

LIETUVOS SVEIKATOS MOKSLŲ UNIVERSITETAS

VETERINARIJOS AKADEMIJA

Veterinarijos fakultetas

Biochemijos katedra

Rūta Lukošūtė

**Laikymo sąlygų įtaka skirtingos sudėties ir riebumo
valgomųjų ledų fizikinėms–cheminėms savybėms**

**The impact of storage conditions on physicochemical
properties of varied composition and fat ice cream**

Veterinarinės maisto saugos ištestinių studijų

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

Darbo vadovas: lekt. dr. Ingrida Sinkevičienė

KAUNAS 2016

**DARBAS ATLIKTAS BIOCHEMIJOS KATEDROJE
PATVIRTINIMAS APIE ATLIKTO DARBO SAVARANKIŠKUMĄ**

Patvirtinu, kad įteikiamas magistro baigiamasis darbas „Laikymo sąlygų įtaka skirtingos sudėties ir riebumo valgomųjų ledų fizikinėms–cheminėms savybėms”

1. Yra atliktas mano paties (pačios).
2. Nebuvo naudotas kitame universitete Lietuvoje ir užsienyje.
3. Nenaudojau šaltinių, kurie nėra nurodyti darbe, ir pateikiu visą naudotos literatūros sąrašą.

2016-04-25

(data)

Rūta Lukošiuūtė

(autorius vardas, pavardė)

(parašas)

**PATVIRTINIMAS APIE ATSAKOMYBĘ UŽ LIETUVIŲ KALBOS
TAISYKLINGUMĄ ATLIKTAME DARBE**

Patvirtinu lietuvių kalbos taisyklumą atliktame darbe.

2016-04-25

(data)

Rūta Lukošiuūtė

(autorius vardas, pavardė)

(parašas)

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO VADOVO IŠVADA DĖL DARBO GYNIMO

2016-04-25

(data)

Ingrida Sinkevičienė

(darbo vadovo vardas, pavardė)

(parašas)

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS APROBUOTAS KATEDROJE (INSTITUTE)

(aprobacijos data)

(katedros (instito) vedėjo (-os)

(parašas)

vardas, pavardė)

Magistro baigiamojo darbo recenzentai

1) Dr. Jurgita Dailidavičienė

2) Prof. dr. Loreta Šernienė

(vardas, pavardė)

(parašai)

Magistro baigiamųjų darbų gynimo komisijos įvertinimas:

(data)

(gynimo komisijos sekretorės (-iaus) vardas,

(parašas)

pavardė)

SANTRAUKA

Laikymo sąlygų įtaka skirtingos sudėties ir riebumo valgomųjų ledų fizikinėms-cheminėms savybėms

Rūta Lukošiuūtė

Magistro baigiamasis darbas

Darbe: 57 puslapiai, 28 paveikslai, 4 lentelės.

Darbas parengtas – 2013 – 2016 m. LSMU Biochemijos katedroje.

Valgomieji ledai – šaldytas desertas, kuris jeigu nėra suvartojamas iškart, jį būtina laikyti šaldiklyje, siekiant išsaugoti jo savybes. Valgomųjų ledų kokybei svarbus kiekvienas gamybos etapas, naudojamos žaliavos, tolimesnis ledų laikymas ir transportavimas iki vartotojo. Vasarą, kai ledų suvartojimas sparčiai padidėja parduotuvėse esantys šaldikliai nuolat varstomi ir ne visada tinkamai uždaromi pirkėjų. Kadangi vartotojai apie šį šaldytą desertą žino nedaug, ypatingai apie valgomųjų ledų fizikines-chemines savybes, todėl ne visada pasirenka kokybišką ir vertą kainos prekę. Magistro baigiamajame nustatytos ir palygintos valgomųjų ledų, pagamintų iš skirtingų pradinių mišinių fizikinės-cheminės savybės: sausųjų medžiagų kiekis, riebalų kiekis ir pH. Įvertinta laikymo sąlygų įtaka valgomųjų ledų fizikinėms-cheminėms savybėms.

Tyrimo rezultatai parodė, kad fizikinių-cheminių savybių pokyčiai leduose priklauso nuo ledų rūšies ir saugojimo temperatūros. pH ir riebalų kiekiui laikymo sąlygos didesnės įtakos neturėjo, nors ryškesnis pH ir riebalų kiekio sumažėjimas nustatytas, kai laikymo sąlygos nėra pastovios. Labiausiai nuo laikymo sąlygų priklauso sausųjų medžiagų kiekis.

Raktažodžiai: valgomieji ledai, fizikinės-cheminės savybės, laikymo sąlygos.

SUMMARY

The impact of storage conditions on physicochemical properties of varied composition and fat ice cream

Rūta Lukošūitē

Master Thesis

Work size: 57 pages, 28 pictures, 4 tables.

Work was done from 2013 to 2016 year at LSMU Department of Biochemistry.

Ice-cream is a frozen dessert, which must to be consumed immediately, it must be keeping in freezer, on purpose to save it's quality. Each stages of ice-cream production, used materials, further ice-cream storage and transporting to consumer are very important. On summer time, when ice-creams consuming rapidly increases, freezers in stores are constantly swinging and are not always properly closed by customers. Because customers don't know a lot about this frozen dessert, especially about physicochemical properties of ice-creams, therefore customers not always choose good quality and worth price product. In Master Thesis are established and compared ice-creams, produced from different primary mixture, physicochemical properties: amount of dry materials, amount of fat and pH. Estimated storage conditions influence of ice-creams physicochemical properties.

The results of research showed, that change of ice-cream physicochemical properties depends from ice-creams class and storage temperatute. pH and amount of fat don't have a bigger influence, although pH and amount of fat decrease established, when storage conditions are not constant. The amount of dry materials mostly depends of storage conditions.

Keywords: ice-cream, physicochemical properties, storage conditions.

TURINYS

SANTRAUKA	3
ĮVADAS	7
1. LITERATŪROS APŽVALGA.....	9
1.1. Valgomieji ledai	9
1.2. Mitybinė valgomųjų ledų sudėtis ir rūšys.....	9
1.2. Valgomųjų ledų gamybai naudojamos žaliavos ir mišinių sudėtis	13
1.3. Fizikinės-cheminės valgomųjų ledų savybės	16
1.4. Valgomųjų ledų gamybos technologinis procesas.....	20
1.5. Sanitarijos ir higienos reikalavimai	25
2. TYRIMO METODAI IR MEDŽIAGA	27
3. TYRIMO REZULTATAI.....	30
3.1. Skirtingo riebumo valgomųjų ledų, laikytų pastoviomis sąlygomis, fizikiniai-cheminiai rodikliai.....	30
3.1.1. Išlaikymo trukmės įtaka 8 proc. riebumo valgomųjų ledų fizikinėms-cheminėms savybėms	30
3.1.2. Išlaikymo trukmės įtaka 10 proc. riebumo valgomųjų ledų fizikinėms-cheminėms savybėms	32
3.1.3. Išlaikymo trukmės įtaka 12 proc. riebumo valgomųjų ledų fizikinėms-cheminėms savybėms	34
3.1.4. Išlaikymo trukmės įtaka 10 proc. riebumo sojos valgomųjų ledų fizikinėms-cheminėms savybėms	36
3.2. Skirtingo riebumo valgomųjų ledų, laikytų skirtingomis sąlygomis, fizikiniai-cheminiai rodikliai.....	38
3.2.1. Išlaikymo trukmės įtaka 8 proc. riebumo valgomųjų ledų fizikinėms-cheminėms savybėms	38
3.2.2. Išlaikymo trukmės įtaka 10 proc. riebumo valgomųjų ledų fizikinėms-cheminėms savybėms	40
3.2.3. Išlaikymo trukmės įtaka 12 proc. riebumo valgomųjų ledų fizikinėms-cheminėms savybėms	42
3.2.4. Išlaikymo trukmės įtaka 10 proc. riebumo sojos valgomųjų ledų fizikinėms-cheminėms savybėms	44

3.2.5. Išlaikymo trukmės įtaka 10 proc. riebumo sojos ir 10 proc. riebumo grietininiams valgomiesiems ledams, jų fizikinių–cheminių savybių kitimo palyginimas.....	46
4. REZULTATŲ APTARIMAS.....	50
IŠVADOS.....	52
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	53

IVADAS

Valgomieji ledai – tai saldinti produktai, gaminami iš riebalų ir baltymų emulsijos, pridedant kitų ingredientų ir medžiagų, arba iš vandens, cukraus ir kitų ingredientų bei medžiagų mišinio, apdorojami šaldant ir skirti vartoti sušaldyti arba iš dalies sušaldyti [1].

Ledai yra labai mylimas desertas bei užkandis visame pasaulyje. Ledų valgymas suvokiamas, kaip malonumo ir prabangos dalykas. Ledai suteikia tikrą malonumą juos valgant tik tada, kai jų skonis yra švelnus ir kreminis [2]. Tai desertas mėgstamas visų amžiaus grupių žmonių; nesvarbu ar tai būtų vaikai ar vyresnio amžiaus žmonės [3].

Aukšta mitybinė vertė, skonis, estetika ir valgomųjų ledų kokybė yra priežastis, kodėl ledai – produktas vartojamas ne tik vasaros metu [4].

Ledų gamintojai, valgomuosiuose leduose ir šaldytuose pieno desertuose naudojamas sudedamąsias dalis tarpusavyje derina įvairiomis proporcijomis. Esant tiek daug skirtingų receptūrų, sudedamųjų dalių ir procesų prieinamų gamintojui, vartotojas gali mėgautis stebėtinai dideliu įvairių šaldytų desertų pasirinkimu [5].

Valgomieji ledai šiltuoju metu yra ir bus vienu iš populiariausių šaldytų desertų. Todėl gamintojas privalo užtikrinti aukštą produkto kokybę, mažindamas valgomųjų ledų ydų atsiradimo priežastis, taip į rinką vartotojui pateikdamas tik kokybišką ir sveiką produktą. Užtikrinti aukštą produkto kokybę gamintojui padeda nustatyti kokybės standartai.

Siekiant išsaugoti kokybišką produktą yra taikomi privalomieji kokybės reikalavimai pagamintiems valgomiesiems ledams ir skystiems bei sausiems ledų mišiniams, taip pat kitų maisto produktų sudėtyje esančiai valgomųjų ledų daliai. Nustatomi privalomieji kokybės reikalavimai taikomi į Lietuvos rinką pateikiamiems valgomiesiems ledams ir jų pusgaminiams, tiek gaminamiems Lietuvoje, tiek importuojamiems. Reikalavimai parengti pagal *Codex Alimentarius* komisijos rekomendacijas ir standartą Codex Stan 137:1981 [6].

Pasirinkdami ledus, vartotojai turi atkreipti dėmesį į tai, kokiomis sąlygomis šie produktai laikomi, ar jie nepraradę formos ir išvaizdos. Laikant ledus netinkamomis sąlygomis jie praranda formą, o tai pirmas ir aiškiausias požymis, kad produktai gali būti nekokybiški. Todėl nerekomenduojama pirkti deformuotų, minkštų ledų, taip pat ištirpusių ir užšaldytų iš naujo.

Dėl didelės konkurencijos tarp gamintojų, vartotojai naudojasi galimybe mėgautis plataus asortimento ir aukštos kokybės valgomaisiais ledais. Todėl, būtina ledus gaminti visus apvalius metus ir saugoti gautą gamybos perteklių. Labai dažnai netinkamai saugomi ledai praranda savo kokybę ir organoleptinės savybės [4].

Dėl produkto pobūdžio, ledų kokybei įtakos gali turėti fizikiniai pokyčiai. Šie pokyčiai gali reikšti, kad ledai yra netinkami vartoti po labai trumpo saugojimo laikotarpio. Fizikiniai pokyčiai

leduose atsiranda ir priklauso nuo temperatūros stabilumo laikymo metu. Pagrindiniai šio tipo pokyčiai apima persikristalizaciją, oro praradimą ir sušalusio vandens sublimaciją iš valgomųjų ledų. Persikristalizavimo ir oro praradimo pasekmė yra malonaus, švelnaus skonio pakitimas, ypač ledų struktūroje. Vandens sublimacija iš sušalusio ledo lemia sausųjų medžiagų kiekio padidėjimą, taip pat lipolitinių ir oksidacinių pokyčių riebaluose ir proteolitinių – baltymuose atsiradimą [4].

Ledai yra saugomi platintojų, didmenininkų sandėliuose, taip pat mažmeninėse prekybos vietose bei vartotojų šaldikliuose. Todėl vartotojui svarbu žinoti ar perkamas ir valgomas šaldytas desertas yra tinkamos kokybės visą jo saugojimo laikotarpį. Dėl šios priežasties nuspręsta atlikti tyrimą ir išsiaiškinti valgomųjų ledų fizikinius – cheminius pokyčius per 30 kalendorinių dienų, ledus laikant skirtingomis sąlygomis.

Darbo tikslas – Ištirti ir įvertinti, grietininių ir sojos valgomųjų ledų fizikines–chemines savybes ir jų kitimą laikymo metu.

Darbo uždaviniai:

1. Palyginti valgomųjų ledų, pagamintų iš skirtingų pradinių mišinių fizikines–chemines savybes: sausųjų medžiagų, riebalų kiekius ir pH.

2. Įvertinti fizikinių–cheminių savybių kitimo priklausomybę nuo valgomųjų ledų rūšies.

3. Įvertinti fizikinių–cheminių savybių kitimo priklausomybę nuo temperatūrinio režimo svyravimų.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. Valgomieji ledai

Valgomieji ledai – sušaldyti arba iš dalies sušaldyti saldinti maisto gaminiai iš riebalų ir baltymų emulsijos, priedų ir kitų medžiagų arba iš vandens, cukraus ir kitų priedų ir medžiagų mišinio [6].

Valgomieji ledai apibūdinami, kaip užšaldyti, plakti pieno desertai, kuriuose yra tiek ledo kristalų, tiek oro burbuliukų. Desertai paprastai skirti vartoti – užšaldyti [5], kiti autoriai įvardina, kad ledai yra užšaldyti pieno desertai gaunami šaldant ir nepertrukiamai maišant ledų mišinį. Mišinys gali turėti ingredientų iš pieno ir priešingai – be jo [7].

Pasigaminti ledų nenaudojant pieno galima įprastą pieną pakeičiant: ryžių, migdolų, riešutų, kokosų, sojos pienu ir kt. Vis populiarėjantis ledų pagamintų iš sojos pasirinkimas. Nors tai yra ledai pritaikyti alergiškiems žmonėms, jų paklausa dėl skoninių savybių ir mitybinės vertės populiarėja ir tarp pieniškus produktus vartojančių žmonių.

Technologijų plėtra turi atitikti vartotojų keliamus reikalavimus. Maistas pagamintas iš sojos – tai naujos kartos maistas. Šiems produktams gaminti naudojamos baltymo sudedamosios dalys, gautos iš sojos pupelių prieš tai iš jų pašalinus riebalus, tai yra sojos baltymo koncentratas, sojos baltymo izoliatas ir struktūriniai sojos baltymai [8,9].

Asmenys, norintys vartoti produktus be pieno gali rasti įvairių alternatyvų, tokių kaip sojos sūris, sojų jogurtas, sojos grietinė, sojų varškės ir šaldyti sojos pieno desertai, kurie yra be laktozės ir pieno baltymų. Naujos maisto gamybos technologijos ir naujų rūšių sojos pupelių skoniai, stipriai konkuruojan su karvės pienu ir pieno produktais [10].

1.2. Mitybinė valgomųjų ledų sudėtis ir rūšys

Ledai yra sušaldytas pieno produktas, kuris yra sudarytas iš pieno, baltymus gerinančių medžiagų (išrūgų baltymų koncentrato, lieso pieno miltelių ir kt), saldiklių, stabilizatorių, emulsiklių ir kvapiųjų medžiagų, visi šie komponentai įeina į pasterizuotą ledų mišinį, kuris yra laikomas žemoje temperatūroje, o vėliau užšaldomas su įmaišomu oru. Ledai yra vertingas maistas, kuriame yra didelė dalis komponentų, naudingų žmonių sveikatai. Ledai turi vėsinimo poveikį, todėl jiems, įvairių amžiaus grupių vartotojai, teikia pirmenybę karštomis vasaros dienomis [11].

Pagal sausųjų medžiagų ir pieno riebalų kiekį valgomieji ledai skirstomi:

a) pieniški valgomieji ledai, kuriuose sausųjų medžiagų yra ne mažiau kaip 28 proc., pieno riebalų – ne daugiau kaip 7 proc., pieno baltymų – ne mažiau kaip 2,2 proc.;

b) grietininiai valgomieji ledai, kuriuose sausųjų medžiagų yra ne mažiau kaip 32 proc., pieno riebalų kiekis yra 8–11 proc., pieno baltymų – ne mažiau kaip 2,2 proc.;

c) plombyras, kuriame sausųjų medžiagų yra ne mažiau kaip 36 proc., pieno riebalų – ne mažiau kaip 12 proc., pieno baltymų – ne mažiau kaip 2,2 proc.

Pieniškų, grietinių valgomųjų ledų ir plombyro lyginamasis svoris turi būti ne mažesnis kaip 475 g/l.

Pagal vaisių (vaisių sultys, vaisių minkštimas, vaisių tyrė) (toliau – vaisiai) kiekį valgomieji ledai skirstomi:

a) vaisiniai valgomieji ledai, kuriuose vaisių yra ne mažiau kaip 20 proc. Jei vaisiniai ledai gaminami su koncentruotomis vaisių sultimis, jų dedama ne mažiau kaip 2,5 proc.;

b) sorbetas, kuriame vaisių yra ne mažiau kaip 25 proc. Gaminant sorbetą nenaudojamas pienas arba pieno sudedamosios dalys;

c) šerbetas, kuriame vaisių yra ne mažiau kaip 10 proc., sausųjų medžiagų – ne mažiau kaip 20 proc., riebalų – ne mažiau kaip 1 proc. [6].

Produktuose pagamintuose iš sojos nėra laktozės, kuri yra "pieno cukrus" randamas piene. Panašios sudėties pieno produktų ir produktų pagamintų iš sojos, bendras cukraus kiekis gali būti lygiavertis arba dažnai net mažesnis. Pavyzdžiui 100 ml pieno yra: 63 kcal, baltymų - 3,3 g., riebalų – 3,5 g., sočiųjų riebalų – 2,2 g., cukraus – 5 g. Sojos gėrime: 35 kcal, baltymų - 3,7 g., riebalų – 2,2 g., sočiųjų riebalų – 0,4 g., cukraus – 0,1 g. [12].

Sojos pieno produktai, klasifikuojami pagal sudėtį (sojos pupelių maistinių medžiagų koncentraciją ir sojos pupelių bendrą sausųjų medžiagų kiekį):

a) sojos pienas, kuriame turi būti ne mažiau kaip 3,0 proc. sojos baltymų, ne mažiau kaip 1,0 proc. sojų riebalų ir ne mažiau kaip 7,0 proc. sausųjų medžiagų;

b) sojos gėrimas kuriame, yra ne mažiau kaip 1,5 proc. sojos baltymų, ne mažiau kaip 0,5 proc. sojų riebalų ir ne mažiau kaip 3,9 proc. sausųjų medžiagų;

c) sojos milteliai, turi būti sudaryti iš ne mažiau, kaip 38 proc. sojos baltymų, 13 proc. sojos riebalų ir bendras sausųjų medžiagų kiekis turi būti ne mažesnis kaip 90 proc.;

d) sojos pieno koncentratas, turi būti sudarytas iš ne mažiau, kaip 6 proc. sojos baltymų, 2 proc. sojos riebalų ir bendras sausųjų medžiagų kiekis turi būti ne mažesnis kaip 14 proc. [10].

Pagal sojos (valgomieji ledai iš sojos pieno, sojos miltų, ir kt.) kiekį ledai skirstomi:

a) sojos valgomuosiuose leduose pagamintuose naudojant sojos miltus sausųjų medžiagų turi būti ne mažiau kaip 38 proc., riebalų kiekis svyruoja dažniausiai nuo 8 iki 12 proc.

b) sojos valgomuosiuose leduose pagamintuose naudojant sojos pieną sausųjų medžiagų turi būti ne mažiau kaip 32 proc., riebalų kiekis apie 8 proc.

Sojų pienas, kaip pieno pakaitalas, yra be laktozės taip pat geras pagrindinių riebalų rūgščių šaltinis. Jame nėra cholesterolio ir mažai arba visai nėra sočiųjų riebalų rūgščių. Produktai, kuriuose vietoje pieno naudojamas sojos pienas yra geri aukštos kokybės baltymų, B grupės vitaminų, kalio,

geležies, maistinių skaidulų ir biologiškai aktyvių komponentų, įskaitant izoflavonai šaltiniai. Daugelis sojos pieno pagamintų produktų yra prisotinti kalcio, vitaminų A ir D, B₂, cinko, ir vitamino B₁₂. Turinys ir biologiškai aktyvių komponentų pobūdis priklauso nuo produkto, kiek sojos baltymų yra maiste ir kaip sojos baltymai yra apdoroti [10].

Leistinos valgomųjų ledų sudedamosios dalys:

a) pienas, kuris atitinka reikalavimus, išdėstytus 2004 m. balandžio 29 d. Europos Parlamento ir Tarybos reglamente (EB) Nr. 853/2004, nustatančiame konkrečius gyvūninės kilmės maisto produktų higienos reikalavimus (OL 2004 m. *specialusis leidimas*, 3 skyrius, 45 tomas, p. 14), su paskutiniais pakeitimais, padarytais 2013 m. gegužės 13 d. Tarybos reglamentu (ES) Nr. 517/2013 (OL 2013 L 158, p. 1), ir (arba) iš pieno gauti gaminiai (švieži, iš dalies arba visiškai dehidratuoti);

b) ne pieno kilmės maistiniai riebalai ir aliejai;

c) ne pieno kilmės maistiniai baltymai;

d) cukrūs;

e) geriamasis vanduo, atitinkantis Lietuvos higienos normą HN 24:2003 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“, patvirtintą Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2003 m. liepos 23 d. įsakymu Nr. V-455 (13);

f) pasterizuoti ar lygiaverčiu pasterizacijai šiluminiu būdu apdoroti kiaušiniai ar kiaušinių produktai;

g) vaisiai ir vaisių produktai;

h) kitos sudedamosios dalys, suteikiančios produktui kvapą ar skonį, pvz., kava, kakava, imbieras, medus, riešutai, likerai, druska ir kt.

Valgomųjų ledų gamyboje naudojami maisto priedai ir jų leidžiami vartoti kiekiai turi atitikti 2008 m. gruodžio 16 d. Europos Parlamento ir Tarybos reglamento (EB) Nr. 1333/2008 dėl maisto priedų (OL 2008 L 354, p. 16), su paskutiniais pakeitimais, padarytais 2013 m. birželio 3 d. Komisijos reglamentu (ES) Nr. 510/2013 (OL 2013 L 150, p. 17), reikalavimus.

Valgomųjų ledų gamybai naudojamos kvapiosios medžiagos turi atitikti 2008 m. gruodžio 16 d. Europos Parlamento ir Tarybos reglamento (EB) Nr. 1334/2008 dėl kvapiųjų medžiagų ir aromatinių savybių turinčių tam tikrų maisto ingredientų naudojimo maisto produktuose ir ant jų ir iš dalies keičiančio Tarybos reglamentą (EEB) Nr. 1601/91, reglamentus (EB) Nr. 2232/96 ir (EB) Nr. 110/2008 bei Direktyvą 2000/13/EB (OL 2008, L 354, p. 34), su paskutiniais pakeitimais, padarytais 2013 m. birželio 14 d. Komisijos reglamentu (ES) Nr. 545/2013 (OL 2013 L 163, p. 15), reikalavimus [6].

1 lentelė. Atskirų valgomųjų ledų grupių sudėtis pagal minimalų ingredientų kiekį masės procentais (glaisto ingredientai neįvertinti) [14].

Produkto grupė	1			2		3		
Pogrupis	1	2	3	1	2	1	2	3
Riebalai, baltymai ir kiti sudėties reikalavimai	Pieno riebalai. Pieno baltymai			Pieno riebalai. Pieno baltymai ir/arba kiti baltymai		Pieno riebalai ir/arba kiti riebalai. Pieno baltymai		
Be skoninių priedų								
Sausosios medžiagos	30	28	26	30	26	30	30	20
Pieno riebalai	8	2,5	<2,5	8	<2,5	-	-	-
Riebalai, įskaitant pieno riebalus (jei jų yra)	-	-	-	-	-	8	5	<5
Pieno baltymai	2,5	2,5	2,5			2,5	2,5	<2,5
Baltymai, įskaitant pieno baltymus (jei jų yra)	-	-	-	2,5	2,5	-	-	-
Kiaušinio trynio sausosios medžiagos (jeigu dedama kiaušinių)	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	-	-	-
Su skoniniais priedais								
Sausosios medžiagos	28	26	24	28	24	28	28	20
Pieno riebalai	7	2,2	<2,2	7	<2,2			
Riebalai, įskaitant pieno riebalus (jei jų yra)	-	-	-	-	-	7	4	4
Pieno baltymai	2,2	2,2	2,2	-	-	2,2	2,2	2,2
Baltymai, įskaitant pieno baltymus (jei jų yra)	-	-	-	2,2	2,2	-	-	-
Lyginamasis svoris	475	475	475	475	475	475	475	475

1 lentelės tęsinys

4			5			6	
1	2	3	1	2	3	1	2
Pieno riebalai ir/arba kiti riebalai. Pieno baltymai ir/arba kiti baltymai			Mažais kiekiais pieno riebalai. Pieno baltymai ir/arba kiti baltymai			Jokių riebalų ir baltymų, išskyrus tuos, kurie yra natūralūs leistinių ingredientų ir priedų komponentai	
Be skoninių priedų							
30	30	20	-	-	-	15	10
8	5	<5	-	-	-	-	-
2,5	2,5	<2,5	-	-	-	-	-
-	-	1,4	-	-	-	-	-
Su skoniniais priedais							
1	2	3	4	5	6	7	8
28	28	20	10	10	10	-	-
-	-	-	<2,5	-	-	-	-
7	4	4	-	<2,5	-	-	-
-	-	-	<2,5	-	-	-	-
2,2	2,2	2,2	-	-	<2,5	-	-
475	475	475	475	475	475	475	475

Pastaba. Kiekviena grupė gali būti papildyta didesnio riebumo ir atitinkamos sudėties ledų pogrupiu

1.2. Valgomųjų ledų gamybai naudojamos žaliavos ir mišinių sudėtis

Pagrindiniai valgomųjų ledų mišinio ingredientai: vanduo, riebalai, pieno neriebalinės sausosios medžiagos (kazeino micelės, išrūgų baltymai, laktozė ir pieno druskos), cukrūs (sacharozė ir iš dalies hidrolizuotas krakmolas, įskaitant gliukozę, maltozę ir aukštesnius sacharidus), stabilizatoriai, emulsikliai ir oras, kuris pridedamas prieš dinaminį užšaldymą. Visi šie elementai įeina į ledų struktūrą. Riebalai išlieka kristalinių kamuoliukų arba neemulsintų lašelių pavidalu arba yra sujungiami į iš dalies susijungusių riebalų grupeles, šis procesas yra vadinamas riebalų destabilizacija ir vyksta emulsiklių pagalba. Vanduo yra paverčiamas ledo kristalais. Oras suplakamas į mažus burbuliukus. Cukrus ir stabilizatoriai šaldant sukonzentruojami į neužšalantią serumo fazę. Baltymai padeda riebalams ir orui pereiti per sąlyčio paviršių, neužšalanti fazė sulaiko vandenį ir suteikia klampumo [15].

Ledų mišiniai – skysti arba sausi produktai, skirti valgomųjų ledų gamybai:

1. Skystas ledų mišinys – skystas produktas, kurį sudaro visi būtini ingredientai tokiais kiekiais, kad jį užšaldžius būtų gaunami valgomieji ledai.
2. Koncentruotas ledų mišinys – skystas koncentruotas produktas, kuris, pridėjus nurodytą vandens kiekį, atitiktų ankščiau apibūdintą produktą.
3. Sausas ledų mišinys – sausas produktas, turintis ne daugiau kaip 4 proc. drėgmės ir kuris, pridėjus nurodytą vandens kiekį, atitiktų 1 punkte apibūdintą produktą [14].

Ledų mišinio sudėtis ir laikymo temperatūra yra labai svarbi nustatant galutinę valgomųjų ledų kokybę [16]. Ruošiant mišinį yra laikomasi šių pagrindinių reikalavimų:

Vanduo visada įmaišomas pirmiausiai, nes efektyvus viso mišinio sumaišymas yra esminis veiksnys, leidžiantis išmaišyti ir ištirpdyti kitus ingredientus. Vandens temperatūra +80–+85 °C. Vanduo ledų mišinyje atsiranda iš skystų pieno produktų, sirupų arba paprasčiausiai iš pridėtinio vandens [17].

Stabilizatoriai ir emulsikliai dažniausiai dedami kaip antrasis ingredientas, nes juos reikia pilti, kol mišinys yra kiek įmanoma karštesnis. Jei maišymui naudojamos vakuuminės sistemos, vakuuminis slėgis privalo būti padidintas, kad vanduo neužvirtų. Stabilizatorių negalima pilti, jei temperatūra žemesnė nei 75 °C. Stabilizatoriai ir emulsikliai paprastai pilami juos pasvėrus ir gerai išmaišius su nedideliu kiekiu kietojo cukraus dispersijai pagerinti [36].

Stabilizatoriai ledų gamyboje naudojami, nes padeda gerinti vandens rišlumą, šaldymo laiką, ledo kristalų susidarymą ir reologines savybes. Polisacharidiniai stabilizatoriai, kurie yra naudojami dažniausiai, padeda kontroliuoti ledo kristalų augimą leduose, tai saldžiosios ceratonijos dervos, natrio karboksimetilceliuliozės, alginato, karageninas ir ksantano guma [16].

Mišiniuose naudojami skirtingi stabilizatoriai, paprastai dviejų ar daugiau derinys, tam, kad būtų galima kontroliuoti ledo kristalų dydį. Stabilizatoriai paprastai veikia dviem būdais: 1) vandens

sugėrimo, tokiu būdu sumažinamas turimas vandens kiekis saugojimo metu; 2) serume didinamas fazės, apsupančios aplinkinius ledo kristalus, klampumas, todėl mažėja difuzijos laikas [16]. Be to stabilizatoriai pagerina oro įmaišymą į mišinį, bei padeda kontroliuoti ledų tirpimo greitį [17].

Saldikliai dedami kaip trečias komponentas: kietasis cukrus beriamas aplinkos temperatūroje, skystasis – jo laikymo temperatūroje, kuri apytiksliai yra +40 °C. Pagrindinė saldiklių funkcija, padaryti mišinį priimtiniu vartotojui, suteikiant jam saldų skonį [18].

Sacharozė (cukrus) yra būtinas skonio plėtrai ir užšalimo temperatūros sumažinimui. Labai mažas cukraus kiekis gali būti per didelio ledo kiekio formavimosi rezultatas, kai per didelis cukraus kiekis gali sukelti nepageidaujamą saldumą [19]. Tai patvirtina ir Goff, Hartel ir kt. [15] atlikti tyrimai, kurių duomenys pateikti 2 lentelėje.

2 lentelė Pasirinktų sudedamųjų dalių funkcijos ir trūkumai [15].

Sudedamosios dalys	Funkcija	Trūkumai
Pieno riebalai	Padidina skonio turtingumą, sutepa ir izoliuoja burną	Santykinai didelės išlaidos ir tekstūros vienodumas, glotnumas; Sunkina plakimą; Aukštas kalorijų kiekis;
Augaliniai riebalai	Užtikrina gerą struktūrą ir tekstūrą mažesnėmis sąnaudomis nei pieno riebalai	Menkai prisideda prie skonio, gali lemti riebią tekstūrą
Pieno sausosios medžiagos / pieno išrūgų baltymų koncentratai	Pagerina emulsijos susidarymą, vandens rišlumą, taip pagerindami kūną ir tekstūrą	Didelės koncentracijos gali sukelti virto pieno arba sūrų skonį, dėl laktozės kristalizacijos galimas smėlišumas
Išrūgų sausosios medžiagos	Pigiau, nei įprastiniai sausų medžiagų šaltiniai (laktozė, kazeinas, išrūgų baltymai ir kt.)	Didelis kiekis laktozės sukelia užšalimo temperatūros problemą, gali būti jaučiamos smėlio tekstūros priežastimi
Cukrus	Pagerina skonį, konsistenciją; Mažina užšalimo temperatūrą; Suteikia saldumo	Reikalinga žemesnė grūdinimosi temperatūra; Galimas perteklinis saldumas
Stabilizatoriai	Pagerina tekstūros vientisumą; Palaiko ledo kūno formą; Ilgina galiojimo laiką	Didina tirpimo atsparumą; Gali paskatinti perteklinį kramtymą
Emulsikliai	Sukelia riebalų destabilizaciją, skatindami sausėjimą, lygią tekstūrą bei tinkamą tirpimo temperatūrą	Didina riebalų išplakimo tikimybę

Bendras sausųjų medžiagų kiekis	Lygesnė tekstūra; Tvirtesnis kūnas; Aukštas maistinių medžiagų kiekis	Sunkus, šlapias ar lipnus kūnas
Aromatai	Padidina priimtinumą	Intensyvumas ar net aštrumas gali būti nepriimtinas
Dažikliai	Padidina patrauklumą; Padeda identifikuoti tam tikrą skonį	Galimi dirbtiniai atspalviai; Galimos alerginės reakcijos tam tikriems dažikliams

Lieso pieno milteliai yra jautrūs karščiui ir jų negalima pilti į mišinį, jei šis yra karštesnis nei 75 °C. Lieso pieno milteliai svarbus sausųjų neriebalinių medžiagų šaltinis [15].

Sojos miltai. Sojų pieno milteliai yra produktas, gaunamas pašalinant dalį vandens iš skysto sojos pieno arba sumaišant kokybiškus sojos baltymus ir sojos pupelių aliejaus miltelius [10]. Sojų baltymai pagerina mišinio vandens sulaikymą, surišimą ir pagerina emulsines savybes [20].

Sojos mišinys gali būti naudojamas šaldytų desertų gamyboje, ypačingai valgomųjų ledų. Ledai pagaminti iš sojos mišinio pasižymi gera kokybe, juslinėmis savybėmis, spalva, skoniu, aromatu ir visapusišku priimtumu [21].

Kukurūzų (gliukozės) sirupą būtina pilti tik įpylus lieso pieno miltelius, nes taip bus sumažintas putojimas. Sirupas pilamas iš skystų produktų talpos +55 °C temperatūroje prieš beriant pieno išrūgų miltelius, kad sumažėtų temperatūra ir nuo karščio būtų apsaugoti išrūgų baltymai. Sirupas gali būti įmaišomas ir neautomatiniu būdu, jei tiekėjo buvo pristatytas nedidelėse statinėse, tačiau didelis klampumas sukelia tam tikrų sunkumų. Kukurūzų sirupas leduose naudojamas siekiant produktui suteikti lygesnę, malonesnę tekstūrą; gerenes tirpimo savybes; išryškinti ir pabrėžti vaisių skonius; sumažinti „temperatūrinio šoko“ galimybę, taip prailginant produkto galiojimo laiką; bei suteikti reikiamą kiekį sausųjų medžiagų [15].

Išrūgų milteliai. Išrūgų sausosios medžiagos labai plačiai naudojamos valgomųjų ledų gamyboje, nes tai palyginti nebrangus sausųjų medžiagų šaltinis [15]. Jų negalima pilti, jei mišinio temperatūra yra didesnė nei 70 °C. Tai būtina siekiant nuo karščio apsaugoti išrūgų baltymus.

Skystą pieną reikia pilti po sirupo ir išrūgų miltelių, jei pastarieji naudojami. Laikomas 5 °C, pienas prieš jį pilant į mišinį pirmiausiai privalo būti pašildytas iki +60 °C naudojant linijoje įrengta šilumokaitį [36].

Riebalai į mišinį įmaišomi, kai jau yra įmaišyti visi baltymai ir emulsikliai, kurių reikia stabilizuojant riebalų dispersiją. Riebalai maišomi tiesiai iš saugojimo talpos (saugomi apytiksliai +40 °C temperatūroje) [36].

Kvapikliai ir dažikliai. Šie priedai gali būti jautrūs karščiui, todėl geriausiai juos įmaišyti po pasterizavimo. Jei to padaryti neįmanoma, juos būtina įmaišyti kaip paskutinius ingredientus, kad iki minimumo sumažinti potencialų šilumos poveikį.

Procesui pasibaigus, mišinys turėtų būti +45–+60 °C temperatūros. Jis maišomas dar mažiausiai 2 minutes, ir tada laikomas paruoštu pasterizavimui.

Didesnis kiekis riebalų ir sausųjų medžiagų lemia aukštesnės kokybės produktus. Kai riebalų ir sausų medžiagų kiekis yra didinamas, pieno neriebalinių sausų medžiagų koncentracijos lygis, kukurūzų sirupo sausųjų medžiagų, stabilizatorių, emulsiklių kiekiai paprastai yra mažinami, tam, kad būtų išlaikytas klampumas ir optimizuota tekstūros kokybė [15].

Abdullah ir kt. [21] pastebėjo, kad bendras sausųjų medžiagų kiekis leduose pagamintuose iš sojos pieno bei lieso pieno laikymo metu (per 30 dienų) didėja [21].

3 lentelė Siūlomi žaliavų kiekiai valgomųjų ledų mišiniam [15].

Sudėtis (proc.)	Grietiniai			Sojos
Pieno riebalai	8,00	10.00	12.00	-
Augaliniai riebalai	-	-	-	10.00
Cukrus	12.00	11.50	10.16	13.91
Gliukozės sirupas	3.00	3.10	3.00	-
Stabilizatorius *	0.50	0.60	0.60	0.50
Emulsiklis *	0.50	0.60	0.60	-
Bendras sausų medžiagų kiekis	33.50	34.00	35.00	38.50

*Labai įvairūs, priklauso nuo tipo; laikomasi gamintojo rekomendacijų

1.3. Fizikinės-cheminės valgomųjų ledų savybės

Ledus sudaro ne mažiau kaip 4 pagrindinės atskiros fazės: ledo kristalų, oro ląstelių, riebalų lašelių ir skystoji fazė. Ledų kokybė priklauso nuo daugelio veiksnių, ledo kristalų dydžio, sandėliavimo laiko ir temperatūros bei temperatūros svyravimo laikymo metu. Šaldymo procesas apima greitą šilumos pašalinimą, skatinant energingai įtraukti orą, tokiu būdu gaunant šaldyto produkto norimą glotnumą ir minkštumą. Kuo greičiau ledai yra užšaldomi, pakuojami į galutinę pakuotę ir siunčiami į šaldiklį, tuo mažesni ledo kristalai susidaro galutiniame produkte. Mažesni ledo kristalai tai savybė, kurios priimtinos vartotojui, kadangi produkte neturi jaustis sušalusio vandens [22].

Tinkamas kūno, tekstūros ir skonio išlaikymas sandėliavimo metu yra svarbus veiksnys siekiant sėkmingai išlaikyti ledus. Sąlygos, kuriomis ledai laikomi turėtų būti gerai kontroliuojamos tam, kad būtų išsaugota tinkama produkto kokybė. Laikymo metu leduose vyksta fizikiniai-cheminiai pokyčiai. Bendra ledų kokybė priklauso nuo saugojimo laikotarpio, kurio metu leduose gali pasireikšti daug nepageidaujamų pokyčių, tai gali įtakoti blogėjančias fizikines-chemines savybes, to pasekmė – suprastėjusi juslinė kokybė. Tai, kad fizikinės-cheminės ir organoleptinės ledų savybės blogėja ilgėjant išlaikymo trukmei ir kintant temperatūrai patvirtina Guzeller N. su bendraautoriais [23,24]. Saugojimo laikas turėtų būti ne daugiau kaip 30 dienų, nes ilgesnis

saugojimas turi nepageidaujamą poveikį ledų fizikinėms ir jutimo savybėms [22]. Kad laikymo sąlygos turi įtakos fizikinėms-cheminėms ledų savybėms taip pat patvirtina Murtaza A. M. ir kt. [25], nes sandėliavimas turėjo įtakos ledų įplakamo oro kiekiui, išsilaikymui, tirpimui, drėgmės, sausųjų medžiagų kiekiui, pH, bendrajam rūgštingumui ir laktozės kiekiui.

Dažniausiai tiriamos valgomųjų ledų fizikinės-cheminės savybės yra šios:

Oro įplakimas. Tai į gaminamą ledų mišinį įplakamo oro kiekis. Be šio oro, sušaldytas ledų mišinys būtų panašus į ledo kubą, toks kaip užšaldytas pienas ar kitas skystis. Tai padarytų ledus gana sunkius kabinti ir labai ledinius valgyti.

Oras yra svarbus komponentas, kuris turi įtakos fizikinėms ir juslinėms ledų savybėms, taip pat laikymo stabilumui. Gaminant ledus paprastai įplakamo oro kiekis yra 100 proc., tai reiškia, kad oras ledų tūrį padidina iki 50 proc. [2].

Įplakamo oro kiekis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\frac{\text{ledų mišinio svoris} - \text{ledų svoris}}{\text{ledų mišinio svoris}} \times 100$$

Išsilaikymo laikas. Priklauso nuo laikymo sąlygų, temperatūros, mišinio sudėties ir struktūros.

Tirpumas. Tirpumas yra svarbi ledų savybė, kuri turi įtakos jutimo kokybei. Ledų tirpumą lemia jų sudėtis, įplakamo oro kiekis, priedai, susidarę ledo kristalai ir šaldymo metu susiformavęs riebalų lašelių tinklas. Abdulah M. ir kt. [21] nustatė, kad ledai, kuriuose didelis įplakamo oro kiekis greitai ištirpsta, o ledai su mažu įplakamo oro kiekiu, tirpsta lėtai ir turi gerą atsparumą tirpimui.

Drėgmės kiekis. Visi mikroorganizmai reikalauja vandens, tačiau kiekis reikalingas jų augimui svyruoja priklausomai nuo jų rūšies. Vandens kiekis, kuris yra gaunamas su produktu, išreikštas vandens aktyvumo (aw) vienetais, kur gryno vandens aw yra 1,0. Naudojami stabilizatoriai padeda sulėtinti drėgmės migraciją iš gaminio ant pakuotės ar į orą [26].

Pieno sausosios neriebalinės medžiagos. Yra sausosios pieno medžiagos, išskyrus riebalus, tai laktozė, kazeinas, pieno baltymai ir mineralai. Jų kiekis svyruoja nuo 8 proc. iki 10 proc. Vidutinis šių medžiagų kiekis yra 8,5 proc. [27].

Rūgštingumas. Nustatant rūgštingumą, nustatomas produkte esantis bendrasis rūgščių junginių kiekis. Rūgštingumas piene ir pieno produktuose didėja dėl susidarancios pieno rūgšties. Rūgštingumą sukelia ištirpę pieno baltymai, mineralinės druskos ir CO₂ [18]. Abdulah M. ir kt. [21] nustatė, kad visuose ledų mėginiuose laikymo metu rūgštingumas padidėjo. Didelis mišinio rūgštingumas nėra pageidaujamas, nes jis padidina mišinio klampumą, sunkina išsimaišymą, gaunamas prastesnis skonis bei mažiau stabilus mišinys [18].

Baltymai. Ledai turi aukštą sausųjų neriebalinių pieno medžiagų koncentraciją, kurią sudaro 34 - 36 proc. pieno baltymų, jie gaunami iš tradicinių šaltinių taip suteikiant ledams 2,5 - 4 proc. baltymų masės. Pieno baltymai, esantys leduose, yra puikios biologinės vertės, nes jie yra sudaryti

iš visų amino rūgščių. Pieno baltymai yra svarbus triptofano šaltinis, o ypač turtingi lizinu. Pieno baltymai yra vertingi ne tik dėl visų aminorūgščių, bet dėl suvartojamų pieno baltymų įsisavinimo, kuris yra 5–6 proc. didesnis nei kitų baltymų [18].

Baltymų kiekis apskaičiuojamas nustatčius azoto kiekį maisto produktuose (paprastai Kjeldalio ir kitus.). Kai naudojamos išrūgų sausosios medžiagos pakeičiama iki 25 proc. mišinio sausųjų neriebalinių pieno medžiagų, dėl to baltymų kiekis sumažėja. Išrūgose yra apie 12 proc. baltymų, kurie sudaro sausas neriebalines pieno medžiagas [15]. Valgomieji ledai pagaminti nugriebto pieno miltelius pakeičiant išrūgų baltymų koncentratu pasižymi geresne kokybe [28].

Pelenų kiekis. Pelenų kiekis ir sudėtis priklauso nuo maisto produktų kilmės ir mėginiui mineralizuoti taikyto metodo. Daugumoje pieno produktų yra nuo 0,5 iki 1,0 proc. pelenų. Nenuriebalintuose pieno milteliuose jų gali būti iki 8,0 proc. Arashdeep S. su bendraautorais [22] atlikę tyrimus nustatė, kad laikymo trukmė baltymų, skaidulų ir pelenų kiekiui didelės įtakos neturėjo.

Bendras sausųjų medžiagų kiekis. Leduose su didesniu riebalų kiekiu aptinkami mažesni ledo kristalai. Ledų mišinys, turintis mažesnę bendrą sausųjų medžiagų kiekį turi proporcingai daugiau vandens užšalimui, nei didesnę bendrą sausųjų medžiagų kiekį turintis valgomųjų ledų mišinys, kuris buvo grūdintas toje pačioje temperatūroje. Todėl, ledų mišiniai, turintys didelį bendrą sausųjų medžiagų kiekį pasižymi geresne tekstūra [29].

Aktyvusis rūgštingumas (pH). Aktyvusis rūgštingumas (tikrasis, aktualusis) rodo tikrąją disocijuotų vandenilio jonų koncentraciją produkte. Kadangi rūgštūs junginiai, įeinantys į maisto produktų sudėtį, priklauso silpnų organinių rūgščių grupei ir jų disociacijos laipsnis nedidelis, susidaro didelis skirtumas tarp titruojamojo ir tikrojo rūgštingumo. Valgomuosiuose leduose pH nustatomas pH metru [26].

Pieno riebalai. Pieno riebalai yra svarbūs dėl jų mitybinės vertės ir funkcinių savybių. Iš pieno riebaluose esančių, nepakeičiamų riebalų rūgščių, riebaluose tirpių vitaminų, sočiųjų ir nesočiųjų riebalų rūgščių, sterolių, įskaitant cholesterolį gaunama energija. Pieno riebalai šaldytiems desertams suteikia unikalų skonį, sutepa burnos ertmę ir lemia ledo struktūrą bei tekstūrą. Taip pat riebalai svarbūs ir naudojami valgomųjų ledų glaistuose, jų naudojimas padeda pasiekti norimas produkto charakteristikas [30].

Sveikos mitybos ir sveikatos požiūriu, pageidautina naudoti mažiau sočiųjų riebalų ir/arba pakeisti kai kuriuos sočiuosius riebalus nesočiaisiais, nes didelis sočiųjų riebalų rūgščių kiekis siejamas su aukštesnio lygio širdies ir kraujagyslių ligomis. Pakeisdami sočiuosius riebalus, nesočiaisiais mažinamas cholesterolio kiekis kraujyje [31]. Sočiųjų riebalų kiekis gaunamas su ledais yra mažas, tačiau tik tais atvejais, kai ledai yra vartojami saikingai.

Laktozės kiekis. Laktozė, pieno cukrus, yra sudaryta iš gliukozės ir galaktozės, kas sudaro daugiau kaip trečdalį sausųjų pieno medžiagų ir maždaug 20 proc. bendro ledų angliavandenių

kiekio. Laktozė yra unikali tuo, kad ji yra randama tik piene, nes kitos cukrų rūšys yra gana plačiai paplitusios. Laktozės kiekis laikymo metu gali mažėti dėl laktozės vartimo pieno rūgštimi, šį procesą skatina bakterijos. Leduose jaučiama smėlėta tekstūra, kai juose susidaro dideli laktozės kristalai [21].

Sacharozės kiekis. Ledams saldų skonį suteikia saldikliai, kurie skirstomi į maistinius: cukrus (sukrozė, sacharozė), laktozė (pieno cukrus), dekstrozė (gliukozė), fruktozė (vaisių cukrus, levulozė), kukurūzų sirupas (gliukozės sirupas), cukraus alkoholiai (ksilitolis, malitolis, sorbitolis ir glicerolis) bei kt., ir dirbtinius (sukralozė, aspartamas, sacharinas, ciklamatas ir daugelis kitų) [32]. Dažniausiai naudojami saldikliai: sacharozė, 20 dekstrozės ekvivalentas (DE) kukurūzų sirupas, 42 DE kukurūzų sirupas, ir 42 aukštos fruktozės kukurūzų sirupas [16].

Į ledų sudėtį įeina skirtingos sacharozės koncentracijos, koncentracija paprastai svyruoja nuo 8 proc. iki 20 proc. Santykinis saldumas apskaičiuojamas atsižvelgiant į atskirų saldiklių santykinį saldumą (laktozė paprastai praleidžama) ir dauginanama iš jų koncentracijos arba naudojimo normos (g/100 g) ledų mišinyje [33].

Visos išvardintos fizikinės–cheminės savybės yra labai svarbios valgomųjų ledų kokybei bei juslinėms savybėms, kurios vartotojo perkamą galutinį produktą padaro priimtiniu, kokybišku ir saugiu vartoti visą jo saugojimo laikotarpį.

Šaldymas – vienas iš svarbiausių maisto išsaugojimo būdų. Yra žinoma, kad maisto šaldymas ir užšaldymas veiksmingai sumažina mikroorganizmų ir fermentų aktyvumą, tokiu būdu lėtinamas maisto gedimas. Be to, vandens kristalizacija sumažina skysto vandens kiekį produkte ir slopina mikroorganizmų augimą [34].

Saugojimo temperatūra taip pat atlieka svarbų vaidmenį ledo rekristalizacijos procese. Žema laikymo temperatūra be jokių svyravimų sumažina persikristalizavimo kiekį [16].

Ledai yra atšaldomi kaip įmanoma greičiau, ir laikomi žemesnėje nei $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūroje. Greitas vėsinimas skatina greitą vandens užšalimą ir sukuria mažus ledo kristalus, kurie galiausiai padidina valgomųjų ledų kokybę [34], greito užšaldymo metu susidarančių mažų ledo kristalų naudą patvirtina ir Buyck J. R. su bendraautoriais [29].

Ledo kristalų augimą laikymo metu skatina, ledų atšilimas ir pakartotinis jų užšalimas. Kai kurie ledo kristalai atšilimo metu ištirpsta ir susidariusį laisvą vandenį traukia kiti kristalai ant kurių vanduo ir užšąla, taip kuriami vis didesni ledo kristalai [29]. Dėl ledo kristalų augimo didėja sausųjų medžiagų kiekis Buyck J. R. ir kt. [29] atlikto tyrimo metu per keturias savaites sausųjų medžiagų kiekis padidėjo 2 procentais.

Produkto kokybei įtakos turi ne tik ledų receptūra ir perdirbimo parametrai, bet ir galima rizika atsiradusi dėl temperatūrų kaitos ledų transportavimo ir sandėliavimo metu, gabenant iš gamyklos į parduotuvę vartotojams [18]. Svarbiausias šių problemų veiksnys yra netinkama temperatūra ir dėl

gauto poveikio susidarantys ledo kristalai. Temperatūriniai svyravimai transportavimo ir tvarkymo metu gali būti siejami su laikymo temperatūra, kai produktas juda iš taško į tašką paskirstymo metu [29].

Persikristalizavimo priežastimi laikymo metu gali būti įvairūs veiksniai, įskaitant sausąsias medžiagas, pradinę užšalimo temperatūrą, neužšalusį vandenį, stabilizatoriaus, saldiklio tipą bei saugojimo temperatūrą [2].

1.4. Valgomųjų ledų gamybos technologinis procesas

Ledai ir kiti užšaldyti pieno desertai yra sudaryti iš skirtingų sudedamųjų dalių derinių: pieno riebalų, pieno sausųjų medžiagų, cukrų, stabilizatorių, emulsiklių ir vandens. Valgomųjų ledų gamybos žingsniai apima: pasterizaciją – siekiant užtikrinti maisto saugą; homogenizaciją – visiškam riebalų ir ne riebalų sudedamųjų dalių išskaidymą; brandinimą, kad būtų galima kristalizacija iš riebalų ir įvyktų visi būtini fizikiniai ir cheminiai pokyčiai; mišinio skonio pokyčiai; mišinio šaldymas ir frizeravimas, kai išeinančio mišinio temperatūra yra apie (-5) – (-7) °C, plakant mišinį siekiama sukurti mikroskopiškai mažus ledo kristalus ir oro burbuliukus, kad būtų jaučiama riebi ir vientisa mišinio struktūra; priedų, kaip vaisiai, riešutai, saldainių gabaliukai ar sausainių gabalėliai, įterpimas į pusiau užšalusį mišinį; ledų pakavimas ar dozavimas į formas rankomis įmamu produktų; bei grūdinimas siekiant tęsti ledo kristalizacijos ir šalčiu koncentracijos procesą palaikant žemesnę nei -25 °C temperatūrą, siekiant užtikrinti optimalią struktūrą ir ilgalaikį produkto stabilumą. Šaldyti desertai vartojami užšaldyti, tai išskiria ir padaro juos unikaliais tarp visų šaldytų maisto produktų [5,35].

Valgomųjų ledų gamybos technologinio proceso eiliškumas: žaliavos paruošimas, mišinio paruošimas, filtravimas, pašildymas, homogenizavimas, pasterizavimas, atšaldymas, brandinimas, mišinio frizeravimas, priedų įvedimas, fasavimas, pagal poreikį glaistymas, grūdinimas, pakavimas.

Žaliavų paruošimas. Žaliavos į įmonę pristatomos maišuose, dėžėse, polimerinėje, plastmasinėje ar popierinėje taroje, nuo kurių prieš įvežant į gamybines patalpas nušluostomos dulksės, nuimama apsauginė plėvelė.

Jei glaistai atgabenami šalti, juos būtina šildyti ir laikyti šiltoje kameroje, kur jie yra pastoviai maišomi. Priedai: uogienės, vaisių gabaliukai, saldainiai ar šokolado drožlės perkraunamos ir gabenamos tiesiai prie linijos, jiems papildomas apdrojimas nėra reikalingas [36].

Mišinio paruošimas. Gautos žaliavos mišinio ruošimui, jos yra perkraunamos ant plastikinių palečių ir įvežamos į sausų medžiagų supylimo patalpą. Ruošiantis mišinio maišymui žaliavos yra išpakuojamos ir sveriamos [36].

Filtravimas. Mišinių maišymo metu, proceso eigoje, mišinys cirkuliuoja per filtrus, kurie sumažina riziką patekti bet kokiai fizikinei taršai į sekančiame žingsnyje esančius filtrus [36].

Pašildymas. Dalinai pašildytas mišinys iš mišinio ruošimo rezervuaro siurbliu per filtrą, lygio bakelį paduodamas į plokštelinio pasterizatoriaus regeneracijos sekciją ir pašildomas iki 70 °C temperatūros [36].

Mišinio pasterizavimas ir homogenizavimas. „Aukšta temperatūra trumpą laiką“ pasterizavimas naudojant plokštelines, vamzdinius ar mechaniškai valomo paviršiaus šilumokaičius – dažniausiai naudojama pasterizavimo sistema. Visų mišinių pasterizavimas yra būtinas, nes jo metu yra sunaikinami visi patogeniniai mikroorganizmai, tokiu būdu saugoma vartotojų sveikata. Be to hidrolizuojantys pieno fermentai, net ir natūraliai randami piene, galintys sugadinti pieno skonį, pasterizacijos metu taip pat yra sunaikinami [15].

Ledų mišinio gamybos metu vykstančio homogenizavimo tikslas – susmulkinti ir tolygiai paskirstyti mažas ir siauras riebalų molekules, padarant jas mažesnes nei 2 μm. Šis tolygus riebalų paskirstymas turi didelę įtaką ledų struktūrai ir pojūčiui burnoje [15]. Homogenizavimui naudojami du skirtingi slėgio lygiai: standartinei homogenizacijai naudojamas apytiksliai 150 bar slėgis, o ypač didelio slėgio homogenizacijai – apytiksliai 300 bar. Optimalus homogenizavimo slėgis priklauso nuo mišinio formulės ir todėl yra nurodomas specifikacijose [36]. Minimali homogenizacijos temperatūra yra +60 °C [15].

Atšaldymas. Greitam galutiniam atšaldymui valgomųjų ledų mišinys patenka į pasterizavimo-atšaldymo komplekto regeneracijos šaltu vandeniu, gliukolio tirpalu šaldomas sekcijas. Mišinys atšaldomas iki 3– 4 °C. Mišinio atšaldymas iki didesnės nei 4 °C temperatūros paskatina riebalų kristalizacijos procesą [15]. Atšaldytas mišinys paduodamas į brandinimo rezervuarą, kur į mišinį yra supilami receptūroje nurodyti dažikliai ir kvapiosios medžiagos.

Brandinimas. Po pasterizavimo mišinį būtina greitai atvėsinti naudojant plokštelinį šilumokaitį ar panašią įrangą; mišinio temperatūra išėjimo taške turi būti žemesnė nei 10 °C. Mišinys gali būti brandinamas ir laikomas higieniškai švariose talpose (rezervuaruose) tam tikrą ribotą laiką. Yra įprasta mišinį brandinti nuo 4 iki 24 valandų [15]. Brandinimas (mišinio laikymas rezervuaruose) tam tikrą laiką gali pagerinti mišinio struktūrą; jis veikia lyg amortizatorius tarp mišinio paruošimo ir ledų gamybos etapų. Brandinimas reikalingas, kad būtų galima riebalų kristalizacija ir kiti fizikiniai-cheminiai pokyčiai. Brandinimo metu mišinys šaldomas, patalpoje palaikoma –5 °C iki –7 °C, nuolat jį maišant siekiama sukurti mikrosopiškai mažus ledo kristalus bei oro burbuliukus, taip sukuriant riebalų struktūros tinklą [5,35].

Būtina kontroliuoti mišinio laikymo sąlygas, kad mišinys nebūtų užterštas ir jame neaugtų mikroorganizmai, kurie vėliau užterštų galutinį produktą. Kai kuriose šalyse maksimalus pasterizuoto ledų mišinio laikymo periodas iki užšaldymo yra apibrėžtas teisės aktais. Mišinys turi būti laikomas įmanomai trumpiausią laiką žemiausioje temperatūroje, laikantis atitinkamo brandinimo periodo, kuris būtinas geros kokybės ledams pagaminti.

Mišinio frizeravimas. Frizeravimo metu į valgomųjų ledų mišinį įplakamas oras ir mišinys dalinai atšaldomas. Frizeruojant prasideda valgomųjų ledų struktūros formavimas. Mišinys frizeruojamas nepertraukiamo veikimo frizeriais. Į frizerį paduodamo mišinio temperatūra 1–5 °C. Valgomųjų ledų oro įplakimas turi būti ne didesnis kaip 105 proc., o frizeruotų ledų temperatūra ne aukštesnė kaip minus (–3)–(–7) °C [36].

Dozavimas. Po frizeravimo ledai dozuojami įvairaus dydžio ir formos porcijomis į vaflinius puodelius, cukrinius, saulėgražų lecitino pagrindu pagamintus ar kukrūzų miltų kūgius, o taip pat gali būti ir iškarto fasuojami į popierinius ir plastikinius indelius. Gaminant ledus su priedais (chalvos gabaliukais, riešutais, razinomis, šokolado gabaliukais, uogienėmis su vaisių gabaliukais, traškučiais, smulkintu griliažu, sirupais) priedai įvedami spec. dozatoriais į jau išfrizeruotą ledų masę [36].

Grūdinimas. Grūdinimo sistemas galima suskirstyti į dvi grupes: pirmoji – kai grūdinami įvynioti ar supakuoti (fasuoti) produktai, ir antroji – kai grūdinamas neįpakuotas produktas. Fasuoti ir nefasuoti produktai negali būti leidžiami per grūdinimo tunelį vienu metu, nes kyla pavojus, kad pakuotės medžiagos gali užteršti nefasuotus produktus. Produktai, kurie grūdinami prieš pirminį pakavimą, yra labai pažeidžiami ir gali būti užteršti net nuo cirkuliuojančio oro. Todėl reikia užtikrinti tinkamą grūdinimo tunelių priežiūrą, valymą ir dezinfekavimą.

Visi produktai grūdinami gamybos linijoje per kuo trumpesnę laiką iki tokios temperatūros, kad ledų struktūra nepasikeistų ir produkte nepadaugėtų ledo kristalų. Nors tai priklauso nuo receptūros, rekomenduojama bazinė temperatūra yra ne mažesnė nei –18 °C, geriausia nuo –25 °C iki –30 °C. Greitas ledų grūdinimas yra labiau efektyvus, nes ilgas grūdinimo procesas leidžia atsirasti ledų kristalams [15]. Sveriamiesiems ledams tokią temperatūrą pasiekti gali būti sunku, ir tolesnis grūdinimas gali būti tęsiamas saugojimo šaldytuvuose.

Pakavimas. Maistui pakuoti ir kitaip su juo liestis leidžiama naudoti tik tam tikslui skirtas, nekenkiančias žmonių sveikatai, teisės aktų nustatytus reikalavimus atitinkančias medžiagas bei gaminius [37].

Pakavimo medžiagos ir tara turi apsaugoti produktą higieniniu ir kitais atžvilgiais.

Pakavimo medžiagos ir tara turi būti nekenksmingos ir tinkamos vartoti šiam tikslui. Jeigu kuriai nors iš naudojamų medžiagų yra taikomas Lietuvos standartas, tai jo nuostatos privalomos.

Ženklinimas. Maistas ir su maistu besiliečiančios medžiagos turi atitikti teisės aktų nustatytus ženklavimo reikalavimus [37].

Valgomųjų ledų pakuotės turi būti ženklinamos laikantis Lietuvos higienos normos HN 119:2002 „Maisto produktų ženklavimas“ reikalavimų [38].

Produkto pavadinimas:

1. Valgomųjų ledų pavadinimas turi apibūdinti produktą ir neklaidinti vartotojo;

2. Valgomųjų ledų mišinio pavadinimas gali būti: valgomųjų ledų mišinys, koncentruotas ledų mišinys ar sausasis ledų mišinys, papildytas įprastiniu pavadinimu, su sąlyga, kad toks pavadinimas neklaidintų vartotojo;

3. Jeigu produkto pavadinime yra žodžiai “pieniški” arba “grietininiai”, jų sudėtis turi atitikti nurodytos grupės reikalavimus;

4. Jei produkto pavadinime deklaruojamas specifinis ingredientas, tai šio ingrediento kiekis turi būti pakankamas, kad produktas skirtųsi nuo kitų. Jei šis ingredientas yra šokoladas, tai būdingas skonis turi būti gautas dėl sausųjų neriebalinių kakavos medžiagų [6].

Laikymas. Valgomieji ledai yra labai jautrūs temperatūrų svyravimams laikymo ir transportavimo metu, šiuose žingsniuose atsiradę neatitikimai gali įtakoti prastą produkto kokybę [39]. Pagaminti valgomieji ledai įmonių šaldytuvuose laikomi žemesnėje nei (-22) – (-25) °C temperatūroje. Tokioje temperatūroje jokie mikrobiologiniai ir cheminiai procesai produkte nebevyksta. Bet kokiu atveju gamintojas garantuoja, kad per jo nurodytą laiką produkto kokybė nepasikeis, jis nepraras jam būdingų fizinių ir cheminių savybių [40].

Valgomųjų ledų nuo gamybos technologijos pabaigos tinkamumo vartoti terminas gali būti ne ilgesnis kaip:

5 paros – laikant ne aukštesnėje kaip minus 8 °C temperatūroje.

7 paros – laikant ne aukštesnėje kaip minus 12 °C temperatūroje.

20 parų – laikant ne aukštesnėje kaip minus 15 °C temperatūroje.

18 mėnesių – laikant ne aukštesnėje kaip minus 18 °C temperatūroje.

24 mėnesius – laikant ne aukštesnėje kaip minus 25 °C temperatūroje [36].

Oro temperatūra ledų laikymo kameroje turi būti ne aukštesnė kaip - 18 °C. Ledų laikymo trukmė - iki 12 mėn. Visos šaldomosios kameros aprūpintos temperatūros matavimo ir registravimo prietaisais. Neleidžiama ledus laikyti su kitais specifinius kvapus turinčiais produktais. Ledai išsiunčiami partijų eilės numerių tvarka. Ledai vežami automobiliais-šaldikliais, prisilaikant greitai gendančių krovinių pervežimo taisyklių. Transportuojant ledus, turi būti sudarytos sąlygos, kad būtų palaikoma – 18 °C temperatūra [41].

Sandėliavimo ir tvarkymo metu valgomojuose leduose gali įvykti daug fizikinių pokyčių, kiekvienas iš jų gali rimtai pakenkti produkto kokybei. Ledo kristalai ir oro ląstelės dėl temperatūros pokyčių gali pakeisti dydį, todėl ledai įgauna šiurkščią tekstūrą. Pokyčiai ledų tūryje gali įvykti dėl aplinkos slėgio pokyčių, todėl ledai susitraukia. Laktozės kristalizacija laikymo metu leidžia susidaryti smėlėtai tekstūrai, išdžiūvimas laikymo metu – guminei tekstūrai [15].

Taigi jei nesilaikoma valgomiesiems ledams nustatyto sandėliavimo temperatūrinio režimo, leduose galimi pokyčiai:

1. Produkte jaučiamos palyginti didelių ledo kristalų dalelės, kurios sukelia nepaprasto šaltumo jausmą burnoje. Šiurkšti tekstūra atsiranda dėl palyginti didelių šaldyto vandens dalelių, nes kiekvienas ledo kristalas yra pakankamai didelis ir gerai jaučiamas. Ledo kristalai yra nestabilūs, nes sandėliavimo metu jų dydis ir forma gali kisti keletą kartų dėl naujos kristalizacijos. Tai atsitinka dėl temperatūros svyravimų. Jei temperatūra valgomųjų ledų laikymo metu didėja, tai ledo kristalai, ypač mažesni, tirpsta, ir todėl nesušalusio vandens kiekis serumo fazėje didėja. Vanduo nusėda ant didesnių kristalų paviršiaus, todėl grynasis rezultatas yra toks, kad bendras kristalų skaičius mažėja, o vidutinis kristalų dydis didėja. Kiekvieną kartą, kai temperatūra kinta, mažesni ledo kristalai išnyksta, o didieji auga ir tampa dar didesniais. Persikristalizavimas gali būti sumažintas išlaikant žemas ir pastovias sandėliavimo temperatūras [42]. Temperatūros svyravimų poveikis ir ledo kristalų dydžio pasiskirstymas yra būdingas ilgalaikiam saugojimui ir temperatūros pastovumo nepaisymui laikymo metu.

2. Užgrūdinus ledus, juose esantys oro burbuliukai iškart labai sumažėja dėl klampios matricos, kuri supa oro burbuliukus, taip sumažinamas šaldytų produktų komponentų molekulinis mobilumas. Oro burbuliukų skaičiaus mažėjimas, o dydžio vidurkio didėjimas panašus į ledo kristalų susidarymą. Tai pagrindinė priežastis, leidžianti susidaryti šiurkščiai ledų tekstūrai [43]. Kitų tyrimų metu nustatyta, kad oro burbuliai sparčiausiai auga $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūroje ir kur kas lėčiau $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūroje [44].

3. Kai ledai yra saugomi ilgą laiką, skonis praranda pirminį pojūtį, nors jokių konkrečių defektų, atrodo nėra. Vienu atveju, produkte jaučiamas šviežumo pojūčio trūkumas. Dėl per ilgo saugojimo laikotarpio atsiradęs skonio intensyvumo trūkumas laikomas sunkiu defektu valgomiesiems ledams [42].

4. Oro burbuliukų plokštelių silpnumas ir dideli slėgio pokyčiai gali lemti valgomųjų ledų susitraukimą. Prie to prisideda: didelis įplakamo oro kiekis, mažas sausų medžiagų ir baltymų kiekis bei išorinio slėgio poveikis. Temperatūros svyravimai šį defektą paryškina, kai tirpstantys ir vėl užšalantys ledo kristalai sudaro slėgį, kuris neigiamai veikia oro burbuliukus. Ledus šaldant nepakankamai žemoje temperatūroje ar šaldymui naudojant sausą ledą, šis defektas yra ypatingai dažnas [15].

5. Smėlėta tekstūra yra vienas iš labiausiai nemalonių, tačiau lengviausiai nustatomų defektų. Kai produktas tirpsta, burnoje lieka kietų, vienodų dalelių, kurios primena smėlio daleles. Tai laktozės kristalai. Didelis procentas sausųjų medžiagų, produktų laikymo laikas ir temperatūriniai svyravimai sandėliavimo metu yra susiję su šio defekto atsiradimu [42].

6. Guminė valgomųjų ledų tekstūra dažniausiai laikymo metu aptinkama kartoninėse pakuotėse laikomuose leduose, namų šaldikliuose bei pakuotes pakartotinai patalpinus į šaldiklį ilgam laikui [15].

Atlikto tyrimo rezultatai, kurie pateikti 4 lentelėje parodė, kad didžiausi kokybės nuostoliai, gaunami, kai valgomieji ledai laikomi mažmeninėje prekyboje ir vartotojų šaldikliuose. Be to produkcijai keliaujant iš vieno centro į kitą galimi temperatūriniai svyravimai, staigus temperatūros kilimas ir kontrolės trūkumas taip pat kelia riziką, kuri gali tapti prastos kokybės produktu per trumpą laiką rezultatu [45].

4 lentelė. Apytikslė ledų laikymo vietų ir temperatūrų paskirstymo seka [45].

Laikymo vieta	Laikas	Vidutinė temperatūra	Svyravimų amplitudė
Gamykla	2 savaitės	-22,0 °C	2,0 °C
Transporto priemonė, transportuojant iš gamyklos	6 valandos	-19,0 °C	2,8 °C
Centrinis sandėlis	4 savaitės	-24,0 °C	6,0 °C
Transporto priemonė, transportuojant iš sandėlio	3 valandos	-19,0 °C	2,8 °C
Prekybos centras	1 savaitė	-15,6 °C	2,8 °C
Vartotojo transporto priemonė, transportuojant iš prekybos centro	0,5 valandos	21,0 °C	0 °C
Namų šaldiklis	1 savaitė	-12,0 °C	2,8 °C

Taigi valgomieji ledai – tai produktai, kurie jautrūs temperatūrai ir temperatūros svyravimams laikymo ir transportavimo metu, tokie svyravimai gali sumažinti pagaminto produkto kokybę. Siekiant pagerinti ledų laikymo ir transportavimo sąlygas, jei yra įmanoma naudojama pakuotė su mažu šiluminiu laidumu [45].

1.5. Sanitarijos ir higienos reikalavimai

Valgomieji ledai siekiant geros mikrobiologinės kokybės yra gaminami naudojant aukštos kokybės žaliavas, atidžiai stebimas gamybos procesas, ypatingas dėmesys gamybos metu skiriamas higienai, saugojimui, laikymui, paskirstymui ir pardavimui, visų šių procesų metu yra įgyvendinamos geros higienos bei rizikos veiksnių analizės svarbiųjų valdymo taškų sistemos. Kai šių procedūrų yra laikomasi, maistu plintančios ligos iš užterštų ledų yra sumažinamos iki minimalios rizikos ribos [46].

Įgyvendinant RASVT sistemą gaminant maisto produktus galima veiksmingai užtikrinti maisto saugą ir kokybę, išplėsti rinką ir gamintojams pagerinti valdymo lygį [47].

RVASVT efektyvumas priklauso nuo teisingo jos principų taikymo, kartu su kitomis programomis (išankstinės sąlygos), pavyzdžiui, geros gamybos praktikos (GMP), geros higienos praktikos (GHPs) ir sanitarijos standartinė operacinė procedūra [48].

Geros higienos praktikos reikalavimai

Maisto žaliavos:

a) Draudžiama maisto gamybai vartoti žaliavas ir ingredientus, kurių tinkamumo vartoti terminas pasibaigęs (išskyrus atvejus, kai įmonę kontroliuojanti atitinkamos teritorijos Valstybinė maisto ir veterinarijos tarnyba tai leidžia, atsižvelgdama į tai, kad nenukentės maisto sauga ar kokybė);

b) Maisto žaliavos ir ingredientai turi būti laikomi tinkamose patalpose, apsaugančiose jas nuo užteršimo, saugos bei kokybės pablogėjimo, mechaninių sužalojimų;

c) Maisto žaliavos priimamos ir laikomos atsižvelgiant į laikymo sąlygas ir terminus, nurodytus norminiuose dokumentuose, etiketėse;

d) Patalpos, kuriose tvarkomas maistas, turi būti švarios, tvarkingos, tinkamai palaikomos higienos. Jos turi būti pritaikytos reikiamai temperatūrai, švarai palaikyti ir, kur būtina, dezinfekcijai atlikti;

e) Visi paviršiai (įskaitant įrenginių paviršius), kurie gali liestis su maistu, turi būti švarūs, valomi ir, jei būtina, dezinfekuojami. Jie turi būti pagaminti iš lygių, plaunamų, netoksiškų medžiagų.

Maisto laikymo patalpos (sandėliai)

Maisto laikymo patalpos turi būti švarios, atitikti higienos reikalavimus ir įrengtos taip, kad jas būtų galima tinkamai išvalyti, išvengti vabzdžių ir graužikų patekimo, palaikyti reikiamą mikroklimatą ir kitas sąlygas, apsaugančias maistą nuo užteršimo ir saugos bei kokybės pablogėjimo, mechaninių sužalojimų. Maistas laikomas pakeltas nuo grindų ir atitrauktas nuo sienų. Skirtingų rūšių maistas laikomas atskirai, jeigu yra nurodytos skirtingos jo laikymo sąlygos.

Temperatūra

a) Maistas, kuriame gali augti patogeniniai mikroorganizmai ar susidaryti toksinai, turi būti laikomas tokioje temperatūroje, kurioje stabilizuojami šie nepageidautini procesai ir nesukeliama grėsmė žmogaus sveikatai;

b) Maisto šiluminio apdorojimo, karšto maisto laikymo, šaldymo įranga ar patalpos turi turėti temperatūros valdymo, matavimo, jei būtina, ir registravimo prietaisus;

c) Maistas šiluminiai apdorojamas, šaldomas, laikomas, gabenamas ar kitaip tvarkomas teisės aktuose arba gamintojo nustatytoje temperatūroje;

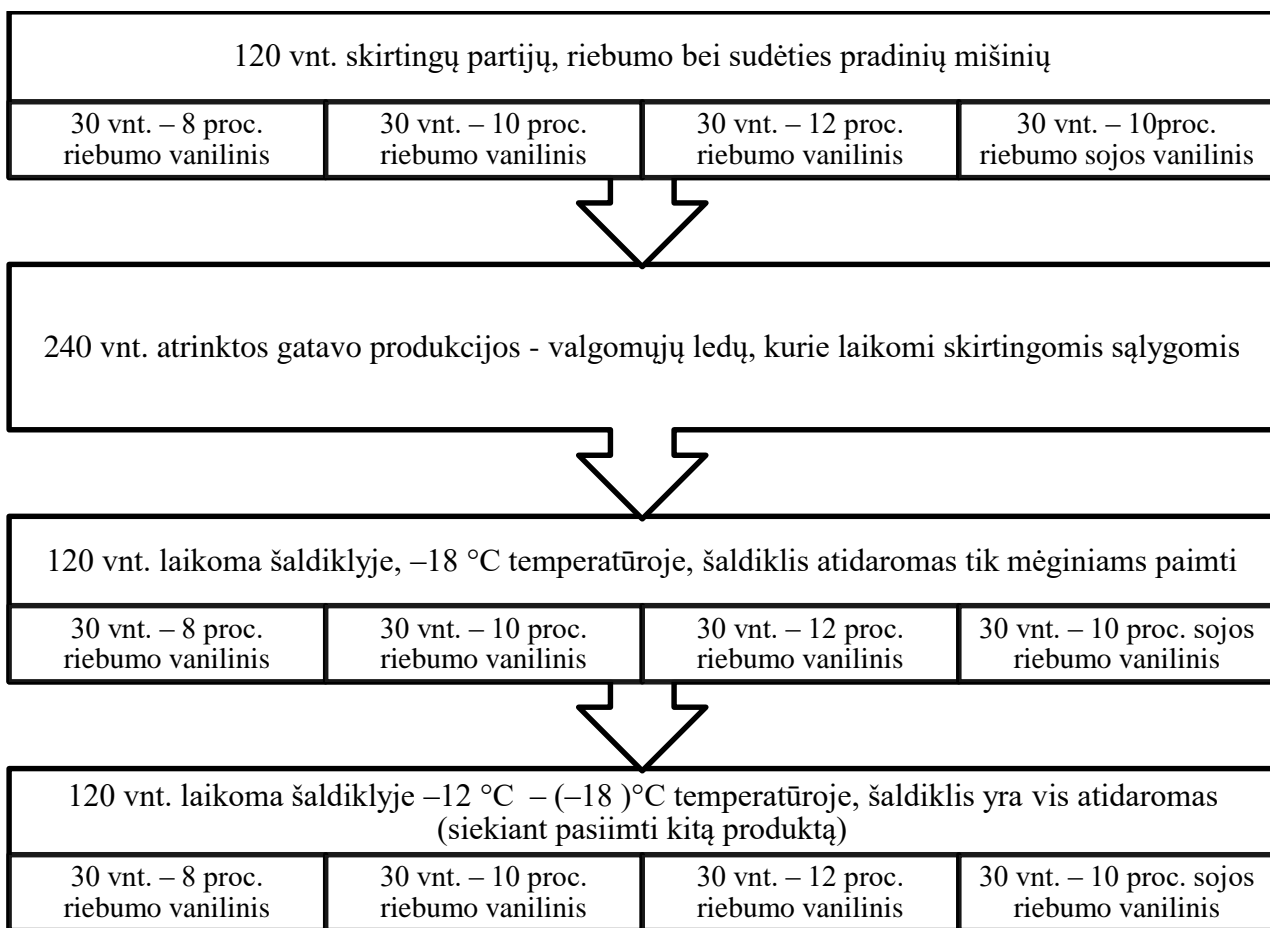
d) Nekontroliuoti temperatūros leidžiama tik tada, kai tai neturi įtakos maisto saugai [49].

2. TYRIMO METODAI IR MEDŽIAGA

Tyrimo objektas – skirtingo riebumo ir sudėties valgomųjų ledų ir pradinių mišinių fizikiniai-cheminiai rodikliai.

Tyrimo metodika ir eiga – tyrimas atliktas 2015 m. sausio – kovo mėnesiais įmonėje „X“. Siekiant išsiaiškinti ar laikymo metu kinta skirtingo riebumo ir sudėties valgomųjų ledų fizikiniai-cheminiai rodikliai. Tyrimui buvo panaudoti 4 ledų mišiniai: 3 skirtingo riebumo grietininiai vaniliniai ledų mišiniai 8 proc., 10 proc. ir 12 proc. bei 10 proc. sojos vanilinis mišinys. Buvo išanalizuotas mišinių riebumas (R proc.), sausosios medžiagos (SM proc.) ir pH.

Tikslesniam tyrimui buvo panaudoti 120 pradinių mišinių fizikiniai-cheminiai rodikliai, vėliau analizei naudojami išvesti aritmetiniai vidurkiai iš 30 (8 proc. riebumo mišinio), 30 (10 proc. riebumo mišinio), 30 (12 proc. riebumo mišinio), 30 (10 proc. riebumo sojos mišinio) (1 pav.).



1 pav. Eksperimento atlikimo shema

Iš skirtingo riebumo ir sudėties mišinių atrinkta pagaminta produkcija – valgomieji ledai, kurie patalpinti į šaldiklius. Parinkti ledai – vaniliniai be priedų (saldainių, uogienių, pabarstų, šokolado ir kt.), kad tiriant fizikines-chemines savybes naudojami priedai neturėtų įtakos rezultatams. 120

vienetų – valgomųjų ledų buvo laikoma šaldiklyje $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūroje, šaldiklis viso tyrimo metu buvo atidaromas tik kas penkias dienas, siekiant pasiimti bandinius. Kiti 120 vnt. valgomųjų ledų taip pat buvo laikomi šaldiklyje $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūroje, tačiau šis šaldiklis buvo atidarinėjamas (siekiant pasiimti ar ieškant kito produkto), todėl šaldiklio temperatūra svyravo nuo $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ iki $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, taip siekiama valgomiesiems ledams sudaryti sąlygas panašias į mūsų buitinių šaldiklių, kai produktai yra veikiami nuolatinių temperatūrinių svyravimų. Iš kiekvieno šaldiklio vienu periodišku, kas penkias dienas, buvo imami 5 vienetai skirtingo riebumo vanilinių ledų ir atliekamas riebalų kiekio, sausųjų medžiagų bei pH nustatymas. Tyrimai atliekami laikantis valgomųjų ledų techninio reglamentavimo.

Naudoti analizės metodai:

Riebalų kiekis buvo nustatomas pagal LST IDF 116A „Pieniniai valgomieji ledai ir ledų mišiniai“. Riebalų kiekio nustatymas gravimetriniu Röse-Gottlieb metodu. Esmė – riebalų išskyrimas iš tiriamojo pavyzdžio, veikiant jį koncentruota sieros rūgštimi, izoamilo alkoholiu ir išcentrine jėga. Koncentruota sieros rūgštis suardo riebalų apvalkalėlius ir kazeino kalcio fosfatą paverčia tirpia kazeino sieros rūgšties druska. Izoamilo alkoholis centrifuguojant padeda riebalams išsiskirti ir veikia kaip stiprus deemulgatorius. Sudaręs su sieros rūgštimi esterį, jis ištirpsta sieros rūgštyje ir neturi įtakos tiriamojo pavyzdžio riebalų kiekiui.

Papildomai riebalų kiekio nustatymui naudotas branduolinio magnetinio rezonanso (BMR) metodas, tai technologija, kuri parodo riebalų kiekį visame mėginyje, o ne tik jo paviršiuje. Gaunamas rezultatas yra tikslus ir greitas bei nereikalaujantis įprastiniams metodams naudojamų tirpiklių. BMR tiksliai išmatuojamas riebalų ir aliejų kiekis mėginyje. Iš mėginio yra pašalinamos visos vandens molekulės (džiovinimo metu išmatuojamas sausųjų medžiagų kiekis), taip panaikinami signalo trukdžiai ir tiksliai išmatuojamas riebalų kiekis įvairių maisto produktų mėginiuose.

Sausosios medžiagos kiekis nustatomas pagal ISO 3728* „Valgomieji ledai. Sausųjų medžiagų kiekio nustatymas“. Metodas taikomas pieno, grietinėlės, ledų mišinių ir valgomųjų ledų sausųjų medžiagų kiekiui nustatyti. Pieno, grietinėlės ir valgomųjų ledų bendrasis sausosios medžiagos kiekis – medžiagų masės dalis, likusi po džiovinimo proceso. 2–2,5 g mėginio užlašinama ant kvarcinio smėlio, esančio aliuminio lėkštelėje ir džiovinamas $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūroje kol drėgmė visiškai išgaruoja ir prietaisas užfiksuoja bandinyje pastovų sausųjų medžiagų kiekį.

Pieno aktyvusis rūgštingumas (pH) yra laisvųjų vandenilio jonų koncentracija, išreikšta neigiamu logaritmu ir žymima pH vienetais. Pieno produktų rūgštingumas, nustatytas šiuo metodu, išreiškiamas vandenilio jonų koncentracija.

Ledų vandenilio jonų koncentracija labai maža – 2×10^{-7} viename litre. Kadangi tokius skaičius taikyti matavimams nepatogu, todėl vietoj vandenilio jonų koncentracijos naudojamas jos neigiamas

logaritmas, kuris vadinamas aktyviuoju rūgštingumu ir žymimas pH. Žalio pieno pH yra apie 6,6. Pieno pH nustatyti dažniausiai naudojamas potenciometrinis metodas, panaudojant elektrodiinę sistemą su stiklo elektrodu, be to, gali būti taikomas ir indikatorinis metodas.

Tyrimo duomenų apdorojimas buvo vykdomas naudojant *Microsoft Office Excel* programą. Statistinis patikimumas įvertinamas naudojant χ^2 kvadrato (χ^2) metodą, statistinės hipotezės tikrinamos pasirenkant 0,05 reikšmingumo lygmenį.

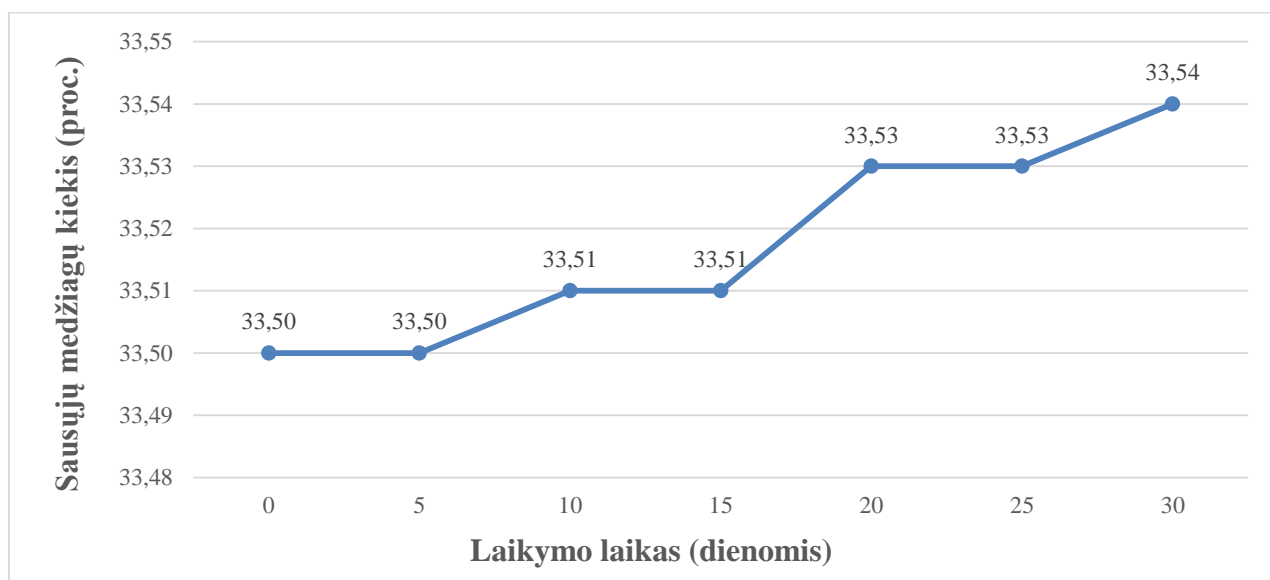
3. TYRIMO REZULTATAI

3.1 Skirtingo riebumo valgomųjų ledu, laikytų pastoviomis sąlygomis, fizikiniai-cheminiai rodikliai

Valgomieji ledai, pagaminti iš 8 proc.; 10 proc.; 12 proc. riebumo vanilinių mišinių bei 10 proc. sojos vanilinio mišinio laikyti šaldiklyje $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūroje.

3.1.1. Išlaikymo trukmės įtaka 8 proc. riebumo valgomųjų ledu fizikinėms-cheminėms savybėms

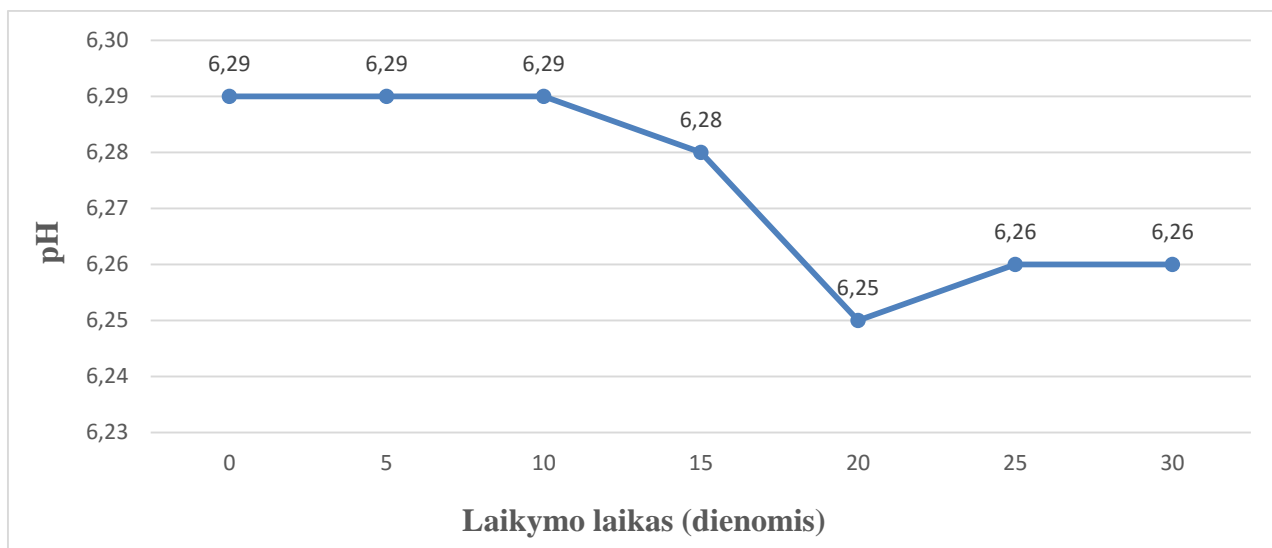
Iš tyrimo duomenų matyti, kad sausųjų medžiagų kiekis (2 pav.) valgomuosiuose leduose pirmąsias 5 laikymo dienas nepakito, o jau 10 tyrimo dieną pastebėtas pirmas sausųjų medžiagų kitimas – sausųjų medžiagų kiekis vidutiniškai padidėjo 0,03 proc. Panaši tendencija išliko visą laikymo laikotarpį, išskyrus, nuo 15 iki 20 dienos, kai sausųjų medžiagų kiekis padidėjo 0,06 proc. Nustatytas statistiškai reikšmingas ryšys ($P < 0,05$) tarp valgomųjų ledu laikymo laiko ir sausųjų medžiagų kiekio.



2 pav. Sausųjų medžiagų kiekio kitimas valgomųjų ledu laikymo metu.

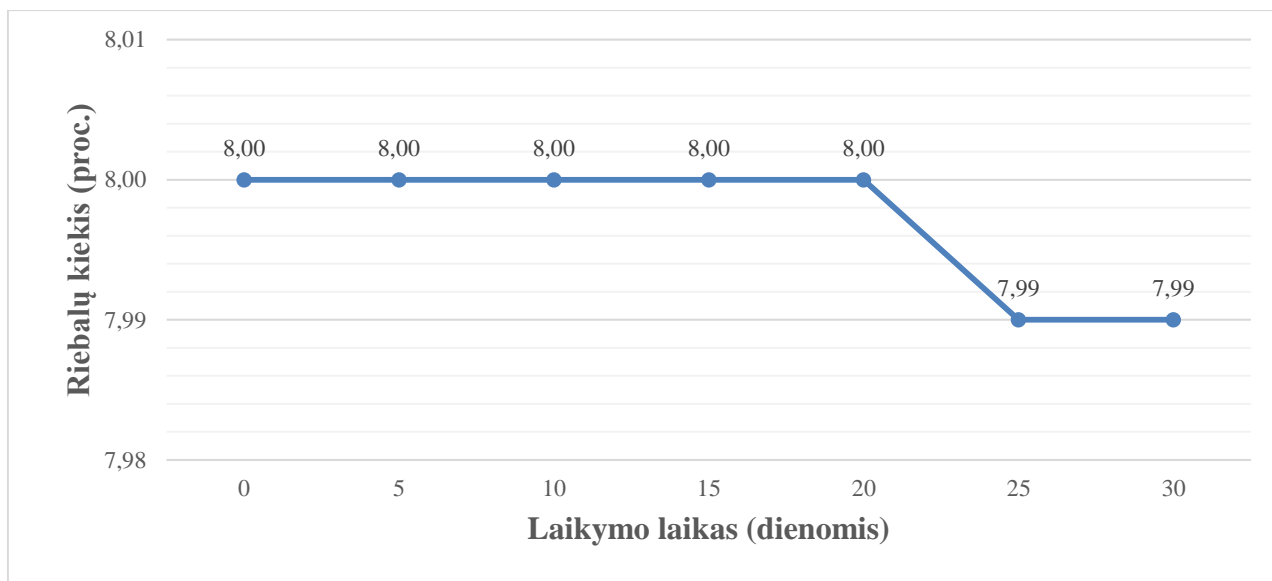
pH pirmąsias 10 tyrimo dienų išliko pastovus, pirmasis pokytis pastebėtas 15 atliekamo tyrimo dieną – pH krito 0,16 proc. (3 pav.). Didžiausias aktyviojo rūgštingumo sumažėjimas užfiksuotas 20 dieną, kai nuo tyrimo pradžios pH sumažėjo 0,64 proc., tai keturis kartus didesnis pokytis lyginant su 15 tyrimo dieną užfiksuotu pH mažėjimu. Nežymus kilimas pastebėtas tik 25 tyrimo dieną (6,25–

6,26) 0,16 proc., kuris išliko iki tyrimo pabaigos - 30 laikymo dienos. Nustatytas statistiškai reikšmingas ryšys ($P < 0,05$) tarp laikymo laiko ir valgomųjų ledų pH.



3 pav. pH kitimas valgomųjų ledų laikymo metu.

Riebalų kiekis lyginant su sausųjų medžiagų ir pH, kito mažiausiai (4 pav.). Pastebimas pokytis tik nuo dvidešimos laikymo dienos, nes pirmas dvidešimt dienų riebalų kiekis išliko pastovus 8,00 proc. Nuo 20 iki 25 laikymo dienos riebalų kiekis krito nežymiai nuo 8,00 iki 7,99 (0,12 proc.), toks riebalų kiekis išliko iki tyrimo pabaigos (30 dienos). Gautas statistiškai reikšmingas ryšys ($P < 0,05$) tarp laikymo laiko ir valgomųjų ledų riebalų procentinio kiekio.

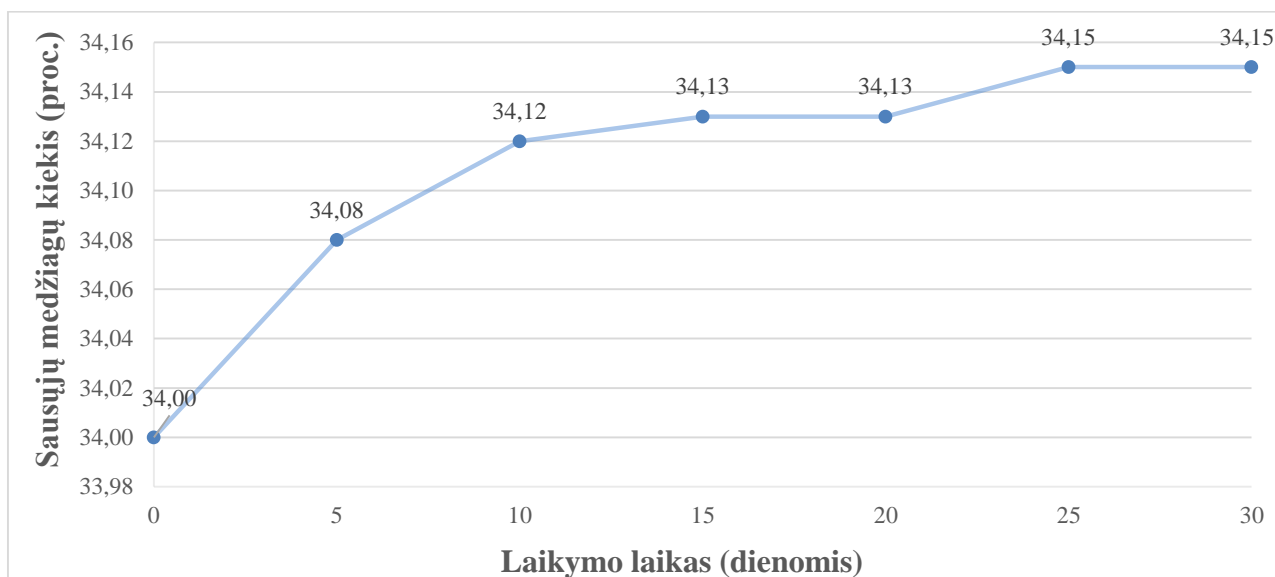


4 pav. Riebalų kiekio kitimas valgomųjų ledų laikymo metu.

Taigi tiriamos fizikinės–cheminės 8 proc. riebumo valgomųjų ledų savybės viso laikymo metu kito nedaug: pH nuo laikymo pradžios – sumažėjo nežymiai per 0,48 proc., tuo tarpu sausios medžiagos per 30 dienų pakilo 0,12 proc., o riebalai kiekis sumažėjo – 0,13 proc., lyginant su eksperimento pradžioje nustatytu kiekiu.

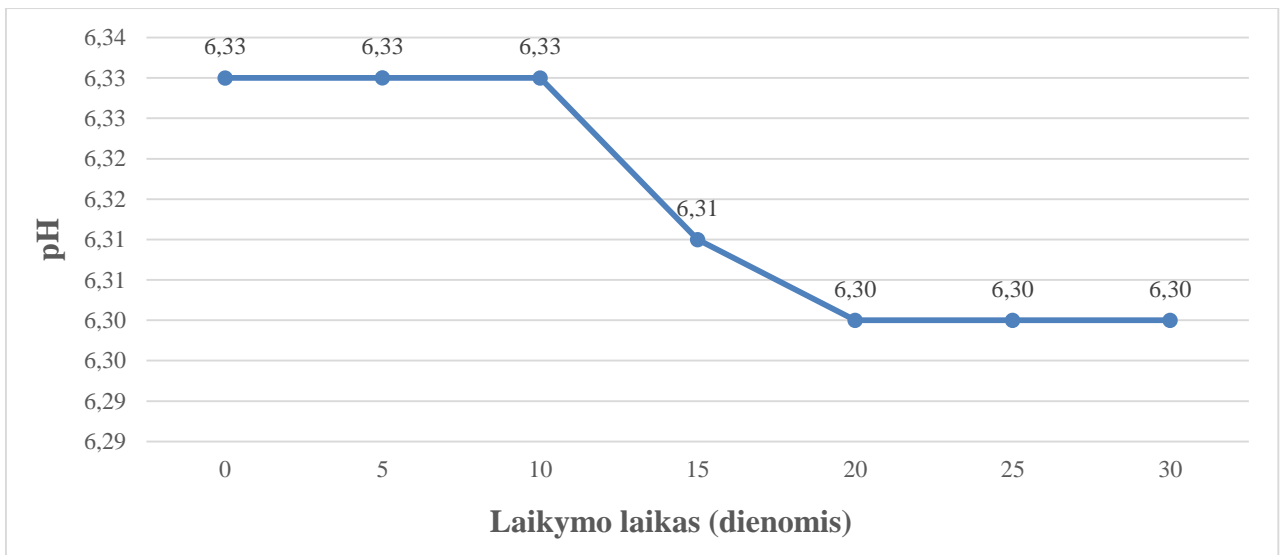
3.1.2. Išlaikymo trukmės įtaka 10 proc. riebumo valgomųjų ledų fizikinėms–cheminėms savybėms

10 proc. valgomuosiuose leduose sausųjų medžiagų kiekis (5 pav.) nuo tyrimo pradžios palaipsniui didėjo: pirmas penkis dienas 0,24 proc., nuo 5 iki 10 dienos – 0,12 proc., nuo 10 iki 15 dienos – 0,03 proc., o bendrai per 15 dienų, sausųjų medžiagų kiekis pakilo net per 0,38 proc. 15 – 20 dienų laikotarpyje, sausųjų medžiagų kiekis išliko pastovus, tačiau nuo 20 tyrimo dienos iki jo pabaigos sausųjų medžiagų kiekis padidėjo 0,06 proc. Nustatytas statistiškai reikšmingas ryšys ($P < 0,05$) tarp laikymo laiko ir valgomųjų ledų sausųjų medžiagų kiekio.



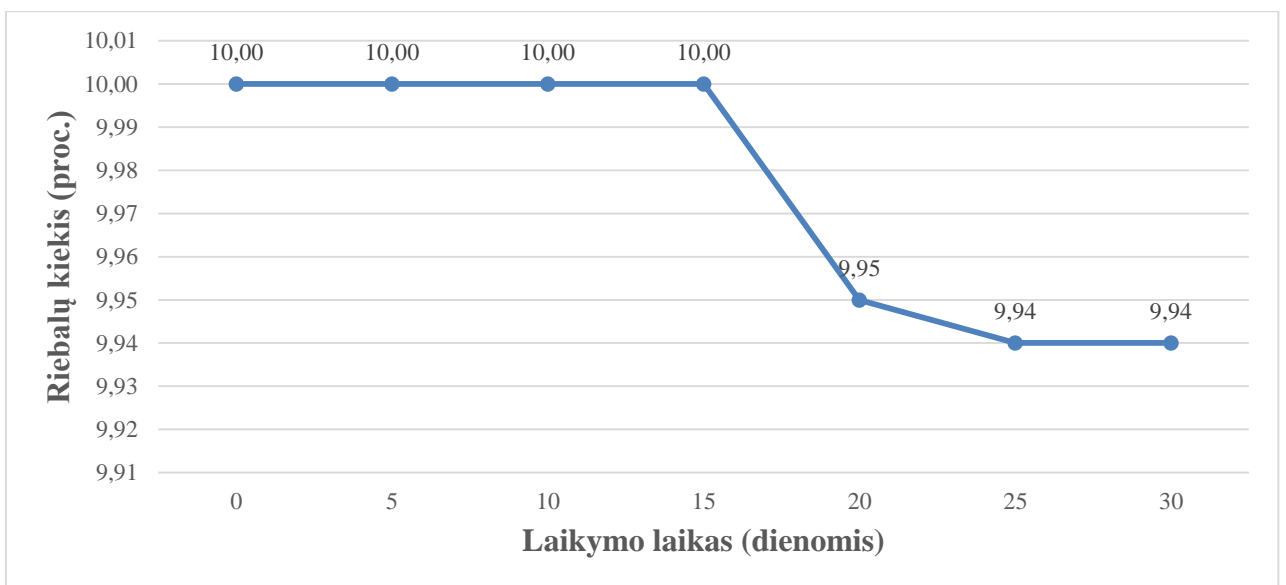
5 pav. Sausųjų medžiagų kitimas valgomųjų ledų laikymo metu.

10 proc. vanilinio mišinio ledų pH (6 pav.) pirmąsias 10 tyrimo dienų nekito ir išliko pastovus 6,33. Gana staigus pH kritimas pastebėtas 15 laikymo dieną, pH sumažėjo 0,32 proc. iki 6,31; 15–20 dienų laikotarpyje pH sumažėjo 0,16 proc.; nuo 20 laikymo dienos aktyvusis rūgštingumas išliko pastovus iki tyrimo pabaigos. Gautas statistiškai reikšmingas ryšys ($P < 0,05$) tarp vertinamos laikymo trukmės ir valgomųjų ledų pH.



6 pav. pH kitimas valgomųjų ledų laikymo metu.

Riebalų kiekis 10 proc. riebumo vaniliniuose leduose viso tyrimo metu kito nežymiai (7 pav.). Riebalų kiekis sumažėjo 0,5 proc. tik po 20 dienų išlaikymo -18 °C temperatūroje. Kitas penkis dienas riebalų kiekis dar nežymiai sumažėjo – 0,10 proc. ir toks išliko iki tyrimo pabaigos. Taigi gautas statistiškai patikimas ryšys ($P < 0,05$) tarp laikymo laiko ir valgomųjų ledų riebalų kiekio.



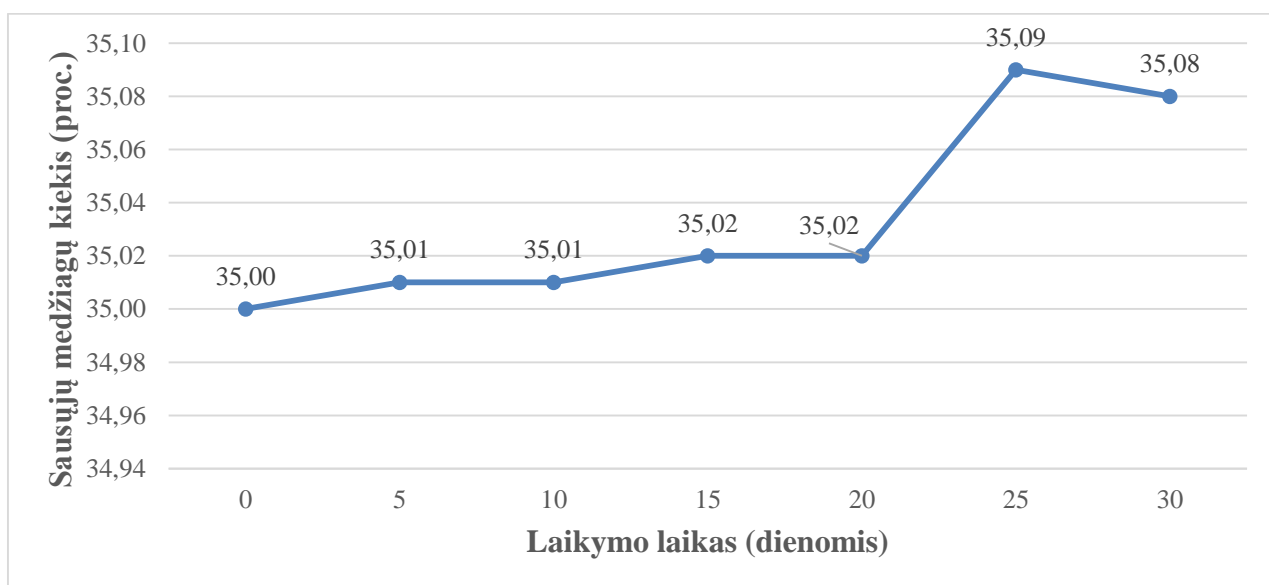
7 pav. Riebalų kiekio kitimas valgomųjų ledų laikymo metu.

Apibendrinant gautus tyrimo rezultatus, galima teigti, kad 10 proc. vanilinio mišinio ledu, pagrindiniai kokybės rodikliai kito nežymiai.

3.1.3. Išlaikymo trukmės įtaka 12 proc. riebumo valgomųjų ledų fizikinėms–cheminėms savybėms

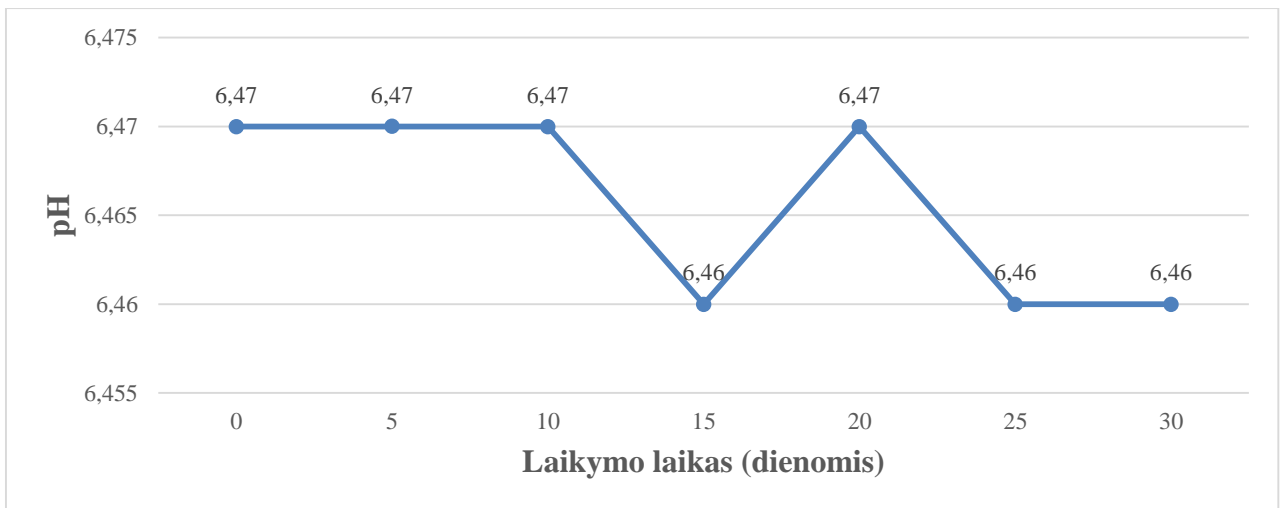
Atlikus 12 proc. riebumo vanilinio mišinio valgomųjų ledų tyrimus nustatyta, kad sausųjų medžiagų kiekis (8 pav.) per pirmąsias 20 tyrimo parų kito nežymiai. Pirmąsias penkis dienas padidėjo 0,03 proc., kitas penkis dienas išliko nepakitęs ir 10-15 dienų laikotarpiu pakilo 0,03 proc. ir išsilaikė pastovus iki 20 tyrimo dienos.

Staigiausias ir ryškiausias sausųjų medžiagų pokytis užfiksuotas 20–25 tyrimo dienomis, kai šių medžiagų kiekis padidėjo 0,2 proc. iki 35,09 proc. Nustatytas statistiškai patikimas ryšys ($P < 0,05$) tarp laikymo laiko ir valgomųjų ledų sausųjų medžiagų kiekio.



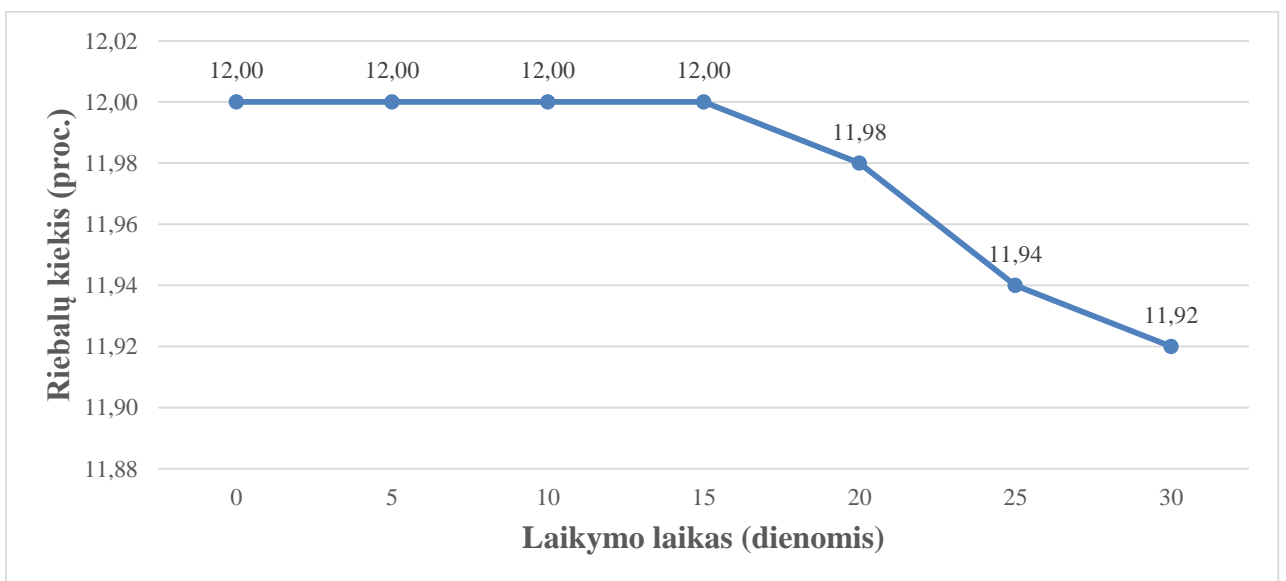
8 pav. Sausųjų medžiagų kiekio kitimas 12 proc. riebumo vanilinių valgomųjų ledų laikymo metu.

12 proc. riebumo vanilinio mišinio valgomųjų ledų pH (9 pav.) pirmąsias 10 tyrimo dienų išliko pastovus. 15 tyrimo dieną aktyvusis rūgštingumas nežymiai sumažėjo 0,15 proc., 20 dieną padidėjo iki pradinio lygmens, o 25–30 tyrimo dienomis fiksuojamas 0,15 proc. sumažėjimas, kuris išsilaiko iki tyrimo pabaigos. Tarp laikymo laiko ir valgomųjų ledų pH nustatytas statistiškai patikimas ryšys ($P < 0,05$).



9 pav. pH kitimas 12 proc. vanilinio mišinio valgomųjų ledų laikymo metu.

Tyrimo metu gauti rezultatai parodė, kad riebalų kiekis 12 proc. riebumo vanilinio mišinio leduose pirmąsias 15 dienų – nekito. Nuo 15 tyrimo dienos iki atlikto tyrimo pabaigos riebalų kiekis valguomuosiuose leduose mažėjo: 15–20 dienomis - 0,17 proc. iki 11,98 proc.; 20–25 dienomis – 0,33 proc. iki 11,94 proc.; 25–30 dienomis – 0,17 proc. iki 11,92 proc. Gautas statistiškai patikimas ryšys ($P < 0,05$) tarp laikymo laiko ir valgomųjų ledų riebalų kiekio (10 pav.).

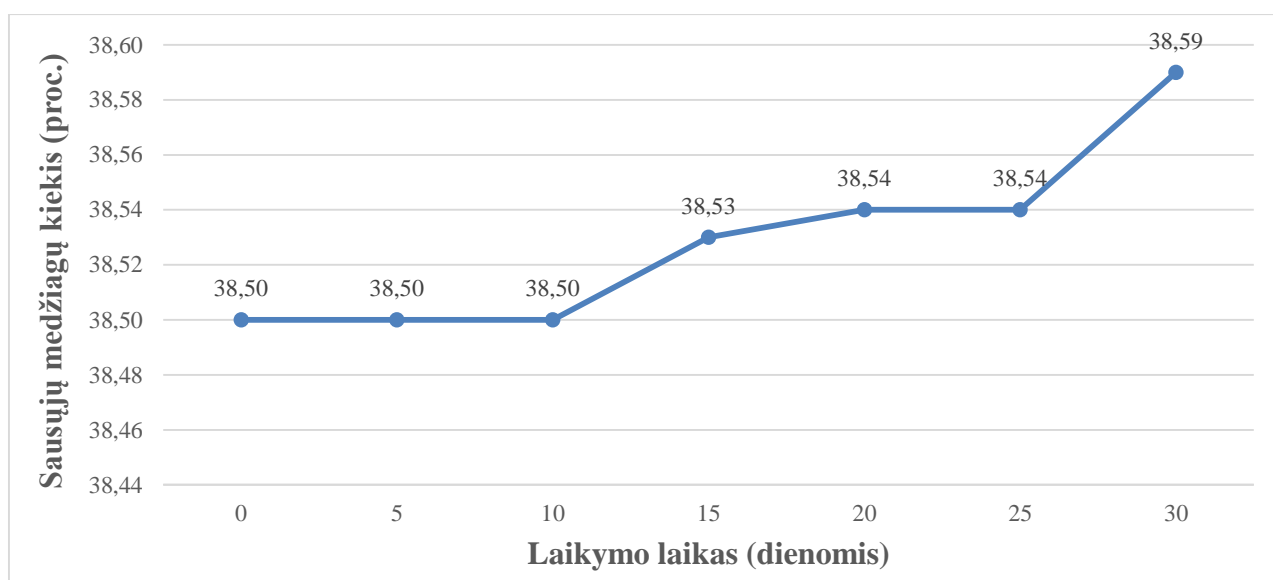


10 pav. Riebalų kiekio kitimas 12 proc. riebumo vanilinių valgomųjų ledų laikymo metu.

Apibendrinant atliktų 12 proc. riebumo vanilinio mišinio ledų tyrimus, nustatyta, kad daugiausia laikymo metu kito riebalų kiekis: nuo tyrimo pradžios sumažėjo 0,67 proc. iki 11,92 proc. pH keitėsi labai nežymiai 0,15 proc., nuo 6,47 tyrimo pradžioje iki 6,46 tyrimo pabaigoje. Sausųjų medžiagų kiekis per 30 dienų, priešingai nei riebalų ir pH, padidėjo 0,23 proc., nuo 35 iki 35,08 proc.

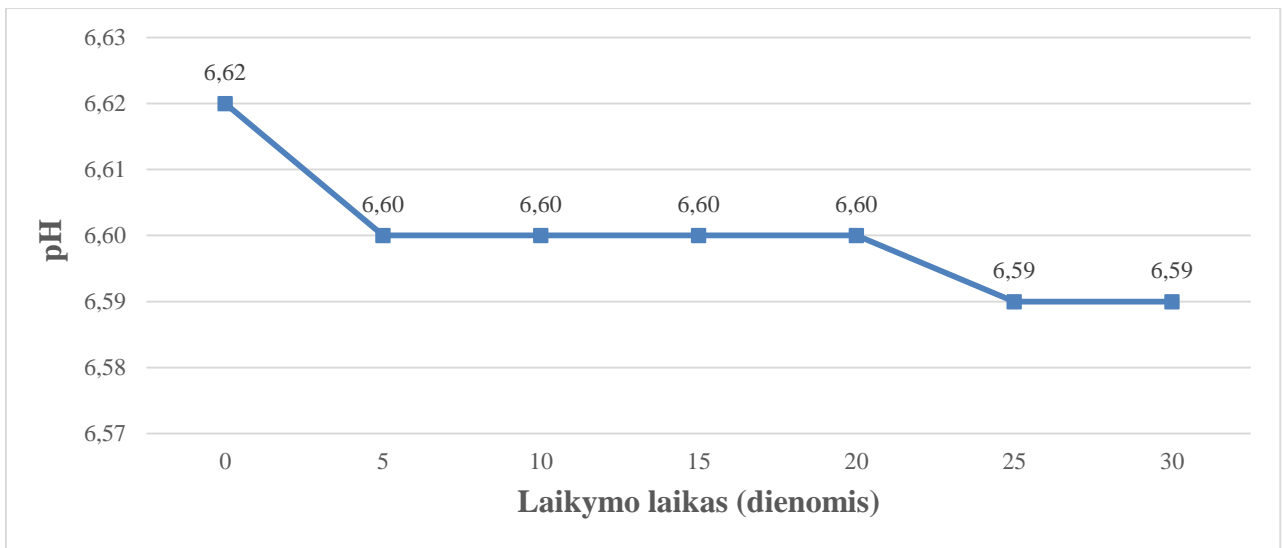
3.1.4. Išlaikymo trukmės įtaka 10 proc. riebumo sojos valgomųjų ledų fizikinėms–cheminėms savybėms

Iš atlikto tyrimo duomenų matyti, kad sausųjų medžiagų kiekis 10 proc. riebumo sojos valgomuosiuose leduose (11 pav.) pirmąsias 10 dienų nesikeitė ir išliko pastovus 38,50 proc., o nuo 10 iki 20 dienos sausųjų medžiagų kiekis leduose tik didėjo nuo 38,50 iki 38,54 – 0,10 proc., tai 3 kartus didesnis pokytis lyginant su pirmosiomis laikymo dienomis. Staigus sausųjų medžiagų kiekio didėjimas tyrimo metu gautas iš 30 laikymo dieną imtų mėginių, kai nuo 38,54 sausųjų medžiagų kiekis pakilo per 0,13 proc. Sausųjų medžiagų kiekis labiausiai padidėjo (0,13 proc.) per 5 paskutines eksperimento dienas, nuo 38,54 proc. iki 38,59 proc. Tarp išlaikymo trukmės ir sojos valgomųjų ledų sausųjų medžiagų kiekio nustatytas statistiškai patikimas ryšys ($P < 0,05$).



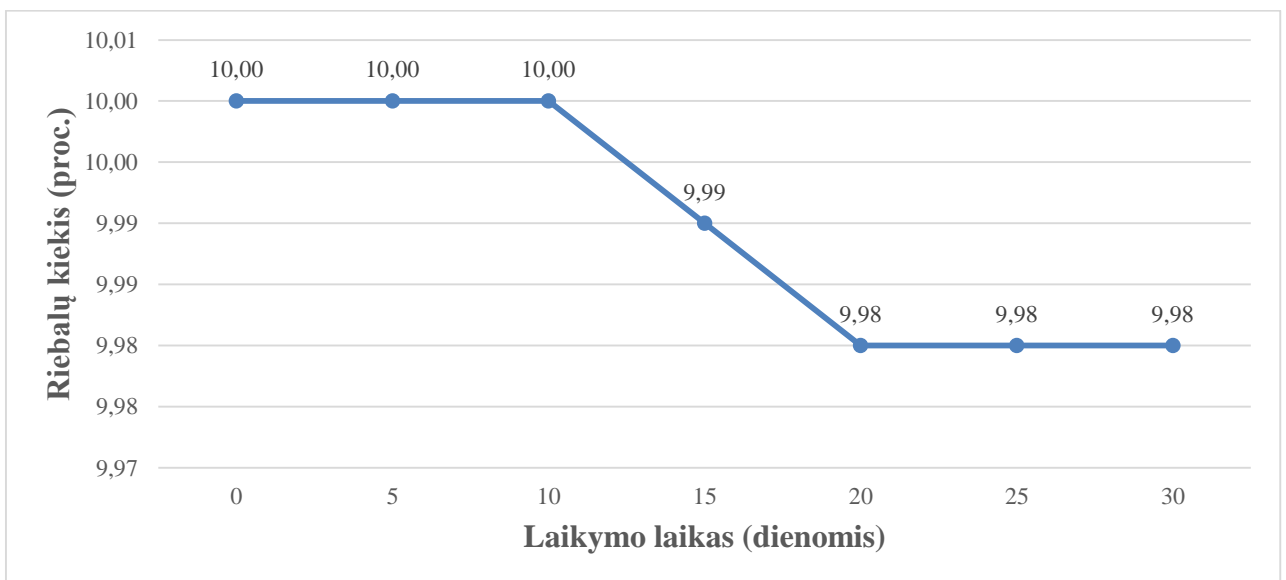
11 pav. Sausųjų medžiagų kiekio kitimas, 10 proc. riebumo vanilinių, sojos valgomųjų ledų laikymo metu.

Aktyvusis rūgštingumas (pH) (12 pav.) per visą tyrimo laiką suažėjo labai nežymiai nuo 6,62 iki 6,59. pH pokyčiai nustatyti po pirmųjų 5 eksperimento dienų nuo 6,62 iki 6,60 bei po 20 dienų išlaikymo $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūroje nuo 6,60 iki 6,59. Tarp laikymo laiko ir sojos valgomųjų ledų pH nustatytas statistiškai patikimas ryšys ($P < 0,05$).



12 pav. pH kitimas, 10 proc. riebumo vanilinių, sojos valgomųjų ledų laikymo metu.

Riebalų kiekis 10 proc. riebumo sojos valgomuosiuose leduose per visą tyrimo laikotarpį sumažėjo 0,2 proc. nuo 10 proc. iki 9,98 proc. (13 pav.). Pirmąsias 10 eksperimento dienų riebalų kiekis išliko pastovus, toks kaip pradinio mišinio t.y. 10 proc. Po 15 parų sumažėjo iki 9,99 proc., o dar po 5 parų iki 9,98 proc. ir nekito iki išlaikymo -18 °C temperatūroje laikotarpio pabaigos. Tarp laikymo laiko ir sojos valgomųjų ledų riebalų kiekio nustatytas statistiškai patikimas ryšys ($P < 0,05$).



13 pav. Riebalų kiekio kitimas, 10 proc. riebumo vanilinių, sojos valgomųjų ledų laikymo metu.

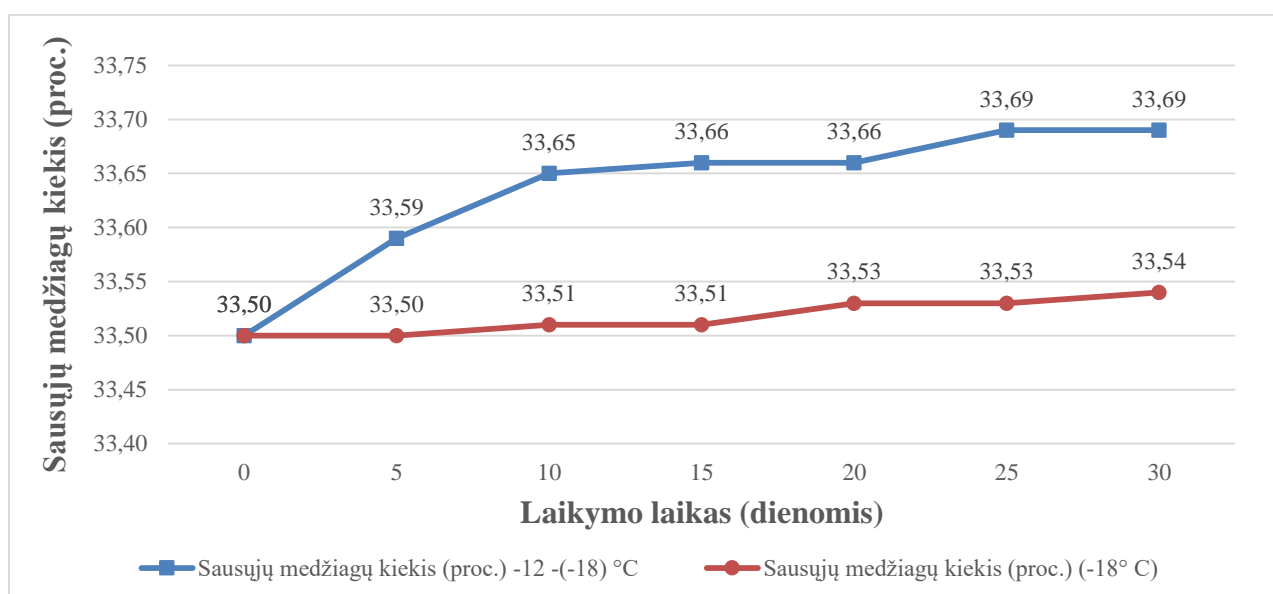
Apibendrinant 10 proc. riebumo sojos valgomųjų ledų, fizikinių – cheminių rodiklių tyrimo rezultatus, galima teigti, kad daugiausia laikymo metu kito pH, kuris per 30 parų sumažėjo 0,45 proc., riebalų kiekis nuo tyrimo pradžios sumažėjo nežymiai 0,1 proc., sausųjų medžiagų kiekis padidėjo 0,23 proc.

3.2. Skirtingo riebumo valgomųjų ledų, laikytų skirtingomis sąlygomis, fizikiniai-cheminiai rodikliai

Tolimesnio tyrimo metu valgomieji ledai, pagaminti iš 8 proc.; 10 proc.; 12 proc. riebumo vanilinių mišinių bei 10 proc. sojos vanilinio mišinio laikyti šaldiklyje $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūroje, tačiau šaldiklis buvo reguliariai atidarinėjamas (sąlygos artimos buitinio šaldiklio paskirčiai) t.y. laikomi šaldiklyje valgomieji ledai buvo veikiami temperatūrinių svyravimų. Temperatūros kitimo intervalas nuo $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ iki $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

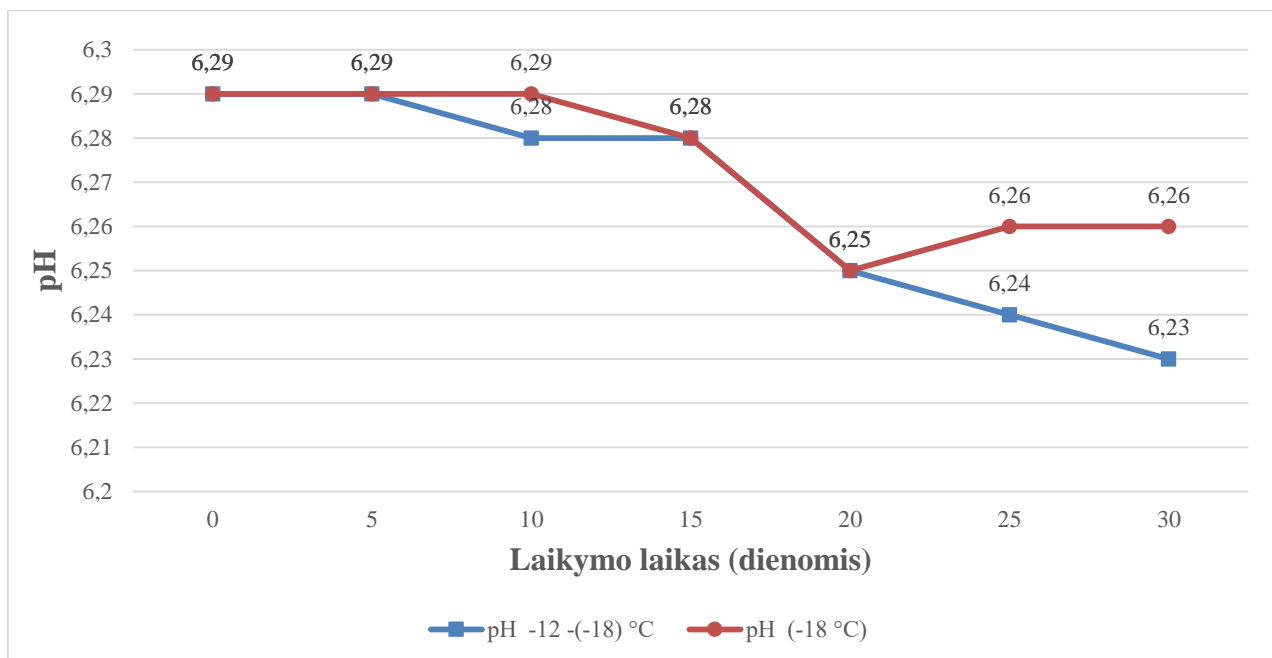
3.2.1. Išlaikymo trukmės įtaka 8 proc. riebumo valgomųjų ledų fizikinėms–cheminėms savybėms

Didesnis sausųjų medžiagų pokytis pastebimas 8 proc. riebumo valgomuosiuose leduose, kurie buvo laikomi šaldiklyje, kurio temperatūra nebuvo pastovi, dėl pastovaus jo atidarymo (14 pav.). Sausosios medžiagos valgomuosiuose leduose, kai jie laikomi pastovioje temperatūroje didėja, tačiau lyginant su nepastovia temperatūra, sausųjų medžiagų kilimas – nežymus. Pastoviomis sąlygomis sausos medžiagos per pusę tiriamojo laikotarpio (15 dienų) pakilo – 0,03 proc., nepastoviomis laikymo sąlygomis – 0,48 proc., tai yra 16 kartų daugiau. Per visą tiriamąjį laikotarpį sausos medžiagos kintančiomis sąlygomis lyginant su pastoviomis vidutiniškai daugiau didėjo per 0,45 proc. Nustatytas statistiškai reikšmingas ryšys ($P < 0,05$) tarp valgomųjų ledų laikymo laiko ir sausųjų medžiagų kiekio.



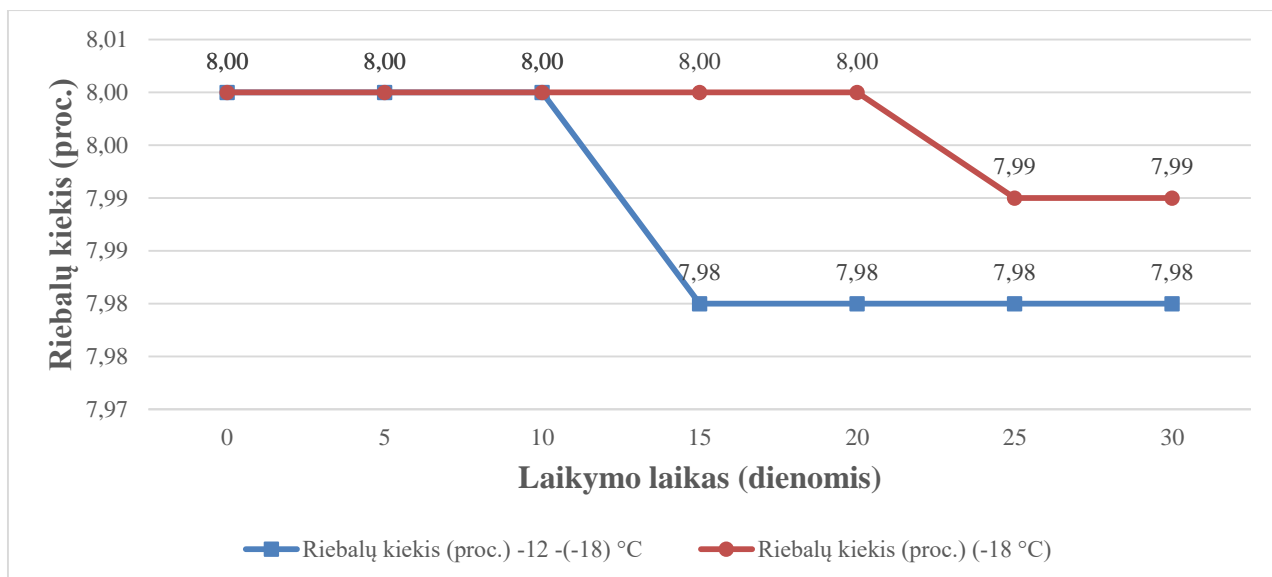
14 pav. Skirtingomis sąlygomis laikomų 8 proc. riebumo valgomųjų ledų sausųjų medžiagų kiekis.

Bandinių pH laikymo sąlygos didesnės įtakos neturėjo, nors didesnis pH nustatytas, kai laikymo sąlygos nėra pastovios, tačiau skirtumas nėra ryškus, didžiausias paskutinę tyrimo dieną – 0,48 proc., lyginant su pradiniu pH kiekiu. Nustatytas statistiškai reikšmingas ryšys ($P < 0,05$) tarp valgomųjų ledų laikymo laiko ir pH kiekio (15 pav.).



15 pav. Skirtingomis sąlygomis laikomų 8 proc. riebumo valgomųjų ledų pH.

Didžiausias riebalų kiekio (proc.) pokytis fiksuotas 15 tyrimo dieną laikant ledus temperatūrinio režimo svyravimo sąlygomis (16 pav.). Riebalų kiekis sumažėjo 0,25 proc., tai beveik 2 kartus daugiau nei lyginant su tos pačios sudėties ir riebumo valgomuosiuose leduose nustatytu riebalų kiekiu. Nustatytas statistiškai reikšmingas ryšys ($P < 0,05$) tarp valgomųjų ledų laikymo laiko ir riebalų kiekio.

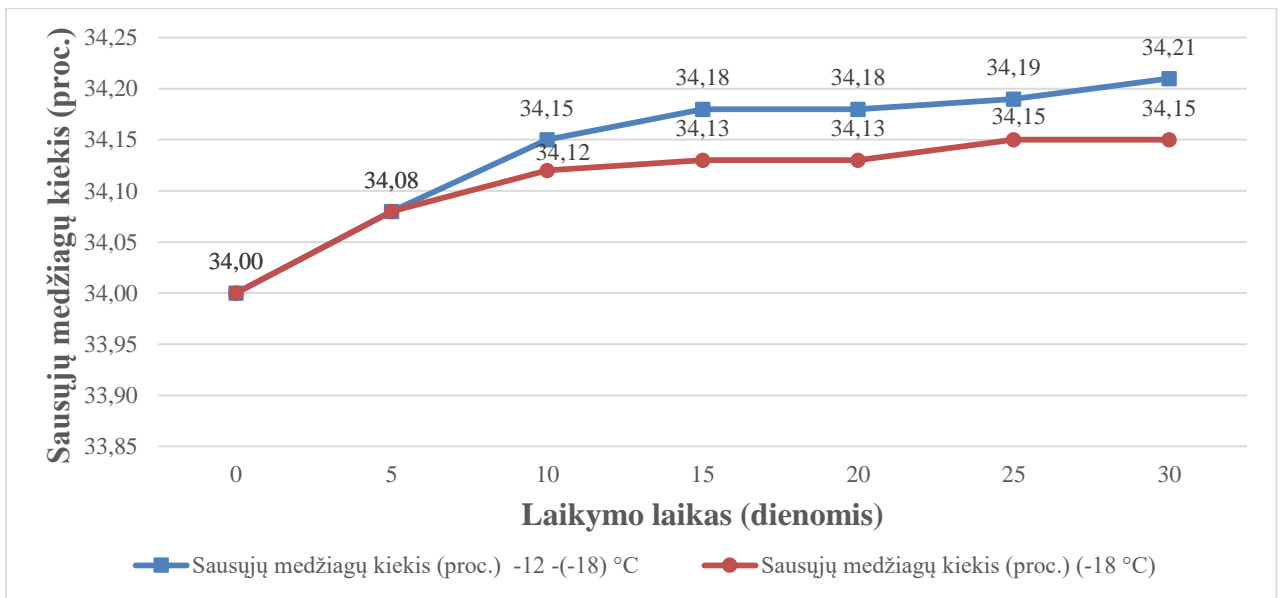


16 pav. Skirtingomis sąlygomis laikomų 8 proc. riebumo valgomųjų ledų riebalų kiekis.

8 proc. riebumo valgomuosiuose leduose ryškus fizikinių – cheminių medžiagų pokytis nenustatytas. Didžiausias skirtumas tarp skirtingomis sąlygomis laikomų valgomųjų ledų tyrimo metu nustatytas atlikus sausųjų medžiagų analizę. Riebalų ir pH skirtumai – nežymūs.

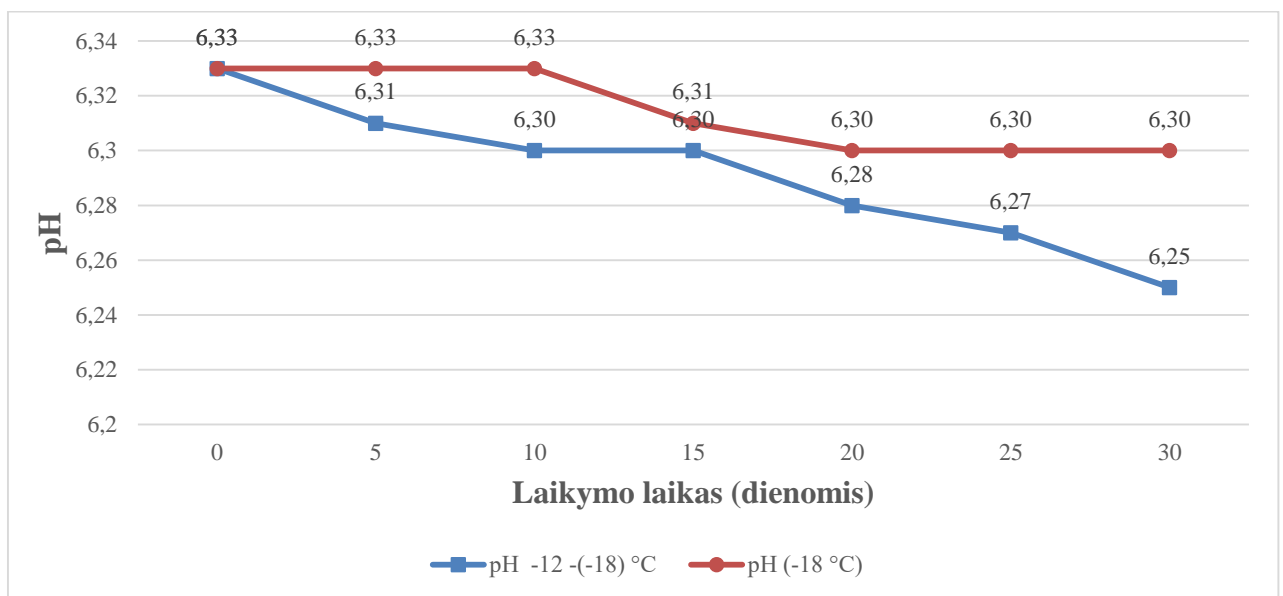
3.2.2. Išlaikymo trukmės įtaka 10 proc. riebumo valgomųjų ledų fizikinėms–cheminėms savybėms

Atlikus 10 proc. riebumo valgomųjų ledų, kurie buvo laikomi pastoviai atidarinėjamame šaldiklyje sausųjų medžiagų analizę nustatyta, kad jų kiekis visą tiriamąjį laikotarpį pastoviai didėjo (17 pav.). Per 30 eksperimento parų sausųjų medžiagų kiekis padidėjo 0,62 proc. nuo 34 proc. iki 34,21 proc. Lyginant su to pačio mišinio ledu, laikytą pastoviomis sąlygomis sausųjų medžiagų kiekiu, matyti, kad visą tyrimo laikotarpį atidarinėjamame šaldytuve laikytą ledų sausųjų medžiagų kiekis buvo didesnis 0,09 proc., išskyrus pirmąsias 5 tyrimo dienas. Nustatytas statistiškai reikšmingas ryšys ($P < 0,05$) tarp valgomųjų ledų laikymo laiko ir sausųjų medžiagų kiekio abiem atvejais.



17 pav. Skirtingomis sąlygomis laikomų 10 proc. riebumo valgomųjų ledų sausųjų medžiagų kiekis.

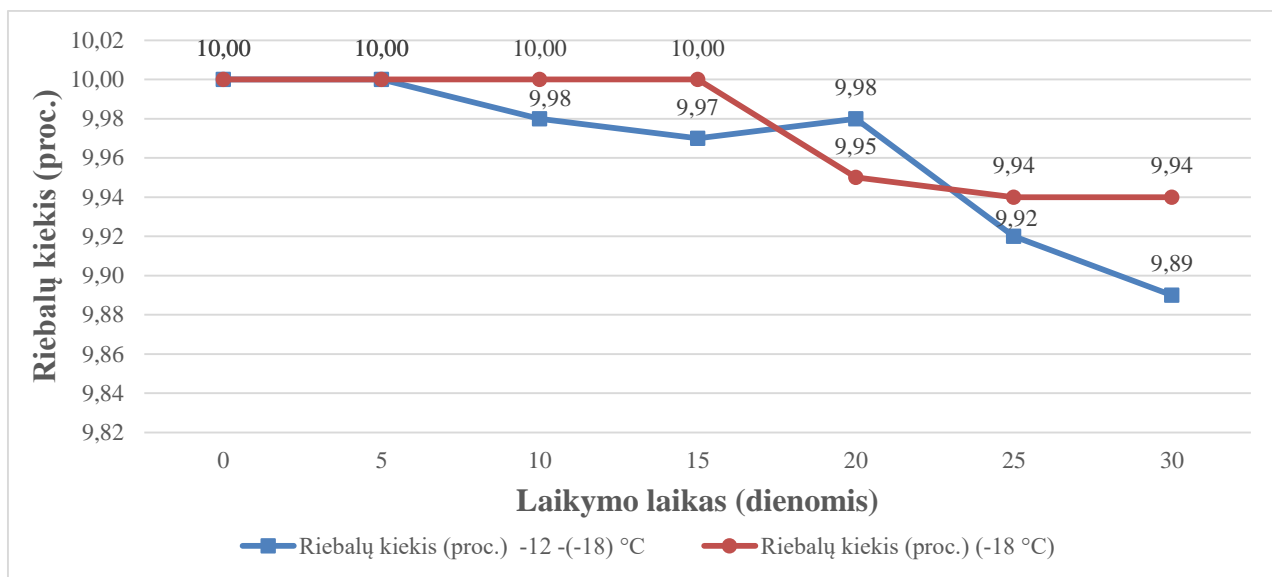
Kaip ir sausųjų medžiagų kiekio atveju, ryškesnis pH mažėjimas fiksuojamas valgomuosiuose leduose (18 pav.), kurie buvo laikomi nepastovioje šaldymo temperatūroje. Tačiau pH pokytis visą tyrimo laikotarpį yra labai nežymus nuo 6,33 iki 6,25. Ryškiausias skirtumas lyginant su pastoviomis sąlygomis laikytais ledais fiksuotas paskutiniąją bandymo dieną, kai pH krito 0,05 – aja dalimi. Nustatytas statistiškai reikšmingas ryšys ($P < 0,05$) tarp valgomųjų ledų laikymo laiko ir pH.



18 pav. Skirtingomis sąlygomis laikomų 10 proc. riebumo valgomųjų ledų pH.

10 proc. riebumo valgomuosiuose leduose kaip ir pastoviomis laikymo sąlygomis, taip ir esant kintamai temperatūrai, riebalų kiekis valgomuosiuose leduose mažėjo labai nežymiai. Leduose, kurie buvo veikiami temperatūrinių svyravimų riebalų kiekis 30 tyrimo dieną buvo 9,89 proc., o

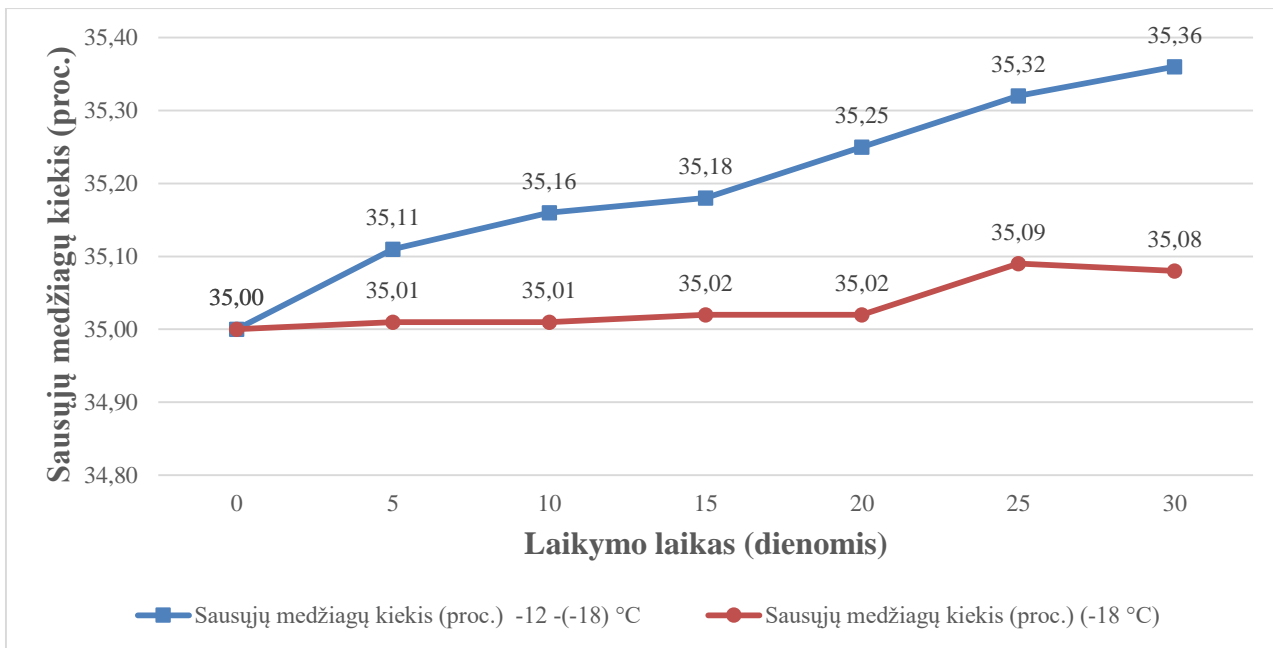
pastoviomis sąlygomis laikytų ledų 9,94 proc., skirtumas 0,05 proc. Nustatytas statistiškai reikšmingas ryšys ($P < 0,05$) tarp valgomųjų ledų laikymo laiko ir riebalų kiekio (19 pav.).



19 pav. Skirtingomis sąlygomis laikomų 10 proc. riebumo valgomųjų ledų riebalų kiekis.

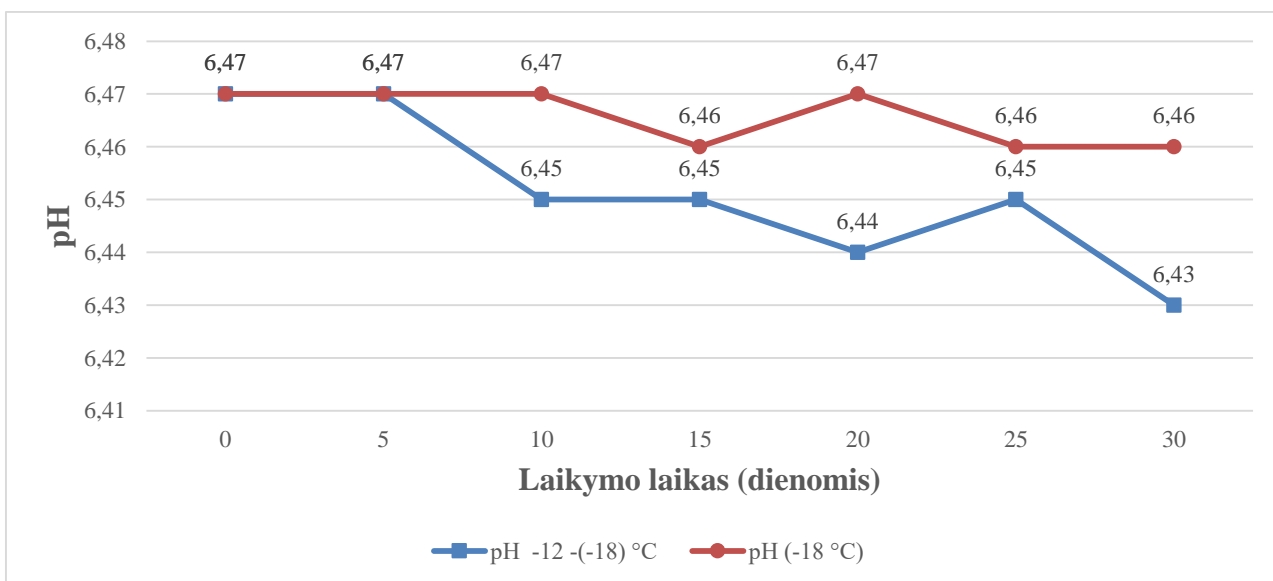
3.2.3. Išlaikymo trukmės įtaka 12 proc. riebumo valgomųjų ledų fizikinėms–cheminėms savybėms

Atlikus 12 proc. riebumo valgomųjų ledų, kurie buvo laikomi pastoviai atidarinėjamame šaldiklyje sausųjų medžiagų analizę nustatyta, kad jų kiekis visą tiriamąjį laikotarpį pastoviai didėjo (20 pav.). Per 30 eksperimento parų sausųjų medžiagų kiekis padidėjo 1,03 proc. nuo 35 proc. iki 35,36 proc. Lyginant su to pačio mišinio ledų, laikytų pastoviomis sąlygomis sausųjų medžiagų kiekiu, matyti, kad visą tyrimo laikotarpį atidarinėjamame šaldytuve laikytų ledų sausųjų medžiagų kiekis buvo vidutiniškai didesnis 0,54 proc., išskyrus pirmąsias 5 tyrimo dienas. Nustatytas statistiškai reikšmingas ryšys ($P < 0,05$) tarp valgomųjų ledų laikymo laiko ir sausų medžiagų kiekio abiem atvejais.



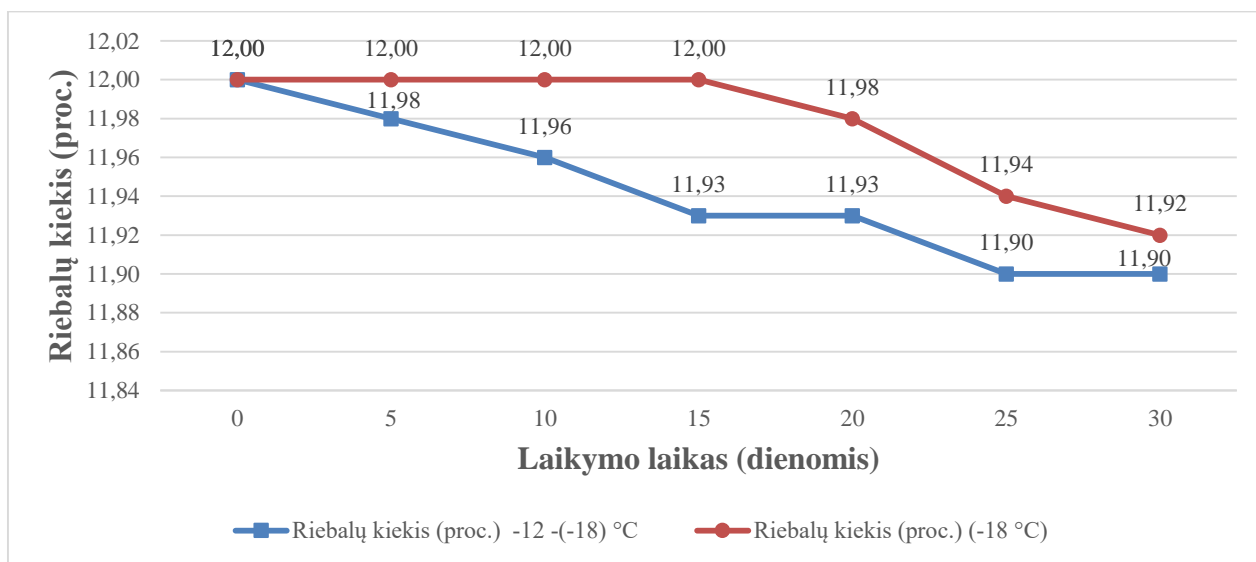
20 pav. Skirtingomis sąlygomis laikomų 12 proc. riebumo valgomųjų ledų sausųjų medžiagų kiekis.

pH per visą laikymo laikotarpį kito nežymiai (21 pav.), ledams laikytiems šaldiklyje, kuriame produktai buvo veikiami terminių svyravimų, beveik viso tiriamojo laikotarpio metu nustatytas 0,15 proc mažesnis pH, nei valgomiesiems ledams laikytiems pastoviomis temperatūrinėmis sąlygomis, čia pH pokytis nuo 6,47 iki 6,46, valgomiesiems ledams laikytiems skirtingomis sąlygomis nuo 6,47 iki 6,43. Nustatytas statistiškai reikšmingas ryšys ($P < 0,05$) tarp valgomųjų ledų laikymo laiko ir pH.



21 pav. Skirtingomis sąlygomis laikomų 12 proc. riebumo valgomųjų ledų pH.

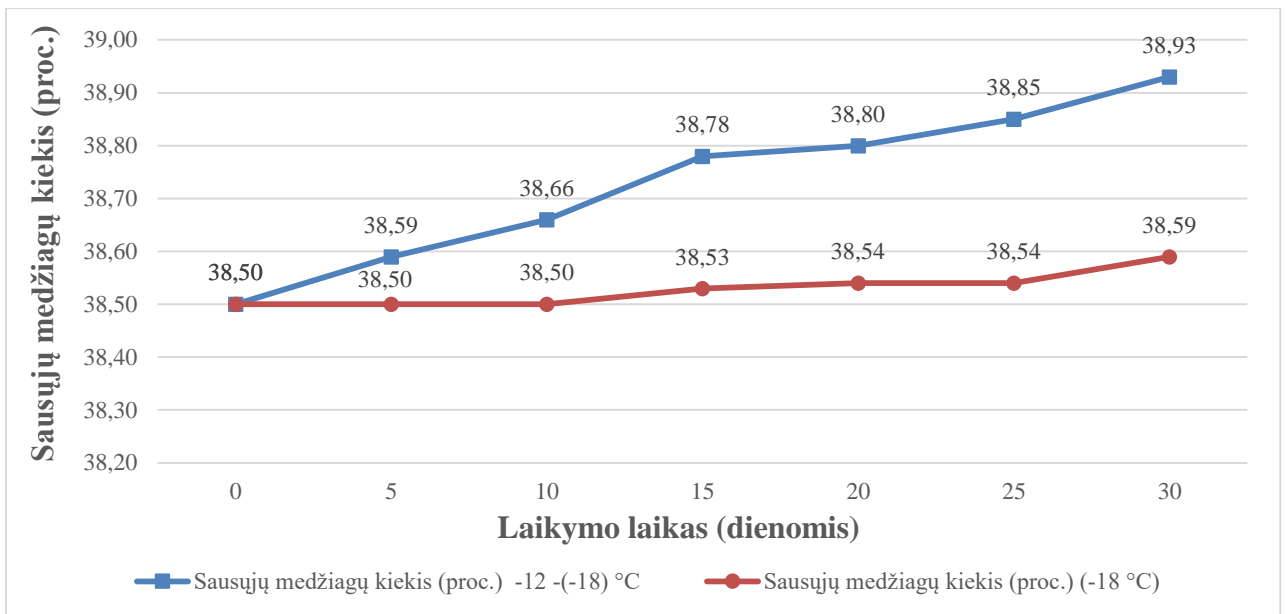
Atlikus 12 proc. riebumo valgomųjų ledų, kurie buvo laikomi pastoviai atidarinėjamame šaldiklyje riebalų kiekio analizę nustatyta, kad visą tiriamąjį laikotarpį riebalų kiekis kito nežymiai (22 pav.) nuo 12,00 iki 11,90 proc., kai pastoviomis sąlygomis nuo 12,00 iki 11,92 proc. gautas 0,16 proc. skirtumas tarp skirtingomis sąlygomis laikomų ledų riebalų kiekio paskutinę tyrimo dieną. Gautas statistiškai reikšmingas ryšys ($P < 0,05$) tarp valgomųjų ledų laikymo laiko ir riebalų kiekio.



22 pav. Skirtingomis sąlygomis laikomų 12 proc. riebumo valgomųjų ledų riebalų kiekis.

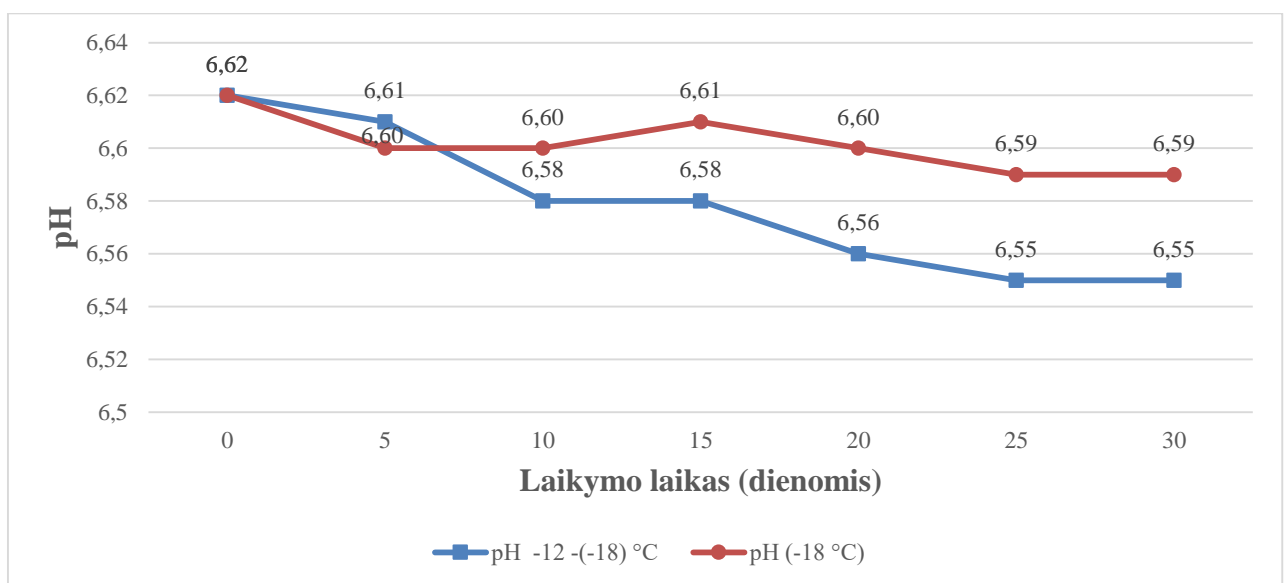
3.2.4. Išlaikymo trukmės įtaka 10 proc. riebumo sojos valgomųjų ledų fizikinėms–cheminėms savybėms

Atlikus 10 proc. riebumo valgomųjų ledų, kurie buvo laikomi pastoviai atidarinėjamame šaldiklyje sausųjų medžiagų analizę nustatyta, kad jų kiekis visą tiriamąjį laikotarpį pastoviai didėjo (23 pav.). Per 30 eksperimento parų sausųjų medžiagų kiekis padidėjo 1,1 proc. nuo 38,5 proc. iki 38,93 proc. Lyginant su to pačio mišinio ledų, laikytų pastoviomis sąlygomis sausųjų medžiagų kiekiu, matyti, kad visą tyrimo laikotarpį atidarinėjamame šaldytuve laikytų ledų sausųjų medžiagų kiekis buvo didesnis 0,18 proc. Nustatytas statistiškai reikšmingas ryšys ($P < 0,05$) tarp valgomųjų ledų laikymo laiko ir sausųjų medžiagų kiekio abiem atvejais.



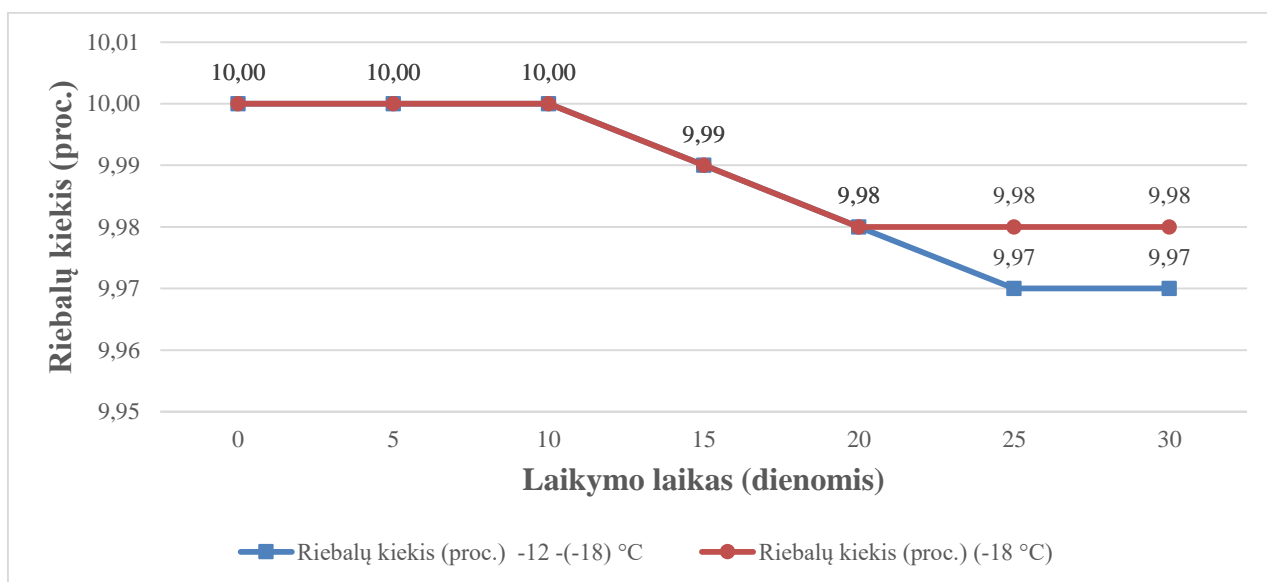
23 pav. Skirtingomis sąlygomis laikomų 10 proc. riebumo sojos valgomųjų ledų sausųjų medžiagų kiekis.

Atlikus 10 proc. riebumo valgomųjų ledų, kurie buvo laikomi pastoviai atidarinėjamame šaldiklyje pH analizę nustatyta, kad pH mažėjo beveik visą tyrimo laikotarpį (24 pav.). Per pirmąsias 5 laikymo dienas pH sumažėjo 0,6 proc., o po 20 tyrimo dienų 0,45 proc. ir nekito iki išlaikymo kintančioje temperatūroje laikotarpio pabaigos. Lyginant su to pačio mišinio ledų, laikytų pastoviomis sąlygomis pH visą tyrimo laikotarpį buvo didesnis 0,51 proc., išskyrus pirmąsias 5 tyrimo dienas, kai pH laikomų ledų pastoviomis sąlygomis buvo 0,15 proc. mažesnis. Gautas statistiškai reikšmingas ryšys ($P < 0,05$) tarp valgomųjų ledų laikymo laiko ir pH.



24 pav. Skirtingomis sąlygomis laikomų 10 proc. riebumo sojos valgomųjų ledų pH.

Riebalų kiekis 10 proc. riebumo sojos valgomuosiuose leduose per visą tyrimo laikotarpį, kai jie buvo laikomi pastoviai atdarinėjamame šaldiklyje, sumažėjo 0,3 proc. nuo 10 proc. iki 9,97 proc. (25 pav.). Pirmąsias 10 eksperimento dienų riebalų kiekis išliko pastovus, toks kaip pradinio mišinio t.y. 10 proc. Po 15 parų sumažėjo iki 9,99 proc., o dar po 5 parų iki 9,98 proc. laikant ledus nepastoviomis sąlygomis, 20-ąją tyrimo dieną riebalų kiekis buvo 9,97 proc. laikant ledus pastoviomis sąlygomis, įvardinti kiekiai išliko pastovūs iki tyrimo pabaigos.



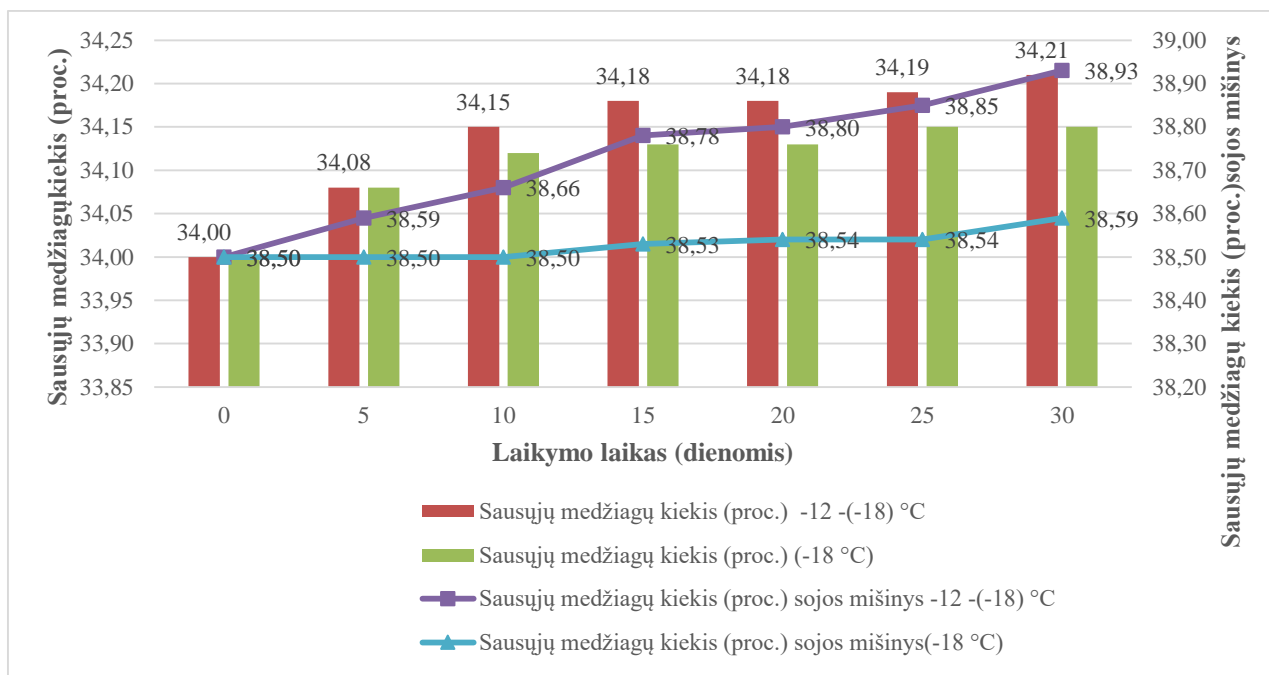
25 pav. Skirtingomis sąlygomis laikomų 10 proc. riebumo sojos valgomųjų ledų riebalų kiekis.

Lyginant su to pačio mišinio ledų, laikytų pastoviomis sąlygomis riebalų kiekį 9,98 proc. su skirtingomis sąlygomis laikytų ledų riebalų kiekiu 25-ąją ir 30-ąją tyrimo dienomis skirtumas nežymus. Nustatytas statistiškai reikšmingas ryšys ($P < 0,05$) tarp valgomųjų ledų laikymo laiko ir riebalų kiekio.

3.2.5. Išlaikymo trukmės įtaka 10 proc. riebumo sojos ir 10 proc. riebumo grietininiams valgomiesiems ledams, jų fizikinių–cheminių savybių kitimo palyginimas

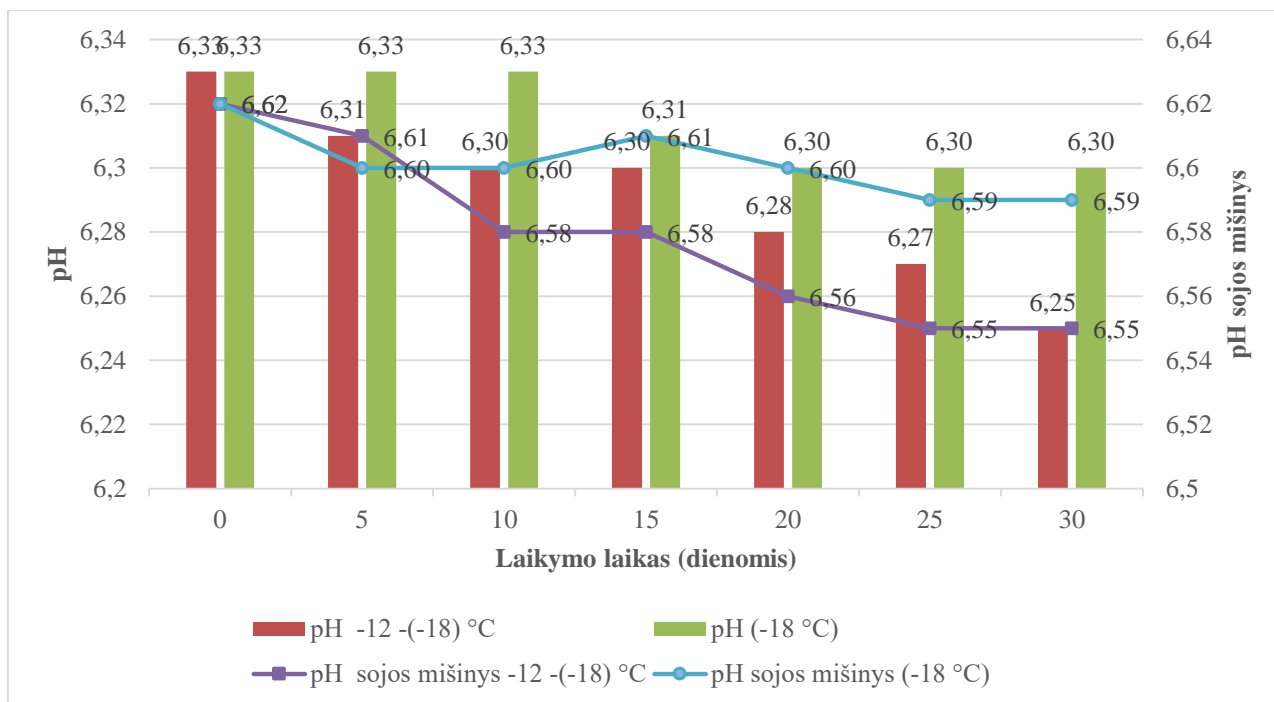
Atlikus 10 proc. riebumo sojos ir grietinių valgomųjų ledų, kurie buvo laikomi skirtingomis sąlygomis, sausųjų medžiagų analizę nustatyta, kad jų kiekis visą tiriamąjį laikotarpį pastoviai didėjo (26 pav.). Sausųjų medžiagų kiekis sojos vaniliniuose leduose viso tyrimo laikotarpiu, kas penkias paras vidutiniškai didėjo 0,06 proc., grietiniuose 0,03 proc. laikant ledus -12 – (-18) °C temperatūroje. Laikant ledus šaldiklyje, kurio temperatūra visą tyrimo laikotarpį buvo pastovi, sausųjų medžiagų kiekis sojos bei grietiniuose valgomuosiuose leduose, didėjo nežymiai t.y. sojos vaniliniuose leduose pirmas 10 parų nekito, kai grietiniuose leduose per 10 parų sausųjų medžiagų

kiekis padidėjo 0,12 proc., per visą tyrimo laikotarpį sausųjų medžiagų kiekis grietiniuose leduose padidėjo beveik dvigubai daugiau, lyginant su sojos valgomaisiais ledais.



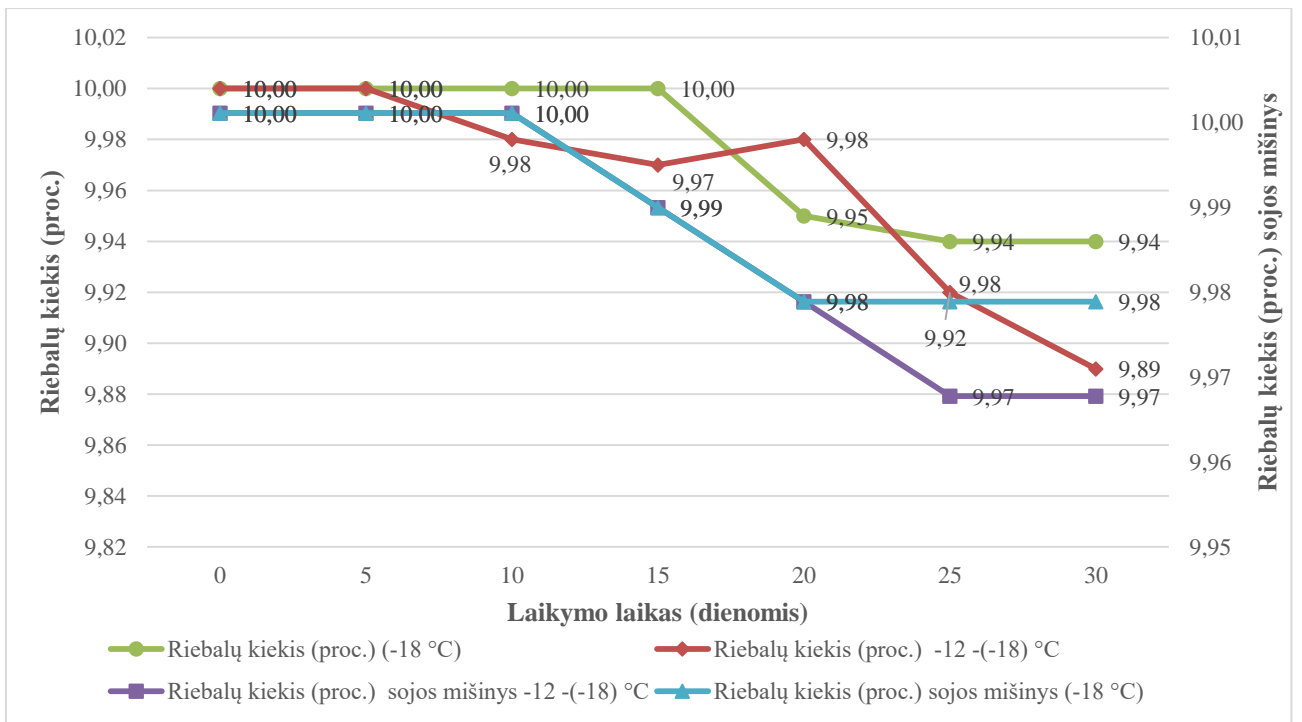
26 pav. Skirtingomis sąlygomis laikomų 10 proc. riebumo sojos ir 10 proc. riebumo grietinių valgomųjų ledų sausųjų medžiagų kiekio kitimo palyginimas.

Atlikus 10 proc. riebumo sojos ir grietinių valgomųjų ledų, kurie buvo laikomi skirtingomis sąlygomis, pH analizę nustatyta, kad pH visą tiriamąjį laikotarpį nežymiai mažėjo (27 pav.). Grietiniuose leduose, kurie buvo laikomi pastoviomis sąlygomis pH mažėjimas užfiksuotas nuo 15 tyrimo dienos (0,31 proc.), kai sojos vaniliniuose leduose jau 5 tyrimo dieną (0,30 proc.), iki tyrimo pabaigos abiejuose mišiniuose pH papildomai sumažėjo 0,15 proc. nuo 6,31 iki 6,30 grietiniuose leduose ir nuo 6,60 iki 6,59 sojos vaniliniuose leduose. Laikant ledus šaldiklyje, kurio temperatūra nebuvo pastovi lyginant šiuos mišinius 0,13 proc. pH sumažėjimas per 15 tyrimo dienų užfiksuotas leduose iš sojos mišinio, bet iki tyrimo pabaigos 0,01 dalimi pH daugiau sumažėjo grietiniuose leduose.



27 pav. Skirtingomis sąlygomis laikomų 10 proc. riebumo sojos ir 10 proc. riebumo grietinių valgomųjų ledų pH kitimo palyginimas.

Atlikus 10 proc. riebumo sojos ir grietinių valgomųjų ledų, kurie buvo laikomi skirtingomis sąlygomis, riebalų analizę nustatyta, kad jų kiekis visą tiriamąjį laikotarpį pastoviai mažėjo (28 pav.). Pirmąsias 5 eksperimento dienas riebalų kiekis išliko pastovus t.y. 10 proc. abiejuose mišiniuose. Grietiniame mišinyje laikant ledus nepastoviomis sąlygomis riebalų kiekis po 10 parų sumažėjo iki 9,98 proc., o dar po 5 parų iki 9,97 proc., o tyrimo pabaigoje buvo 9,89 proc. Laikant ledus pastoviomis sąlygomis 15 dienų riebalų kiekis nekito ir tik po 20 parų sumažėjo iki 9,95 proc., įvardintas kiekis fiksuotas ir tyrimo pabaigoje. Valgomuosiuose leduose pagamintuose iš vanilinio sojos mišinio riebalų kiekis laikant ledus tiek pastoviomis sąlygomis, tiek nepastoviomis, buvo stabilesnis t.y. 10 parų išliko pastovus, 10 proc., kaip ir pradinis mišinys, o tyrimo pabaigoje sumažėjo iki 9,98 proc. laikant ledus pastovioje temperatūroje ir 9,97 proc. laikant ledus atidarinėjamame šaldiklyje, t.y. riebalų kiekis grietiniuose leduose sumažėjo 0,03 proc. daugiau nei sojos leduose laikant juos pastovioje temperatūroje ir 0,08 proc. laikant sojos ledus $-12(-18) ^\circ\text{C}$ temperatūroje.



28 pav. Skirtingomis sąlygomis laikomų 10 proc. riebumo sojos ir 10 proc. riebumo grietinių valgomųjų ledų riebalų kiekio kitimo palyginimas.

4. REZULTATŲ APTARIMAS

Valgomųjų ledų kokybė yra tiesiogiai susijusi su laikymo temperatūra, nes temperatūros svyravimai gali įtakoti, aiškius valgomųjų ledų tekstūros defektus, susijusius su ledo kristalų pakartotiniu susidarymu (persikristalizavimu) [50]. Fizikinių-cheminių savybių kitimas priklauso nuo valgomųjų ledų rūšies ir jų laikymo sąlygų. Dinamiškiausi pokyčiai pastebimi leduose laikomuose kintamose sąlygose, kai fiksuojami temperatūrinio režimo svyravimai [19].

Tyrimo metu gauti rezultatai parodė, kad valgomųjų ledų laikymo metu pH sumažėjo labai nežymiai. Tai savo atliktais tyrimais patvirtina Murtaza A. M. ir kt. [25], jų darbe buvo nustatyta, kad po 40 parų išlaikymo skirtingo riebumo valgomųjų ledų terpė nežymiai rūgštėjo. Gautus rezultatus patvirtina ir Abdullah M. su bendraautorais [21], be to jie nurodo, kad pH mažėjimui įtakos turi nežymus potencialaus rūgštingumo didėjimas, kurį sukelia pieno rūgšties bakterijos, gaminančios pieno rūgštį valgomųjų ledų laikymo metu. Aktyvusis rūgštingumas rodo tikrąją disocijuotų vandenilio jonų koncentraciją produkte. Kadangi rūgštūs junginiai, įeinantys į maisto produktų sudėtį, priklauso silpnų organinių rūgščių grupei ir disocijuoja nedideliu laipsniu, susidaro didelis skirtumas tarp titruojamojo ir tikrojo rūgštingumo. Tačiau Palka A. ir kt. [4] atlikto tyrimo duomenimis dviejų skirtingų gamintojų valgomųjų ledų pH padidėjo, tačiau labai nežymiai (ledai šaldiklyje buvo laikomi 9 mėnesius). Taigi, valgomųjų ledų pH laikymo metu kinta labai nežymiai, labiausiai šio rodiklio pokyčiai priklauso nuo valgomųjų ledų sudėties, laikymo sąlygų – temperatūrinio režimo bei laikymo trukmės.

Sausųjų medžiagų kiekis laikymo metu nors ir nežymiai, bet didėjo. Tai patvirtina ir kitų autorių atlikti tyrimai. Palka A. ir kt. [4] tyrimo metu ledai buvo laikomi devynis mėnesius ir sausų medžiagų kiekis padidėjo nuo 33,98 proc. iki 35,89 proc. (laikymo temperatūra kintama) ir iki 35,45 proc. - pastovi -18°C. Arashdeep S ir kt. [22] atliktame tyrime sausųjų medžiagų kiekis laikymo metu taip pat didėjo visuose mėginiuose. Murtaza A. M. ir kt. [25] taip pat patvirtino, kad sausųjų medžiagų kiekis nepriklausomai nuo valgomųjų ledų riebumo laikymo metu didėjo. Abdullah M. su bendraautorais [21] nustatė, kad bendras sausųjų medžiagų kiekis leduose pagamintuose iš sojos pieno bei lieso pieno per 30 laikymo dienų padidėjo. Sausosios medžiagos yra svarbios valgomųjų ledų kokybei ir išvaizdai. Taigi atlikti tyrimai patvirtina, kad sandėliavimo metu sausųjų medžiagų kiekis didėja, dėl leduose mažėjančio drėgmės kiekio.

Riebalai yra svarbus kokybės rodiklis valgomųjų ledų struktūros palaikymui, nes dalinai susijungę riebalų lašeliai apsprendžia oro burbuliukų stabilumą, dėl to gaunama atitinkama ledų struktūra, tarsi sušalusios putos. Sandėliavimo metu didelis riebalų kiekio kitimas nenustatytas, skirtingo riebumo leduose viso tyrimo metu riebalų kiekis mažėjo labai nežymiai. Vos pastebimą

riebalų kiekio kitimą valgomųjų ledų laikymo metu patvirtina Asghar M. ir kt.. [19] bei Murtaza A. M. su bendraautoriais [25].

IŠVADOS

1. Įvertinus fizikinių-cheminių savybių kitimo priklausomybę nuo valgomųjų ledų rūšies t. y. palyginus 10 proc. grietinių ir sojos vanilinių valgomųjų ledų fizikines–chemines savybes nustatyta, kad sausųjų medžiagų kiekis tiek sojos vaniliniuose, tiek grietiniuose vaniliniuose leduose viso tyrimo laikotarpiu didėjo, pH ir riebalų kiekis nežymiai mažėjo, nepastovios laikymo sąlygos įtakojo fizikinių-cheminių medžiagų kitimo intensyvumą.

2. Skirtingos sudėties ir riebumo valgomųjų ledų, laikytų $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūroje 30 dienų, fizikinės-cheminės savybės kito nežymiai. Sausųjų medžiagų kiekis per visą tyrimo laikotarpį didėjo: 8 proc. riebumo grietiniuose vaniliniuose leduose – 0,12 proc., 10 proc. – 0,44 proc., 12 proc. – 0,23 proc. ir 10 proc. sojos mišinio vaniliniuose leduose – 0,23 proc.; riebalų kiekis mažėjo nežymiai: atitinkamai 0,13 proc., 0,60 proc., 0,67 proc. ir 0,10 proc.; pH per 30 parų taip pat mažėjo: 8 proc. riebumo leduose – 0,48 proc., 10 proc. – 0,47 proc., 12 proc. – 0,15 proc. ir 10 proc. sojos mišinio leduose – 0,45 proc.

3. Tyrimo metu dinamiškiausi fizikinių-cheminių savybių pokyčiai nustatyti valgomuosiuose leduose laikytuose nepastoviose sąlygose, kai temperatūrinis režimas svyravo nuo -12 iki $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sausųjų medžiagų kiekis skirtingo riebumo valgomuosiuose leduose visą tyrimo laikotarpį didėjo: 0,57 proc., 0,62 proc., 1,03 proc., ir 1,12 proc. atitinkamai 8 proc., 10 proc., 12 proc. riebumo grietiniuose vaniliniuose ir 10 proc. riebumo sojos mišinio vaniliniuose leduose; riebalų kiekis mažėjo nežymiai: atitinkamai – 0,25 proc., 1,10 proc., 0,83 proc. ir 0,30 proc.; pH per 30 parų taip pat mažėjo: 8 proc. riebumo grietiniuose leduose 0,95 proc., 10 proc. – 1,26 proc., 12 proc. – 0,62 proc. ir 10 proc. riebumo sojos leduose 1,06 proc.

4. Temperatūriniai svyravimai pagreitina fizikinius-cheminius kitimus valgomuosiuose leduose. Laikant ledus pastoviomis sąlygomis, 42 proc. bandinių fizikinių-cheminių savybių pokyčiai, nustatyti 15-ąją tyrimo dieną, o esant nepastoviai laikymo temperatūrai – 58 proc. bandinių jau 5-ąją tyrimo dieną.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Liutkevičius A, Lazdauskienė J. Viskas apie pieną ir iš pieno. Kaunas: Rovilnė; 2005.
2. Ludvigsen HK. Manufacturing high quality ice cream with high overrun [Internet]. 2011 [cited 2016 Feb 26]; Palsgaard Technical Paper. Available from: <http://www.palsgaard.com/media/172509/Ice%20cream%20with%20high%20overrun.pdf>.
3. Tomer V, Kumar A. Development of high protein ice-cream using milk protein concentrate. Volume 6, issue 5. 2013. p. 71-74.
4. Palka A, Palich P. Influence of storage conditions on changes in the quality of family-size ice-cream. 2008; 12(3), 755-765.
5. Goff H.D. Ice cream and desserts. Ice cream and frozen desserts: product types. Encyclopedia of food and health [Internet]. 2015 Oct 6 [cited 2016 Feb 15]. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081005965008337> DOI:10.1016/B978-0-08-100596-5.00833-7.
6. Lietuvos respublikos žemės ūkio ministro įsakymas. Žemės ūkio ministro 1999 m. gegužės 20 d. įsakymo nr. 210 „Dėl privalomųjų kokybės reikalavimų patvirtinimo“ pakeitimo. Vilnius. Pakeitimas priimtas 2014 m. balandžio 30d. Nr. 3D – 243. Valstybės žinios, 2013-09-26, Nr. 101-5018: Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministerija; įsigalioja 2014 gegužės 1 d.
7. Deosarkar SS, Khedkar CD, Kalyankar SD, Sarode AR. Ice Cream: uses and method of manufacture. Encyclopedia of food and health [Internet]. 2015 Sep 18 [cited 2016 Feb 16]. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123849472003846> DOI:10.1016/B978-0-12-384947-2.00384-6.
8. Montgomery K. S, PhD, RN. Soy protein. J Perinat educ. 2003; 12(3): 42–45.
9. Friedeck KG, Aragul – Yuceer YK, Drake MA. Soy protein fortification of a low-fat dairy-based ice cream. Journal of food science [Internet]. 2006 Jul 20 [cited 2016 Feb 23]. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.2003.tb05784.x/abstract> DOI: 10.1111/j.1365-2621.2003.tb05784.x.
10. Exchange lists for meal planning. The American Diabetes Association/The American Dietetic Association [Internet]. 2002 [cited 2016 Feb 26]. Available from: <http://www.soyfoods.org/soy-products/soy-fact-sheets/soy-dairy-free-products>.
11. Karaman S, Kayacier A. Rheology of ice cream mix flavored with black tea or herbal teas and effect of flavoring on the sensory properties of ice cream. Food bioprocess technol. 2012; 5: 3159 - 3169 p. 235 - 240.

12. Nutritional composition. Soy foods have an excellent nutritional composition that make them fit well in a healthy and balanced diet [Internet] [cited 2016 Mar 24]. Available from: <http://www.ensa-eu.org/health/nutritional-components/>.

13. Lietuvos respublikos žemės ūkio ministro įsakymas. Žemės ūkio ministro 2003 m. liepos 23 d. įsakymo nr. V-455 Dėl Lietuvos higienos normos HN 24:2003 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“ patvirtinimo. Vilnius. Valstybės žinios, 2003-08-13, Nr. 79-3606 Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministerija; įsigalioja 2003 rugpjūčio 15 d.

14. Gudonis A. Pieno ir pieno produktų ekspertizė. Kaunas. Technologija; 2002.

15. Goff, Douglas H, Hartel, Richard W. Ice cream. 7th ed. Springer science New York; 2013.

16. Adapa S, Schmidt KA, Jeon IJ, Herald TJ, Flores RA. Mechanisms of ice crystallization and recrystallization in the ice cream [Internet]. 2014 Aug 6 [cited 2016 Jan 5]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/249075224_Mechanisms_of_ice_crystallization_and_rec_rystallization_in_ice_cream_A_review DOI: 10.1081/FRI-100100289.

17. Bahramparvar M, Mazaheri TM. Application and functions of stabilizers in ice cream [Internet]. 2011 Mar 3. [cited 2016 Feb 22]. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/87559129.2011.563399> DOI: 10.1080/87559129.2011.563399.

18. Marshall RT, Goff HD, Hartel RW. Ice cream. 6th ed. Springer science New York; 2003.

19. Asghar M, Akhtar N, Din A, Murtaza MA, Murtaza MS. Effect of non – nutritive sweeteners on ice cream quality [Internet]. 2015 Jul 9. [cited 2016 Feb 15]. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/279916901>.

20. Pourahmad R, Ahanian B. Production of cocoa flavored soymilk ice cream [Internet]. 2015 [cited 2016 Apr 9]. Available from: <http://waliaj.com/wp-content/2015/Special%20Issue%204,%202015/41%202015-31-S4-pp.242-248.pdf>.

21. Abdullah M, Saleem – ur – Rehman, Zubair H, Saeed HM, Kousar S, Shahid M. Effect of skim milk in soymilk blend on the quality of ice cream. Journal of nutrition. 2003; 2 (5): 305-311.

22. Arashdeep S, Usha B, Rajpreet KG. Effect of storage period on the physicochemical, sensory and microbiological quality of bakery flavoured ice cream. Journal of Engineering Research and Applications. 2014; 4(8) (Version 5):88-90.

23. Guzeler N, Kacar A, Keceli1 T, Say D. Effect of different stabilizers, emulsifiers and storage time on some properties of ice cream [Internet]. 2012 May [cited 2016 Feb 22]. Available from: <http://connection.ebscohost.com/c/articles/80213160/effect-different-stabilizers-emulsifiers-storage-time-some-properties-ice-cream>.

24. Guzeler N, Kacar A, Say D. Effect of milk powder, maltodextrin and ploydextrose use on physical and sensory properties of low calorie ice cream during storage [Internet]. 2011 Mar [cited

2016 Feb 22]. Available from: <http://connection.ebscohost.com/c/articles/80302709/effect-milk-powder-maltodextrin-polydextrose-use-physical-sensory-properties-low-calorie-ice-cream-during-storage>.

25. Murtaza AM, Huma N, Mueen – ud – Din G, Asim SM, Mahmood S. Effect of fat replacement by fig addition on ice cream quality. *Agri. Biol.* 2004; 6(1):68–70.

26. Paulauskienė A. Maisto chemija. Aleksandro Stulginskio universitetas. Kaunas; 2012.

27. Milk solids-not-fat. Food science [Internet]. 2014 [cited 2016 Mar 24]. Available from: <https://www.uoguelph.ca/foodscience/book-page/milk-solids-not-fat>.

28. Pandiyan C, Villi RA, Kumaresan G, Rajarajan G, Elango A. Effect of incorporation of whey protein concentrate on quality of ice cream. *Dairy science.* 2012; 8(4) 189-193.

29. Buyck JR., Baer RJ., Choi J. Effect of storage temperature on quality of light and full-fat ice cream. *J. Dairy sci.* 2011; 94(5):2213–9.

30. Smith KW. Specialty oils and fats in food and nutrition. Properties, processing and applications [Internet]. 2015 [cited 2016 Mar 26]. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781782423768000119> DOI:10.1016/B978-1-78242-376-8.00011-9.

31. Livingstone KM. 14 – Authorised EU health claims for the replacement of saturated fats [Internet]. 2014 [cited 2016 Mar 26]. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780857098429500145> DOI:10.1533/9780857098481.4.298.

32. Kilara A, Ramesh C, Chandan RC. Ice cream and frozen desserts. West Sacramento: handbook of food products manufacturing; 2006. p.593 – 633.

33. Mullan WMA. Goldilocks ice cream [Internet]. 2013 [cited 2016 Feb 21]. Available from: <https://www.dairyscience.info/index.php/ice-cream/228-ice-cream-hardness.html>.

34. Keyur CP, Vikas JL, Dilip S. Thermal optimization of an ice cream hardening process. *Procedia Engineering.* 2013; 51:650–654.

35. Goff HD. Ice cream and desserts. Ice cream and frozen desserts: manufacture. *Encyclopedia of dairy sciences.* 2nd ed. Academic press; 2011. p. 899-904.

36. Įmonės standartas. Valgomųjų ledų gamybos technologinė instrukcija. Įmonės standarto žymuo ĮST 214403880 – 02 : 2012.

37. Lietuvos respublikos maisto įstatymas. 2000 m. balandžio 4 d. Nr. VIII-1608. Vilnius. Valstybės žinios, 2000-04-19, Nr. 32-893 Lietuvos Respublikos Seimas; įsigalioja 2000 liepos 1 d.

38. Lietuvos respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas. Sveikatos ministro 2014 m. lapkričio 24 d. įsakymo nr. V-1213 Dėl Lietuvos higienos normos HN 119:2002 „Maisto produktų

ženklinimas“ tvirtinimo pakeitimo. Vilnius. TAR, 2014-11-28, Nr. 18125 Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerija; įsigalioja 2014 gruodžio 13 d.

39. Leducq D, Ndoye FT, Alvarez G. Phase change material for the thermal protection of ice cream during storage and transportation. *International journal of refrigeration* [Internet]. 2014 [cited 2016 Mar 2]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/265170841_Phase_change_material_for_the_thermal_protection_of_ice_cream_during_storage_and_transportation DOI: 10.1016/j.ijrefrig.2014.08.012.

40. Sadevič M, Christauskienė D. Ledai – atgaivina karštą vasaros dieną. *Žurnalas „Sveikas žmogus“* [elektroninis išteklius]. 2008 [žiūrėta 2016 vasario 29 d.]. Prieiga per internetą: http://www.sveikaszmogus.lt/Atostogos-811-Ledai_atgaiva_karsta_vasaros_diena.

41. Masteikienė R. Maisto produktų mikrobiologija. KTU Kaunas; 2006.

42. Defects in ice cream – flavour, body and texture [Internet]. 2012 [cited 2016 Mar 26]. Available from: <http://ecoursesonline.iasri.res.in/mod/page/view.php?id=147779>.

43. Roos YH. Glass transition temperature and its relevance in food processing. *Food science and technology*. 2010; 1: 469-496.

44. Pinzer B, Medebach A, Limbach HJ, Dubois C, Stampanoni M, Schneebeli M. 3D-characterization of three-phase systems using X-ray tomography: tracking the microstructural evolution in ice cream [Internet]. 2014 Feb 20 [cited 2016 Mar 28]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/255765545_3D-characterization_of_three-phase_systems_using_X-ray_tomography_Tracking_the_microstructural_evolution_in_ice_cream DOI: 10.1039/C2SM00034B.

45. Hui YH, editor. *Handbook of food science, technology, and engineering*. 4 volume. New York: CRC press; 2006. p. 154-33.

46. Kambamanoli-Dimou A. Ice cream: microbiology. *Encyclopedia of food microbiology*. 2014; 2:235-240.

47. Lua J, Puaa XH, Liuc CT, Changd CL, Chenga KC. The implementation of HACCP management system in a chocolate ice cream plant. *Journal of food and drug analysis*. 2014; 22(3): 391–398.

48. Kokkinakis EN, Fragkiadakis GA, Ioakeimidi SH, Giankoulof IB, Kokkinaki AN. Microbiological quality of ice cream after HACCP. Implementation: a factory case study. *Food Sci*. 2008; 26(5): 383–391.

49. Lietuvos respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas. Sveikatos apsaugos ministro 2005 m. rugsėjo 1 d. įsakymo nr. V-675 Dėl Lietuvos higienos normos HN 15:2005 „Maisto higiena“ patvirtinimo. Vilnius. Valstybės žinios, 2005-09-10, Nr. 110-4023 Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerija; įsigalioja 2006 sausio 1 d.

50. Tsevdou M, Gogou E, Dermesonluoglu E, Taoukis P. Modelling the effect of storage temperature on the viscoelastic properties and quality of ice cream. *Journal of food engineering* [Internet]. 2015 Mar [cited 2016 Jan 4]. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877414002921>
DOI:10.1016/j.jfoodeng.2014.07.002.