funkcionalūs maisto produktai [1, 2]. Tai produktai, kurie šalia savo pagrindinės mitybinės ir energetinės funkcijos gali atlikti žmogaus organizmą sustiprinančią ir profilaktinę, mažinančią susirgimų riziką funkciją. Šie maisto produktai gamybos metu pagerinami specialiais fiziologiškai aktyviais ingredientais [3, 4].

Prie svarbiausių funkcionalaus maisto veikliųjų medžiagų galima priskirti polinesočiąsias riebalų rūgštis, maistines skaidulas bei probiotikus [5–7].

Omega-3 riebalų rūgščių (RR) grupėje pagrindinės yra α -linoleno ($C_{18:3}$), eikosaheksaeno ($C_{20:6}$) bei dokozaheksaeno ($C_{22:6}$) RR, kurios kaip ir kitos polinesočiosios RR laikomos svarbiausiomis žmogaus mityboje, nes mūsų organizme nesintetinos. Omega-3 RR dalyvauja ląstelių medžiagų apykaitoje ir yra vienos būtinausių nervų ląstelių komponentų, dalyvauja reguliuojant cholesterolio kiekį žmogaus organizme [6, 8]. Omega-3 RR preparatus kaip funkcinį priedą tikslinga vartoti riebalų fazę turinčių maisto produktų gamyboje, siekiant juos pagerinti šiomis unikaliomis rūgštimis ir padidinti galutinio produkto biologinę vertę.

Maistinės skaidulos – tai augalinės kilmės organiniai junginiai, tokie kaip celiuliozė, hemiceliuliozė, ligninas, pektinas, β -gliukanai, gumos ir kt., kurių neskaldo arba beveik neskaldo žmogaus virškinamojo trakto fermentai. Dauguma šių medžiagų yra polisacharidai, besiskiriantys struktūriniais elementais ir grandinės struktūra. Maistinės skaidulos normalizuoja žarnyno veiklą, saugo nuo vidurių užkietėjimo, divertikuliozės ir padeda apsaugoti storąją žarną nuo vėžinių pakitimų [5, 9]. Be to, nustatyta, kad tirpios skaidulos lėtina maisto medžiagų, ypač angliavandenių rezorbciją ir insulino sekreciją, turi įtakos mažinant cholesterolio kiekį kraujyje. Todėl sergant cukriniu diabetu bei esant padidėjusiai širdies ligų rizikai jų vartojimo reikšmė itin didelė [9].

Probiotikai – gyvų mikroorganizmų kultūros bei jų mišiniai ar su minėtais mikroorganizmais fermentuoti produktai – teikia naudą žmogaus organizmui, palaikydami ar gerindami žarnyno mikrofloros balansą [7, 10]. Probiotiniai mikroorganizmai antagonistiskai veikia sąlygiškai patogenines ir patogenines bakterijas, virusus, grybus ir mieles. Jie žmogaus žarnyne sukuria patogeninei mikroflorai nepalankią pH terpę, gamina antibiotines medžiagas, konkuruoja su kenksmingais mikroorganizmais dėl maisto medžiagų ir adhezijos vietų, sumažina galimybę patogeniniams mikroorganizmams daugintis. Su maistu į žmogaus žarnyną patenkantys probiotikai taip pat dalyvauja

vitaminų K, biotino, niacino, piridoksino ir folio rūgšties sintezėje, tulžies druskų ir cholesterolio hidrolizėje ir kituose svarbiuose fiziologiniuose procesuose. Be to, probiotikai pasižymi detoksikacinėmis ir proteolitinėmis savybėmis [11].

Literatūroje labai negausu duomenų apie biologiškai vertingų funkcionaliųjų maisto veikliųjų medžiagų įtaką itin plačiai vartojamų pieno produktų – valgomųjų ledų – kokybės rodikliams bei jų pokyčiams produkto ilgalaikio laikymo metu. Todėl valgomųjų ledų funkcionalumo padidinimas yra aktualus moksliniu ir praktiniu požiūriu.

Darbo tikslas – ištirti funkcionalaus maisto veikliųjų medžiagų komplekso, susidedančio iš polinesočiųjų omega-3 riebalų rūgščių, maistinių skaidulų bei probiotinėmis kultūromis pagamintų raugų, įtaką valgomųjų ledų gamybos technologiniam procesui bei produkto fizikiniams cheminiams, jusliniams, reologiniams bei mikrobiologiniams rodikliams.

Tyrimų metodai

Darbas atliktas KTU Maisto instituto Technologijos, Juslinės analizės ir Mikrobiologijos laboratorijose bei pusiau gamybinėmis sąlygomis, panaudojant eksperimentinio stendo prietaisus.

Ledams gaminti naudoti nugriebto pieno milteliai, geriamasis vanduo, cukrus, želatina, augalinės kilmės omega-3 aliejinis RR preparatas (rapsų ir alyvuogių aliejaus mišinys), maistinių skaidulų koncentratai – kviečių skaidulos „Vitacel“ WFG-73 (J. Rettenmaier, JAV) ir akacijų sakai „Fibregum“ (Colloides Naturels International, Prancūzija), kaip raugas naudotas liofilizuotas bakterijų koncentratas ABY-3 (Chr. Hansen, Danija), į kurio sudėtį įeina *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus thermophilus* ir *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*.

Ledų mišinys, paruoštas iš nugriebto pieno miltelių, geriamo vandens, cukraus, želatinos bei funkcionaliųjų priedų, gamintas pagal technologijos schemą: pasterizavimas [(80±2) °C, 30 s] → atšaldymas iki rauginimo temperatūros ir užraugimas (42 °C) → rauginimas iki pH 6–5 (42 °C, 3–5 h) → atšaldymas iki brandinimo temperatūros ir brandinimas (20 h, 8 °C) → frizeravimas (15 min, 3–6 °C) → užšaldymas ir laikymas [(–18±2) °C, 3 mėn.]. Maistinės skaidulos į ledų mišinį dėtos kartu su cukrumi ir nugriebto pieno milteliais prieš mišinio pasterizaciją, o omega-3 RR preparatas – kartu su bakterijų raugu, prieš mišinio rauginimo operaciją.

Šiame darbe tirti valgomieji ledai, kurių gamyboje panaudojus probiotinių mikroorganizmų

raugą priklausomai nuo rauginimo laiko mišiniuose pasiektas pH yra 6,0, 5,5 ir 5,0. Galutinei nežymiai pH korekcijai naudota pieno rūgštis. Kontroliniai ledų mėginiai ruošti be funkcionaliųjų medžiagų priedo, jų pH (6,5) nekeistas. Reologiniams ledų mišinių tyrimams naudoti kontroliniai mėginiai, kurių pH pieno rūgštimi pakeistas iki 6,0 ir 5,0.

Ledų mėginiuose omega-3 RR preparatas sudarė 1,5 g/100 g, maistinės skaidulos – 4,5 g/100 g, raugo kultūros – 0,015 g/100 g.

Ledų mėginiai lyginti su kontroliniu mėginiu, kuris pagamintas pagal tą pačią receptūrą tik be funkcionaliųjų medžiagų priedo.

Riebalų rūgščių kiekybinei ir kokybinei analizei mėginiai buvo ruošiami pagal LST EN ISO 5509, riebalų rūgščių metilesterių analizė atlikta dujų chromatografijos metodu pagal LST EN ISO 5508, taikant dujinį chromatografą SHIMADZU (Japonija).

Ledų mišinių reologinės savybės tirtos reometru Carrimed CSL 500 (Didžioji Britanija), taikant plokštė-kūgis sistemą (kūgio skersmuo – 40 mm, kampas – 2°, mėginio storis – 150 μm) esant 5 °C temperatūrai. Greičio gradientas 2 min buvo didinamas nuo 0 iki 300 s⁻¹ ir iš karto 2 min mažintas nuo 300 iki 0 s⁻¹. Pagal Oswald de Waele tekėjimo lygtį apskaičiuoti koeficientai:

$$\eta = K \times \gamma^{n-1},$$

čia: η – efektyvioji klampa, Pa·s;
 γ – greičio gradientas, s⁻¹;
 K – konsistencijos koeficientas, kuris atitinka efektyviąją klampą, kai greičio gradientas lygus 1 s⁻¹ ir gali būti klampos rodiklis;
 n – tekėjimo indeksas, kuris gali būti nuokrypio nuo niutoniniam skysčiams būdingų savybių rodiklis.

Ledų ribinio poslinkio įtempis matuotas penetrometru Labor 365 (Vengrija) [12].

Ledų susiplakimas nustatytas išmatavus 50 ml talpos stiklinėlės, užpildytos ledų mišiniu bei užpildytos pagamintais ledais, svorį. Ledų susiplakimas apskaičiuotas pagal formulę:

$$S = \frac{M_m - M_l}{M_l} \times 100,$$

čia S – ledų susiplakimas, proc.;
 M_m – ledų mišinio svoris, g;
 M_l – pagamintų ledų svoris, g.

Juslinėms ledų savybėms įvertinti taikytas juslinių savybių profilio metodas pagal LST

ISO 6564 ir LST ISO 11036. Juslines ledų savybes analizavo 8–10 vertintojų grupė. Ledų mėginiai įvertinti po pagaminimo bei 1 ir 2 mėnesius išlaikius minus 18–20 °C temperatūroje.

Mikrobiologinių tyrimų metu ledų mėginiuose, iškart po pagaminimo bei išlaikius 1 ir 2 mėnesius, nustatytas bendras mikroorganizmų skaičius (LST EN ISO 4833), koliforminių bakterijų skaičius (LST ISO 5541-1) sėjimo į violetiškai raudoną tulžies ir laktozės agarą (VRTL, OXOID firmos) būdu, auksinių stafilokokų (LST EN ISO 6888-1+A1), *Bacillus cereus* skaičius ir salmonelės (ISO 6579), pieno rūgšties bakterijų skaičius [13].

Rezultatai ir jų aptarimas

Ledų mišinių bei ledų reologinės savybės

Pradiniame darbo etape nustatėme, kokią įtaką funkcionaliųjų maisto veikliųjų medžiagų kompleksas, sudarytas iš omega-3 RR preparato, probiotinių mikroorganizmų raugo bei maistinių skaidulų, turi ledų mišinių reologinėms savybėms. Jos yra svarbios formuojantis ledų, kaip galutinio produkto, struktūrai, o kartu ir juslinėms savybėms.

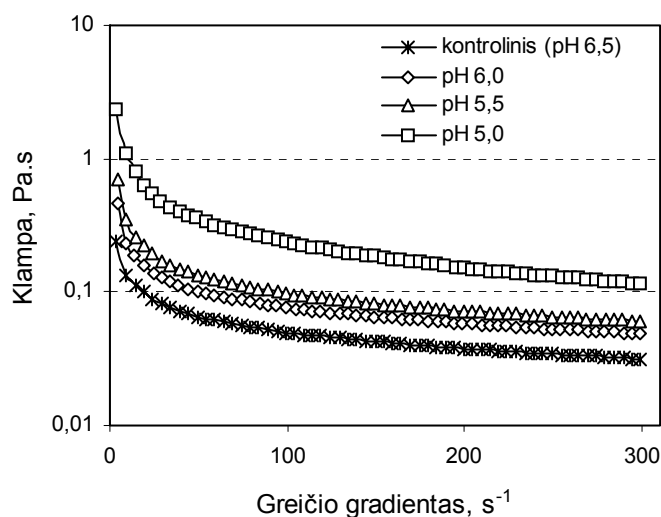
Tirti ledų mišiniai pagaminti su dviem skirtingomis maistinėmis skaidulomis – kviečių skaidulomis „Vitacel“ ir akacijų sakais „Fibergum“.

1 ir 2 paveiksluose bei 1 lentelėje pateiktos bandomųjų ledų mišinių mėginių, pagamintų su maistinėmis skaidulomis „Fibergum“, bei kontrolinių mėginių, pagamintų be funkcionaliųjų ingredientų, tekėjimo kreivės bei su jomis susijusios reologinės charakteristikos. Gauti duomenys rodo,

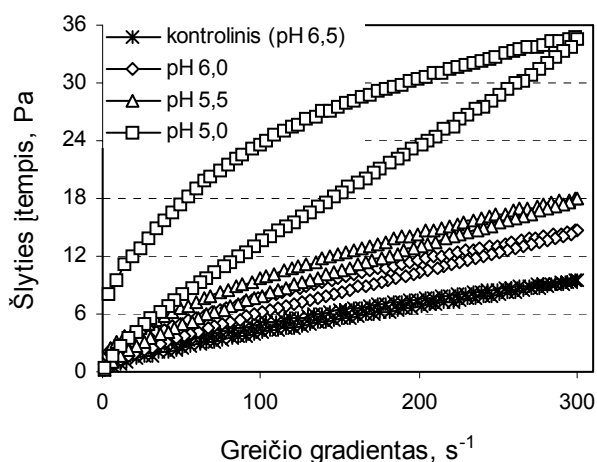
kad valgomųjų ledų mišiniams būdingos pseudoplastiškujų medžiagų savybės ($n < 1$). Didėjant greičio gradientui, susidariusi mišiniuose struktūra pamažu ardoma ir tai lemia jų klampos mažėjimą (1 pav.). Nustatyta, kad bandomiesiems mėginiams taikyto greičio gradientų intervale būdinga didesnė klampa nei kontroliniams. Akivaizdu, kad įtakos klampos kitimui turi ledų mišinių rauginimo metu dėl pasigaminusios pieno rūgšties kiekio sumažėjęs pH, nes funkcionaliųjų medžiagų kiekis visuose bandomuosiuose mėginiuose buvo vienodas. Mažėjant mėginių pH, jų klampa didėja ir tai galima sieti su pieno baltymų agregacija ir dėl to pakitusia ledų mišinių struktūra. Ypač išsiskiria mėginys, kurio pH 5,0, tai yra artimas pieno baltymų izoelektriniam taškui. Šiam mėginiui būdinga ne tik didžiausia klampa ir ryškiausios pseudoplastinės savybės, bet ir tai, kad mažėjant greičio gradientui struktūra neatsistato (2 pav.).

Iš 3 paveiksle pateiktų kontrolinių mėginių, kurių pH 6,0 ir 5,0, bei bandomųjų mėginių su tokiu pat pH klampos priklausomybių nuo greičio gradiento matyti, kad bandomųjų mėginių klampa didėja ne tik dėl aktyviojo rūgštingumo nulemtų struktūros pokyčių, bet ir dėl funkcionaliųjų medžiagų priedo sudėtyje esančių maistinių skaidulų įtakos.

Kitiems mėginiams, tarp jų ir kontroliniams, būdingas tiksotropiškumas, tai yra gebėjimas atsistatyti po mechaninio poveikio su charakteringu histerezės kilpos susidarymu.



1 pav. Valgomųjų ledų mišinių su funkcionaliųjų maisto medžiagų priedu (omega-3 riebalų rūgštys, maistinės skaidulos „Fibregum“ ir raugas) ir be jo klampos priklausomybės nuo greičio gradiento esant 5 °C temperatūrai

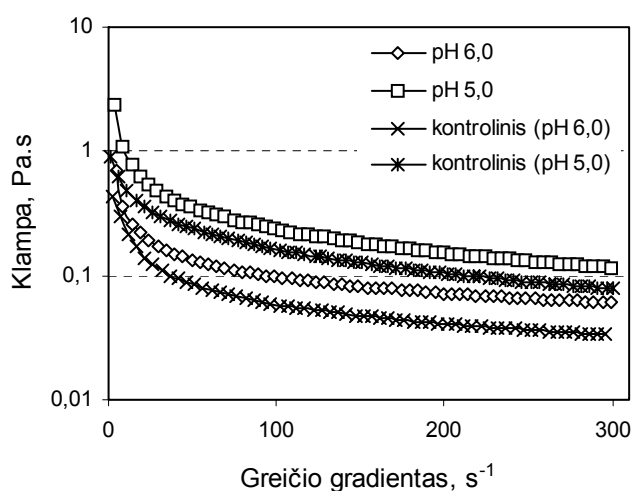


2 pav. Valgomųjų ledų mišinių su funkcionaliųjų maisto medžiagų priedu (omega-3 riebalų rūgštys, maistinės skaidulos „Fibregum“ ir raugas) ir be jo šlyties įtempio priklausomybės nuo greičio gradiento esant 5 °C temperatūrai

1 lentelė. Valgomųjų ledų mišinių reologinės charakteristikos priklausomai nuo rūgštingumo ir funkcionaliųjų medžiagų priedo (omega-3 riebalų rūgštys, maistinės skaidulos ir raugas) sudėtyje esančių maistinių skaidulų rūšies, esant 5 °C temperatūrai

Mėginių pH	Reologinės charakteristikos		
	konsistencijos koeficientas $K, Pa \cdot s^n$	takumo indeksas n	determinacijos koeficientas R^2
Ledų mišinių mėginiai su „Fibregum“			
Kontrolinis*, pH 6,5	0,34	0,59	0,99
pH 6,0	0,97	0,51	0,98
pH 5,5	0,69	0,54	0,99
pH 5,0	4,23	0,37	0,99
Ledų mišinių mėginiai su „Vitacel“			
Kontrolinis*, pH 6,5	0,35	0,58	0,99
pH 6,0	1,13	0,46	0,99
pH 5,0	5,73	0,32	0,97

* – kontrolinis mėginys pagamintas be funkcionaliųjų priedų mišinio

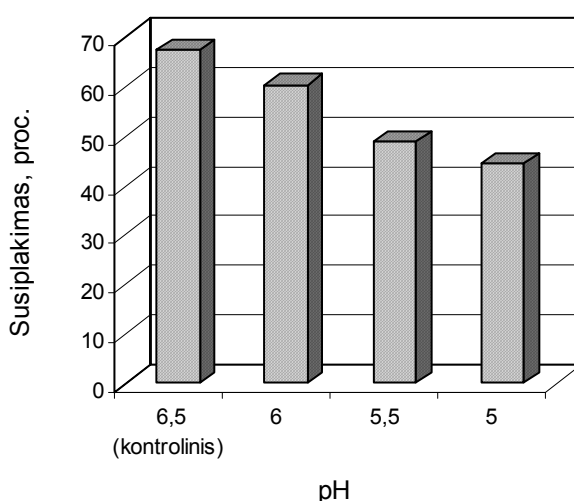


3 pav. Valgomųjų ledų mišinių su funkcionaliųjų maisto medžiagų priedu (omega-3 riebalų rūgštys, maistinės skaidulos „Fibregum“ ir raugas) ir be jo klampės priklausomybės nuo greičio gradiento esant 5 °C temperatūrai

Analogiškos klamos bei šlyties įtempio priklausomybės nuo greičio gradiento nustatytos ir valgomųjų ledų mišiniuose, kuriems gaminti naudotos maistinės skaidulos „Vitacel“ (1 lent.). Palyginus ledų mišinių, pagamintų su skirtingomis maistinėmis skaidulomis, reologines charakteristikas, galima teigti, kad esant tam pačiam pH, „Vitacel“ maistinės skaidulos mišinių klampą padidina kiek labiau nei „Fibergum“. Pseudoplastiškosios mišinių su maistinėmis skaidulomis „Vitacel“ savybės taip pat kiek ryškesnės.

Viena iš pagrindinių valgomųjų ledų charakteristikų, nulemiančių jų kokybę, yra susiplakimas, tai yra oro įterpimas į ledų mišinių

masę frizeravimo metu. Valgomųjų ledų bandomųjų mėginių, pagamintų su biologiškai aktyvių medžiagų kompleksu, kurio sudėtyje naudotos maistinės skaidulos „Vitacel“, susiplakimo duomenys kartu su kontrolinio mėginio, kurio pH 6,5, pateikti 4 paveiksle. Šie duomenys rodo, kad visų bandomųjų ledų mėginių susiplakimas mažesnis nei kontrolinio ir mažėjant mėginių pH mažėja. Šiuos pakitimus galėjo nulemti dėl funkcionaliųjų medžiagų priedo pakitusi ledų mišinių struktūra bei, kaip nustatyta, padidėjusi jų klampa (1, 2 pav., 1 lent.). Pieno rūgštis bandomuosiuose mėginiuose galėjo nulemti ne tik pieno baltymų agregaciją, bet ir pakitusį jų molekulių paviršiaus aktyvumą.



4 pav. Valgomųjų ledų su funkcionaliųjų medžiagų priedu (omega-3 riebalų rūgštys, maistinės skaidulos „Vitacel“ ir raugas) ir be jo susiplakimo priklausomybė nuo aktyviojo rūgštingumo

Kitas svarbus rodiklis, apibūdinantis kietų pieno produktų struktūrinės-mechanines savybes, yra ribinio poslinkio įtempimas. Nustatyta, jog funkcionalusis veikliųjų medžiagų priedas, kurio sudėtyje yra maistinių skaidulų „Vitacel“, esant pH 6,0, 5,5 ir 5,0, padidina bandomųjų mėginių ribinio poslinkio įtempio rodiklį atitinkamai 15,3, 82,5 ir 240,9 % lyginant su kontroliniu mėginiu (pH 6,5), pagamintu be funkcionaliųjų ingredientų. Tai galima sieti su bandomųjų ledų mišinių mėginių didėjančia klampa bei mažėjančiu ledų susiplakimo rodikliu, kai mėginių pH mažėja.

Kontrolinį ir bandomuosius mėginius išlaikius minus 18–20 °C temperatūroje iki 3 mėn. žymesnių ribinio poslinkio įtempimo pokyčių nenustatyta.

Ledų juslinis įvertinimas

Valgomųjų ledų mėginiai su funkcionaliųjų medžiagų priedais ir be jų jusliškai buvo vertinami

tuoj po pagaminimo (2 lentelė). Išanalizavus gautus rezultatus galima teigti, jog, nors kontroliniai mėginiai pasižymėjo didžiausiu priimtumu, veikliųjų medžiagų priedo sudėtyje esančio omega-3 RR preparato panaudojimas ledų gamyboje neturėjo įtakos mėginių juslinėms savybėms. Ledų, pagamintų su skirtingomis skaidulomis, juslinės savybės skiriasi nedaug. Priimtinausias bandomųjų mėginių aktyvusis rūgštingumas – 5,5 ir 6,0. Visų mėginių, tarp jų ir kontrolinio, konsistencija gruboka. Tai galėjo nulemti laboratorinės ledų gamintojų sąlygos, naudojant būtinią valgomųjų ledų gamintojų. Kitų autorių darbe nustatyta, kad „Vitacel“ bei „Fibregum“ neturi įtakos ledų priimtumu [14]. Tai gali būti susiję su mūsų darbe naudotomis didesnėmis skaidulų koncentracijomis, bei kitu pH.

2 lentelė. Valgomųjų ledų juslinis vertinimas priklausomai nuo aktyviojo rūgštingumo ir funkcionaliųjų medžiagų priedo (omega-3 riebalų rūgštys, maistinės skaidulos ir raugas) sudėtyje esančių maistinių skaidulų rūšies

Rodikliai	Kontrolė	Bandomieji mėginiai		
	pH 6,5 (K)	pH 6,0 (1)	pH 5,5 (2)	pH 5,0 (3)
Juslinis vertinimas	Naudotos maistinės skaidulos – „Vitacel“			
	Skonis saldus, neryškus, konsistencija kiek gruboka, priimtini	Skonis saldokas, silpnas, silpnas pašalinis prieskonis, kvapas neryškus, konsistencija kiek gruboka, priimtini/nepriimtini	Skonis ir kvapas ryškūs, silpnai rūgštus, silpnas pašalinis prieskonis, konsistencija kiek gruboka, priimtini	Per rūgštus skonis ir kvapas, silpnas pašalinis prieskonis, konsistencija kiek gruboka, nepriimtini
	Priimtinumai K→2→1→3			
	Naudotos maistinės skaidulos – „Fibregum“			
	Skonis saldus, neryškus, konsistencija kiek gruboka, priimtini	Silpnas skonis, kvapas, konsistencija kiek gruboka, priimtini	Skonis ir kvapas ryškūs, silpnai rūgštus, konsistencija kiek gruboka, priimtini	Skonis ir kvapas stipriai rūgštus, ryškus, konsistencija kiek gruboka, priimtini/nepriimtini
Priimtinumai K→2→1→3				

Kitame etape bandomieji mėginiai gaminti tik su maistinėmis skaidulomis „Vitacel“, o mėginių mišinių aktyvusis rūgštingumas parinktas 5,5 ir 6,0. Nustatytas valgomųjų ledų atskirų juslinių savybių – skonio ir tekstūros – bei bendras juslinis priimtumas ką tik pagamintuose bei 1 mėn. laikytuose žemoje temperatūroje (minus 18–20 °C) mėginiuose (3 lent.). Lyginamųjų ledų mėginių skonis vertintojams buvo vienodai priimtinas, tačiau mėginio, kurio pH 6,0, tekstūra buvo žymiai

geresnė. Skirtingo mėginių tekstūros priimtumo vertinimo rezultatai nulėmė ir bendro mėginių priimtumo vertinimą, t. y. mėginys, kurio pH 6, įvertintas kaip labiau priimtinas.

Bandomųjų mėginių juslinį įvertinimą galima susieti su šių mėginių reologinėmis charakteristikomis. Susiplakimo laipsnio mažėjimas bei ribinio poslinkio verčių didėjimas aktyviajam rūgštingumui mažėjant galėjo nulemti ir mėginių, kurių pH vertė mažesnė, prastesnį juslinį įvertinimą.

3 lentelė. Valgomųjų ledų mėginių su funkcionaliųjų medžiagų kompleksu (omega-3 riebalų rūgštys, maistinės skaidulos „Vitacel“ ir raugas) juslinis vertinimas

Rodikliai	Juslinių savybių vertinimas	
	pH 5,5	pH 6,0
	Po pagaminimo	
Aprašomasis vertinimas	Labiau jaučiasi komponentinė sudėtis (priedai), cukraus kristalai, ryškus rūgštus skonis, tekstūra patenkinama	Jaučiasi maloni rūgštis, labiau subalansuotas skonis, Tekstūra vienalytė
	Po 1 mėn. laikymo	
Aprašomasis vertinimas	Jaučiasi pieno rūgštis, pieno miltai, atskiri priedai, rupi, miltinga tekstūra	Priimtinas subalansuotas rūgštis ir saldus skonis, labiau homogeniška, vientisa masė, nėra rupių kristalėlių
Skonio priimtumas, proc.	50	50
Tekstūros priimtumas, proc.	11	89
Bendras priimtumas, proc.	22	78
	Po 2 mėn. laikymo	
Aprašomasis vertinimas	Per rūgštus, jaučiasi miltai, pašalinis prieskonis, kruopėtumas	Švelniai rūgštokas, labiau priimtinas, nes švelnesnis, tekstūroje ne taip jaučiasi miltai
Skonio priimtumas, proc.	36	64
Tekstūros priimtumas, proc.	25	75
Bendras priimtumas, proc.	27	73

Ledų mikrobiologiniai rodikliai

Valgomųjų ledų partijos pagamintos su funkcionaliais priedais, panaudojant maistines skaidulas „Vitacel“, 2 mėn. laikytos minus 18–20 °C temperatūroje kas mėnesį tikrinant pieno rūgšties bakterijų, tarp kurių yra ir probiotinių, skaičių. Nustatyta, kad pieno rūgšties bakterijų gyvybingumas ledų mėginių laikymo metu yra užtikrinamas. Po 2 mėn. bakterijų skaičius ledų mėginiuose liko pradinio lygio ir siekė dešimtis milijonų 1 g (4 lentelė). Produktas su tokiais

rodikliais galėtų turėti teigiamos įtakos žarnyno mikrofloros sudėčiai. Kitų autorių darbuose nustatyta, kad į ledus įdėtų probiotinių kultūrų gyvybingumas šių produktų laikymo metu nesumažėja [15].

Be to, nustatyta, kad raugo priedas nežymiai pagreitina pašalinės mikrofloros žuvimą laikymo metu lyginant su kontroliniu variantu, kuriame nedėta raugo, ir padeda gauti produktą, atitinkantį higieninius reikalavimus.

4 lentelė. Valgomųjų ledų su funkcionaliųjų medžiagų kompleksu (omega-3 riebalų rūgštys, maistinės skaidulos „Vitacel“ ir raugas) pieno rūgšties bakterijų skaičius

Rodikliai	Mėginiai	
	pH 5,5	pH 6,0
	Po pagaminimo	
Pieno rūgšties bakterijų skaičius, KSV/g	1×10 ⁷	1×10 ⁷
Mikroskopinis vaizdas	Vyrauja lazdelės ir diplokokai	Vyrauja lazdelės, yra pavienių diplokokų
	Po 1 mėnesio laikymo	
Pieno rūgšties bakterijų skaičius, KSV/g	1×10 ⁷	1×10 ⁷
Mikroskopinis vaizdas	Vyrauja lazdelės ir diplokokai	Vyrauja lazdelės ir diplokokai
	Po 2 mėnesių laikymo	
Pieno rūgšties bakterijų skaičius, KSV/g	1×10 ⁷	1×10 ⁷
Mikroskopinis vaizdas	Vyrauja lazdelės ir diplokokai	Vyrauja lazdelės ir diplokokai

Ledų riebalų rūgščių tyrimai

Valgomųjų ledų mėginiuose į 100 g produkto su funkcionaliuoju veikliųjų medžiagų priedu įterptas 15 % fiziologinės normos atitinkantis omega-3 RR klasei priskiriamas α -linoleno rūgšties kiekis, tai yra 0,15 g. Santykis tarp omega-6 ir omega-3 RR ledų mėginių riebalų fazėje sudarė 1,8:1,0, tai yra artimas sveikatos specialistų rekomenduojamam [16, 17].

Riebalų rūgščių sudėtis tirta leduose, pagamintuose su veikliųjų medžiagų kompleksu su „Vitacel“ skaidulomis. Pasirinktas mėginys, kurio pH 6,0. Nustatyta, kad ledų mėginiuose, laikytuose žemoje temperatūroje, omega-3 RR kiekis po 1 mėn. sumažėjo 20,55 %, o po 2 mėn. – 28,23 %, lyginant su kų tik pagamintų ledų mėginiais. Šis kiekis yra pakankamai didelis, todėl gali daryti teigiamą fiziologinę įtaką žmogui.

Išvados

1. Valgomųjų ledų su funkcionaliųjų priedų kompleksu (omega-3 RR, maistinės skaidulos, probiotiniai mikroorganizmai) tokie svarbūs kokybės rodikliai kaip klampa, susiplakimas, ribinio poslinkio įtempis priklauso nuo dėl

valgomųjų ledų mišinio rauginimo pakitusio aktyviojo rūgštingumo ir naudotų maistinių skaidulų tipo.

2. Didėjant valgomųjų ledų mišinių mėginių su funkcionaliųjų medžiagų kompleksu aktyviajam rūgštingumui nuo 6,0 iki 5,0, didėja jų klampa bei šlyties įtempio vertės, mažėja ledų susiplakimas, auga ribinio poslinkio įtempio vertės ir tai turi lemiamos įtakos jusliniam mėginių įvertinimui.
3. Geriausiai jusliškai įvertinti valgomųjų ledų mėginiai su maistinėmis skaidulomis „Vitacel“ ir „Fibregum“ esant pH 6,0 ir 5,5. Valgomųjų ledų su funkcionaliųjų priedų kompleksu mėginiai, 2 mėn. laikyti minus 18–20 °C temperatūroje, jusliškai buvo priimtini.
4. Valgomuosiuose leduose su funkcionaliuoju priedu pieno rūgšties bakterijų skaičius, tarp kurių yra ir probiotinių, po 2 mėn. laikymo minus 18–20 °C temperatūroje siekė 10⁷ KSV/g.
5. Po 2 mėn. laikymo žemoje temperatūroje valgomųjų ledų mėginiuose, kurių pH 6,0, nustatytas 28,23 % mažesnis omega-3 RR kiekis nei šviežiuose.

Literatūra

1. **Werschuren P. M.** Functional Foods – Scientific and global perspectives // Summary Report of an International Symposium. ILSI. 2002. P. 16.
2. **Luchina L. A.** Improving the success of functional foods // Food Technology. 2003. Vol. 57, No. 7. P. 42–47.
3. **Fajcsak Z.** Targeted nutritional therapy // The World of Food Ingredients. 2002. Vol. 9. P. 75–80.
4. Process for the Assessment of Scientific Support for Claims on Foods (PASSCLAIM). European Commission Concerted Action Programme. International Life Sciences Institute, Europe. 2002.
5. **Deis R. C.** Dietary fiber: a new beginning? // Food Product Design: Applications. 2001. P. 1–7.
6. **Harris W. S.** Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: new recommendations from the American Heart Association // Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology. 2003. Vol. 23. P. 151–152.
7. **Holzappel W. H., Haberer P., Geisen R., Björkroth J., Schillinger U.** Taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food and nutrition // American Journal of Clinical Nutrition. 2001. Vol. 73. P. 365–373.
8. **Mantzioris E., Cleland L., Gibson R. A., Neumann M. A., Demasi M., James M. J.** Biochemical effects of a diet containing foods enriched with n-3 fatty acids // American Journal of Clinical Nutrition. 2000. Vol. 72. P. 42–48.
9. **Giесе J.** Work continues on carbohydrate, fiber analysis // Food Technology. 2004. Vol. 58. No. 4. P. 72–74.
10. **Saarela M., Mogensen G., Fonden R., Mätto J., Mattila-Sandholm T.** Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties // Journal of Biotechnology. 2000. Vol. 84. P. 127–215.
11. **Шевелева С. А.** Пробиотики, пребиотики, и пробиотические продукты. Современное состояние вопроса // Вопросы питания. 1999. № 2. С. 32–40.
12. Методы исследования молока и молочных продуктов. Методический сборник. М., 1988. 172 с.
13. **Šalomskienė J., Mačionienė I.** Mikrobiologinės kontrolės instrukcija pieno perdirbimo įmonėms. Kaunas, 2004. 202 p.
14. **Alenčikienė G., Mieželienė A.** Maistinių skaidulų įtaka valgomųjų ledų savybėms // Maisto chemija ir technologija. 2005. T. 39, Nr. 1. P. 5–11.
15. **Alamprese C., Foschino R., Rossi M., Pompei C., Savani L.** Survival of *Lactobacillus johnsonii* La 1 and influence of its addition in retail-manufactured ice cream produced with different sugar and fat concentrations // International Dairy Journal. 2002. Vol. 12. P. 201–208.
16. **Mikalaukaitė D.** Mityba. V.: Vilniaus universiteto leidykla, 1996. 192 p.
17. **Kinsella J. E.** Food lipids and fatty acids: importance in food quality, nutrition and health // Food Technology. 1988. Vol. 10. P. 124–145.

Pateikta spaudai 2006-03

A. Liutkevičius, V. Speičienė

IMPACT OF THE FUNCTIONAL INGREDIENTS ON THE PROPERTIES OF ICE CREAM

Summary

The impact of the functional ingredients containing omega-3 fatty acids, dietary fiber and probiotics on the physico-chemical, rheological, sensory and microbiological properties of ice cream was investigated. The samples of ice cream prepared from mixtures acidified to pH 6.0, 5.5 and 5.0 were compared. The increased viscosity and shear stress of the mixtures was observed as pH decreased, while the yield stress of the ice cream prepared from these mixtures increased and beating decreased. The ice cream prepared at pH 6.0 and pH 5.5 had the best sensory properties. The vitality of the lactic acid bacteria in the product after 2 months of storage at low temperature remained at the same level. The extent of the losses of omega-3 fatty acids in the ice-cream samples after 2 months of the storage at pH 6.0 was 28.23 %.

Keywords: ice cream, omega-3 fatty acids, dietary fiber, probiotics.

А. Люткявичюс, В. Спейчене

ВЛИЯНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА МОРОЖЕНОГО

Резюме

Исследовано влияние комплекса функциональных пищевых добавок, состоящего из жирных полиненасыщенных кислот омега-3, пищевых волокон и пробиотических микроорганизмов, на физико-химические, реологические, сенсорные и микробиологические показатели мороженого. Сравнивались образцы мороженого, смеси которых сквашивали до pH 6,0, 5,5 и 5,0. Установлено, что снижение активной кислотности смеси мороженого вызывает повышение значений их вязкости и напряжения сдвига, в то время как предельное напряжение сдвига мороженого, приготовленного из этих смесей, повышается, а взбиваемость снижается. По вкусовым качествам наиболее высоко оценены образцы, pH которых 6,0 и 5,5. Установлено, что жизнеспособность молочнокислых бактерий в продукте после хранения при низких температурах в течение 2 мес. не уменьшается. Снижение количества жирных кислот омега-3 после 2-месячного хранения в продукте с pH 6,0 составило 28,23 %.