



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

Laura Tamkutė

**LIOFILIZUOTŲ DARŽOVIŲ SULČIŲ ĮTAKA MĖSOS
GAMINIŲ SAVYBĖMS**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Doc. dr. Rimantė Vinauskienė

KAUNAS, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

**LIOFILIZUOTŲ DARŽOVIŲ SULČIŲ ĮTAKA MĖSOS
GAMINIŲ SAVYBĖMS**

Baigiamasis magistro projektas

Maisto mokslas ir sauga (kodas 621E40001)

Vadovas

(parašas) Doc. dr. Rimantė Vinauskienė
(data)

Recenzentas

(parašas) Lekt. Ina Jasutienė
(data)

Projektą atliko

(parašas) Laura Tamkutė
(data)

KAUNAS, 2016



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Cheminės technologijos

(Fakultetas)

Laura Tamkutė

(Studento vardas, pavardė)

Maisto mokslas ir sauga (kodas 621E40001)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Liofilizuotų daržovių sulčių įtaka mėsos gaminių savybėms“

AKADEMINIO SĄŽININGUMO DEKLARACIJA

20 16 m. Gegužės 27 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Lauros Tamkutės**, baigiamasis projektas tema „Liofilizuotų daržovių sulčių įtaka mėsos gaminių savybėms“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Turinys

Ivadas	9
Sutrumpinimai	11
1. Literatūros analizė	12
1.1. Salierų bei pastarnokų charakteristikos	12
1.2. Nitratų pasisavinimas bei kaupimas daržovėse, jų kiekio nustatymo metodai bei panaudojimo galimybės.....	14
1.3. Daržovių produktai ir jų kokybė.....	15
1.4. Startinių kultūrų (pienarūgščių bakterijų ir stafilokokų) ir daržovių panaudojimas mėsos produktų gamybai	17
1.5. Mėsos pigmentai ir jų pokyčiams, turintys įtakos veiksniai.....	20
1.5.1. Šviežios mėsos spalvą lemiantys veiksniai	20
1.5.2. Mėsos gaminių spalvą lemiantys veiksniai	21
1.6. Tekstūra ir jai turintys įtakos veiksniai.....	23
1.7. Skonio ir aromato susiformavimas mėsos produktuose	24
1.8. pH ir vandens aktyvumo įtaka saugių mėsos produktų gamybai	25
2. Tyrimo objektai ir metodai.....	26
2.1. Tyrimo objektų paruošimo metodai	26
2.1.1. Daržovių sulčių liofilizacija	26
2.1.2. Liofilizuotų daržovių sulčių fermentacija	26
2.1.3. Mėsos bandinių fermentacija.....	26
2.1.4. Šaltai rūkytų dešrų fermentacija	27
2.1.5. Virti mėsos gaminiai.....	27
2.2. Tyrimo metodai	28
2.2.1. Cheminės sudėties nustatymo metodai.....	28
2.2.2. Nitratų ir nitritų kiekio pokyčių įvertinimo metodai	28
2.2.3. Mėsos pigmentų formų nustatymo metodai	30
2.2.4. Tekstūros savybių nustatymo metodai	31
2.2.5. Mikroorganizmų nustatymo metodai	31
2.2.6. Pieno bei glutamo rūgščių nustatymo metodai.....	32
2.2.7. Cukrų nustatymas HPLC metodu	32
2.2.8. Statistinė analizė	33
3. Darbo rezultatai ir jų aptarimas	34
3.1. Liofilizuotų daržovių sulčių cheminė sudėtis, energetinė vertė, nitratų ir rauginamų cukrų kiekis.....	34
3.2. Liofilizuotų daržovių sulčių fermentacija.....	35
3.2.1. pH pokytis liofilizuotų daržovių sulčių fermentacijos metu	35
3.2.2. Nitratų kiekio pokytis liofilizuotų daržovių sulčių fermentacijos metu	36

3.2.3. Nitritų kiekio pokytis liofilizuotų daržovių sulčių fermentacijos metu.....	38
3.2.4. Pieno rūgšties pokytis liofilizuotų daržovių sulčių fermentacijos metu.....	38
3.2.5. Glutamo rūgšties pokytis liofilizuotų daržovių sulčių fermentacijos metu.....	40
3.3. Modelinių mėsos bandinių ir šaltai rūkytų dešrų fermentacija.....	41
3.3.1. pH pokyčiai modelinių mėsos bandinių ir šaltai rūkytų dešrų fermentacijos metu.....	41
3.3.2. Pigmentų kiekio pokyčiai modelinių mėsos bandinių ir šaltai rūkytų dešrų fermentacijos metu.....	43
3.3.3. Spalvos pokytis modelinių mėsos bandinių ir šaltai rūkytų dešrų fermentacijos metu.....	53
3.3.4. Mikroorganizmų kiekio pokyčiai modelinių mėsos bandinių ir šaltai rūkytų dešrų fermentacijos metu.....	57
3.3.5. Glutamo rūgšties pokytis modelinių mėsos bandinių ir šaltai rūkytų dešrų fermentacijos metu.....	62
3.3.6. Pieno rūgšties pokytis modelinių mėsos bandinių ir šaltai rūkytų dešrų fermentacijos metu.....	64
3.3.7. Nitratų ir nitritų pokytis modelinių mėsos bandinių ir šaltai rūkytų dešrų fermentacijos metu.....	66
3.3.8. Tekstūros pokyčiai modelinių mėsos bandinių fermentacijos metu.....	70
3.3.9. Šaltai rūkytų dešrų tekstūros profilio analizė (TPA).....	72
3.3.10. Svorio pokyčiai šaltai rūkytose dešrose.....	73
3.3.11. Vandens aktyvumo (a_w) pokytis šaltai rūkytose dešrose.....	74
3.3.12. Šaltai rūkytų dešrų cheminė sudėtis.....	74
3.4. Liofilizuotų salierų sulčių ir startinių kultūrų įtaka virtų mėsos gaminių technologinių ir cheminių savybių pokyčiams.....	75
3.4.1. pH pokytis virtų mėsos produktų gamybos metu.....	75
3.4.2. Spalvos pokyčiai virtuose mėsos gaminiuose.....	76
3.4.3. Pigmentų kiekio pokytis virtuose mėsos gaminiuose.....	77
3.4.4. Nitratų ir nitritų kiekis virtuose mėsos gaminiuose.....	78
3.4.5. Žaliavos ir virtų mėsos gaminių cheminė sudėtis.....	79
Išvados.....	80
Literatūros sąrašas.....	83
PRIEDAI.....	91

Tamkutė, Laura. Liofilizuotų daržovių sulčių įtaka mėsos gaminių savybėms. *Magistro baigiamasis projektas / vadovas* doc. dr. Rimantė Vinauskienė; Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: Technologijos mokslai, Maisto technologijos

Reikšminiai žodžiai: liofilizuotos daržovių sultys, pigmentai, mėsos produktai

Kaunas, 2016. 92 p.

SANTRAUKA

Visuomenė vis daugiau dėmesio skiria sveikiems maisto produktams, todėl ieškoma alternatyvų sintetiniams konservantams pakeisti. Nustatyta, kad viena iš tokių alternatyvų sintetiniam nitritui pakeisti – daržovių produktai, sukaupiantys nemažą nitratų kiekį. Todėl tyrimams pasirinktos šakniavaisinių salierų ir pastarnokų sultys, kurios savo sudėtyje turi redukuojamų cukrų, nitratų, vitaminų ir biologiškai aktyvių junginių.

Po liofilizacijos salierų ir pastarnokų sultyse cheminės sudėties komponentų kiekis susikonscentravo nuo 3 iki 10 kartų, o nitratų koncentracija liofilizuotose salierų sultyse (6876,71 mg/kg) buvo daugiau nei 10 kartų didesnė nei sublimuotose pastarnokų sultyse (636,53 mg/kg), kai redukuojamų cukrų kiekis abiem atvejais nustatytas labai panašus: liofilizuotose salierų sultyse – 1,002 g/l, o liofilizuotose pastarnokų sultyse – 1,012 g/l.

Liofilizuotų daržovių sulčių fermentacijos metu mažiausios pH (nuo 4,35 iki 4,58), bet didžiausios pieno rūgšties (nuo 507,28 iki 911,2 mg/100g) vertės gautos bandiniuose su *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* startinių kultūrų mišiniu. Didžiausias liekamojo nitratų ir nitritų kiekio pokytis nustatytas bandiniuose su *St. carnosus*, kur liekamasis nitratų kiekis sumažėjo nuo 24 iki 42 %, o liekamasis nitritų kiekis išaugo beveik 57 %, lyginant su pradiniu kiekiu. Daugiausiai laisvos glutamo rūgšties susidarė liofilizuotose salierų sultyse su startinių kultūrų mišiniu (62,07 mg/100g).

Modeliniuose mėsos bandiniuose su liofilizuotomis salierų sultimis pH (4,99 – 5,09), liekamasis nitratų (108,39 mg/kg) ir nitritų (66,84 mg/kg) kiekis buvo mažesnis, bet susidarė daugiau pieno (226,83 – 261,17 mg/100 g) ir glutamo (113,57 – 137,57 mg/100g) rūgščių nei kontroliniuose bandiniuose. Visuose mėsos bandiniuose stafilokokų, koliforminių ir pienarūgščių bakterijų skaičius buvo labai panašus. Kontroliniai (16,51 – 16,63) bandiniai, nepriklausomai nuo naudojamų startinių kultūrų, buvo raudonesni nei tiriamieji (9,07 – 13,47) su liofilizuotomis salierų sultimis. Nustatyta, kad mėsos bandiniuose su *Staphylococcus spp.* startinėmis kultūromis buvo didesnis nitrozo pigmentų (19,72 – 30,25 ppm) ir nitrozomioglobino (31,67 – 102,68 g/100g) kiekis.

Visose tiriamosiose dešrose su liofilizuotų salierų sulčių priedu pasiektos pH (5,04 – 5,15), pieno rūgšties (846,39 – 994,44 mg/100g) ir vandens aktyvumo (0,854 – 0,859) vertės užtikrino mikrobiologinę saugą. Šiose dešrose nustatytas didesnis nitrozo pigmentų (12,47 – 27,12 ppm) ir nitrozomioglobino (7,07 – 23,53 g/100g) kiekis, jos taip pat buvo kietesnės (119,17 – 122,71 N) nei kontrolinės, tačiau pastarosios buvo raudonesnės. Visose šaltai rūkytose dešrose stafilokokų, pienarūgščių ir koliforminių bakterijų kiekis buvo panašus, nepriklausomai nuo naudojamų startinių kultūrų. Daugiausiai laisvos glutamo rūgšties (226mg/100g) susidarė tiriamosiose dešrose su

liofilizuotomis salierų sultimis ir *St. xylosus*. Visuose bandiniuose su šiomis kultūromis nustatytas mažesnis liekamasis nitratų (7,58 – 36,13 mg/kg) ir nitritų (3,85 – 9,64 mg/kg) kiekis.

Nustatyta, kad virtuose mėsos gaminiuose su liofilizuotomis salierų sultimis ir *St. carnosus* buvo kiek mažesnis rausvumas (9,48), liekamasis nitratų (97,03 mg/kg) ir nitritų (26,88 mg/kg) kiekis, bet didžiausias pH (6,23) lyginant su kontroliniais gaminiais.

Reikšmingų skirtumų tarp cheminės sudėties komponentų virtuose mėsos gaminiuose bei šaltai rūkytose dešrose nenustatyta.

Tamkutė, Laura. *Effect of Freeze-Dried Vegetable Juice on the Properties of Meat Products*: Master's thesis in Food Science and Safety / supervisor assoc. prof. Rimantė Vinauskienė. The Faculty of Chemical Technology, Kaunas University of Technology.

Research area and field: Technological Sciences, Food Technology

Key words: freeze – dried vegetable juice, pigments, meat products

Kaunas, 2016. 92 p.

SUMMARY

In today's fast moving world, society pays more and more attention to healthy foods, and that causes seeking for alternatives to synthetic preservatives. Vegetables are one of such alternatives, because they can accumulate a big amount of nitrate. Since celeriac and parsnip juice contains reducible sugars, nitrate, vitamins and biologically active compounds, they were selected for investigation/analysis in this work.

After lyophilisation in celeriac and parsnip juice, content of components of chemical composition were concentrated from 3 to 10 times, nitrate concentration of lyophilized celery juice (6876.71 mg/kg) was more than 10 times higher than the sublimated parsnip juice (636.53 mg/kg). Content of reducible sugars was similar in both cases, i.e. lyophilized celery juice contained 1.002 g/l, while lyophilized parsnip juice contained 1.012 g/l.

During fermentation, pH values of lyophilized vegetable juice were the lowest (from 4.35 to 4.58), but the largest lactic acid (from 507.28 to 911.2 mg/100g) values were obtained using *St. xylosus* and *P. pentosaceus* starting cultures mixture. The maximal change in residual content of nitrate and nitrite was determined in the samples with *St. carnosus*, where the residual content of nitrate decreased from 24 to 42 %, while the residual nitrite level increased by almost 57 %, compared to the initial values. The greatest amount of free glutamic acid was formed in lyophilized celery juice with a mixture of starting cultures (62.07 mg/100g).

In meat batter samples, containing lyophilized celery juice, pH varied from 4.99 to 5.09, residual nitrate (108.39 mg / kg) and nitrite (66.84 mg / kg) content was lower, but more lactic (226.83 – 261.17 mg / 100 g) and glutamic (113.57 – 137.57 mg / 100 g) acid formed than in the control samples. The amount of staphylococci, coliform and lactic acid bacteria was very similar in all meat samples. Control samples (16,51 – 16,63), irrespective of the applied starting cultures, were redder than the test samples containing freeze-dried celery juice (9.07 – 13.47). It was determined that content of nitroso pigments (19.72 to 30.25 ppm) and nitrosomyoglobin (31.67 to 102.68 g / 100g) was higher in the meat batters, containing *Staphylococcus spp.* as a starting culture.

In all investigated sausages with added freeze-dried celery juice, the values of reached pH (5.04 to 5.15), lactic acid (846.39 to 994.44 mg / 100g) and water activity (0.854 to 0.859) ensured microbiological safety. The content of nitroso pigments (12.47 to 27.12 ppm) and nitrosomyoglobin (7.07 to 23.53 g / 100g) was greater in these sausages. They were also harder (119.17 to 122.71 N) than the control samples, but the latter ones were redder. The level of staphylococci, lactic and

coliform bacteria was similar in all cold-smoked sausages despite the used starting cultures. Most of free glutamic acid (226mg / 100g) was formed in the sausages containing lyophilized celery juice and *St. xylosus*. The content of residual nitrate (7.58 to 36.13 mg / kg) and nitrite (3.85 to 9.64 mg / kg) was lower in all samples possessing this culture.

It was determined that, compared to the control products, the cooked meat products, with added freeze-dried celery juice and *St. carnosus*, were less intensive in red (9.48), and contained less residual nitrate (97.03 mg / kg) and nitrite (26.88 mg / kg), but pH level was the highest (6.23).

No significant differences between chemical composition of the components of cooked meat products and cold-smoked sausages were found.

Ivadas

Senovės graikai ir romėnai galvojo, kad akmens druska žuvies bei mėsos konservavimo metu suteikia produktams rausvą spalvą. Vėliau įrodyta, jog spalvos susidarymui įtakos turėjo druskoje esančios nitrato priemonės, kurios įterpiamos į mėsos matricą ir dėl pomirtinio mėsos raumenų redukcijos aktyvumo, redukuojamos iki nitritų, kurie ir yra atsakingi už jos susiformavimą [1]. Todėl šiais laikais gaminant mėsos produktus be druskos papildomai dedama nitritų, kurie svarbūs formuojant gaminių skonį, spalvą, pasižymi antimikrobinėmis (ypač prieš *Cl. Botulinum*) ir antioksidacinėmis savybėmis [2], nepriklausomai nuo to ar jie tiesiogiai įdedami ar susidaro iš nitrato dėl nitratredukuojančių bakterijų veiklos. Dažniausiai mėsos pramonėje naudojamos *Staphylococcus spp.* startinės kultūros, pasižyminčios nitrato ir nitritų redukciniu aktyvumu [2]. Nitritai reaguodami su antriniais ar tretiniais aminais gali sudaryti kancerogeninius nitrozaminus, turinčius neigiamos įtakos žmonių sveikatai, dėl šios priežasties mėsos produktų gamybai naudojamų nitrato ir nitritų kiekis labai griežtai ribojamas.

Šiuolaikinė visuomenė vis labiau rūpinasi savo sveikata, todėl pageidauja sveikesnių produktų, kurie būtų gaminami be cheminių konservantų, tačiau pagaminus mėsos gaminius be nitritų, jie vartotojams nepatiko [3]. Alternatyva sintetiniams nitrato ar nitritams pakeisti – daržovių produktai. Šakniavaisiai salierai savo sudėtyje sukaupia nemažai nitrato, vitaminų, mineralinių medžiagų, pasižymi antimikrobinėmis bei antioksidacinėmis savybėmis [4]. Lapkotinių salierų koncentratai kartu su nitratredukuojančiomis bakterijomis naudojami mėsos pramonėje, siekiant pakeisti sintetinius konservantus ir užtikrinti gaminamų produktų saugą [5]. Šakniavaisiuose pastarnokuose randama mineralinių medžiagų, vitaminų, biologiškai aktyvių junginių, tačiau mažai nitrato, nors literatūroje pateikiama, kad 40 – 50 mg/kg nitrito suteikia produktams gana stabilią spalvą ir paprastai laikoma pakankamu kiekiu [6].

Literatūroje nemažai pateikiama informacijos apie pačius šakniavaisius salierus ir pastarnokus, tačiau visiškai nerasta duomenų apie šių daržovių sulčių fermentaciją bei apie liofilizuotų salierų sulčių panaudojimą mėsos bandinių ir šaltai rūkytų dešrų fermentacijai, virtų mėsos gaminių gamybai. Dėl šios priežasties pasirinkta tirti šių daržovių panaudojimą mėsos produktų gamybai.

Tiriamąjo darbo tikslas. Įvertinti daržovių produktų, t. y. liofilizuotų salierų ir pastarnokų sulčių charakteristikas bei panaudojimo galimybes mėsos produktų gamybai, kurie būtų saugūs ir kokybiški.

Darbo uždaviniai:

1. Nustatyti liofilizuotų salierų ir pastarnokų sulčių pagrindinių cheminės sudėties komponentų, taip pat nitrato ir rauginamų cukrų kiekį bei apskaičiuoti energetinę vertę.
2. Įvertinti startinių kultūrų (*St. carnosus*, *St. xylosus* bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* mišinio) įtaką liofilizuotų salierų ir pastarnokų sulčių fermentavimui.

3. Nustatyti liofilizuotų salierų sulčių priedo ir skirtingų startinių kultūrų įtaką modelinių mėsos bandinių bei šaltai rūkytų dešrų technologinėms, mikrobiologinėms ir tekstūros savybėms bei mėsos spalvą formuojančių pigmentų pokyčiams.

4. Nustatyti liofilizuotų salierų sulčių priedo ir startinių kultūrų (*St. carnosus*) įtaką virtų gaminių technologinėms savybėms, cheminės sudėties komponentų kiekiui bei mėsos spalvą formuojantiems pigmentams.

Sutrumpinimai

AS – anaerobinės sąlygos

MetMb – metmioglobinas

Mb – mioglobinas

MbO₂ – oksimioglobinas

PAN – pusiau anaerobinės sąlygos

SM – sausosios medžiagos

TPA – tekstūros profilio analizė

1. Literatūros analizė

1.1. Salierų bei pastarnokų charakteristikos

Šiuolaikinė visuomenė vis daugiau dėmesio skiria sveikų maisto produktų vartojimui, kurie būtų geros kokybės ir savo sudėtyje turėtų, kuo mažiau sintetinių maisto priedų. Dažniausiai naudojamas sintetinis komponentas mėsos pramonėje yra nitritinė druska, kuri gaminiams suteikia patrauklią (rausvą) spalvą, pasižymi antimikrobinėmis bei konservuojančiomis savybėmis. Tokioms savybėms suteikti gali būti naudojamos tokios daržovės kaip: špinatai, porai, spanguolės ar vyšnios, šakniavaisiai ar lapkotiniai salierai [7]. Šių daržovių panaudojimas mėsos produktų gamyboje yra priimtinas, ne tik todėl, kad jos gali sukaupti didelį nitratų kiekį, reikalingą suteikti anksčiau minėtas savybes, bet taip pat pasižymi švelniu skoniu, kuris galutiniam mėsos produktui nesuteikia „daržovių“ prieskonio [8]. Kartu su natūraliu nitratų šaltiniu naudojamos startinės kultūros, skaidančios nitratus iki nitritų, kurie toliau dalyvauja spalvos formavimo procesuose. Šių bakterijų veiklos produktai taip pat prisideda suformuojant pageidaujamą gaminio aromatą ir skonį.

Šakniavaisių salierų, priklausančių salierinių (*Apiaceae*) šeimos *Apium* genčiai, kokybę galima įvertinti, remiantis vizualinėmis bei fizinėmis jų savybėmis. Pagrindiniai salierų šaknų kokybės rodikliai yra spalva (vidus balšvas), išorės ir vidaus tuštumas, kietumas, jautrumas virimui, purpurinės dėmės, įvairūs žievelės pažeidimai ir įtrūkimai [9]. Remiantis H. J. Gold ir C. W. Wilson (1963) atliktais tyrimais paaiškėjo, kad terpenai ir ftalidai prisideda prie salierų kvapo susiformavimo, tačiau būtent ftalidų svarba nulemiant aromatą yra ženkliai didesnė nei terpenų [10].

Įvairiuose literatūros šaltiniuose pateikiamas šių daržovių cheminės sudėties komponentų kiekis varijuoja plačiose ribose, to priežastimi gali būti veislė, auginimo sąlygos bei įvairūs aplinkos veiksniai. Nustatyta cheminė sudėtis parodė, kad 100 g žalių salierų sukaupia 89 % vandens, 1,5 – 1,6 % baltymų, 0,5 % riebalų, 4,6 – 7,4 % angliavandenių. Šiose daržovėse gausu įvairių mineralinių medžiagų, iš kurių daugiausia sukaupiama K (320 – 490 mg/100g), Na (77 mg/100g), P (80 – 94 mg/100g) ir Ca (68 – 74 mg/100g). Salieruose taip pat galima rasti riebaluose ir vandenyje tirpių vitaminų, iš kurių gausiausiai randama vitamino C (10 – 11 mg/100g), E (0,8 – 2,6 mg/100g), folio rūgšties (7 mg/100g) ir PP (0,3 mg/100g). 100 g energinė vertė siekia 29 kcal arba 122 kJ [9,11].

Remiantis USDA (United States Department of Agriculture) duomenimis džiovintų salierų cheminė sudėtis būtų tokia: vandens juose yra 9 %, angliavandenių – 63,7 % (skaidulinių medžiagų – 27,8 %, cukrinių medžiagų – 35,9 %), riebalų – 2,1 %. Salieruose gausu mineralinių medžiagų (Ca – 0,587 %, Fe – 0,0078 %, Mg – 0,196 %, P – 0,402 %, K – 4,387 %, Na – 1,435 %) ir vitaminų (vit. C – 0,0865 %, vit. E – 0,0055 %, vit. K – 0,584 %). 100 g energinė vertė – 319 kcal [12].

Alaa Eldin kartu su kitais mokslininkais (2011) tyrė *Giant Smooth Prague* ir *Brilliant* šakniavaisių salierų veisles ir nustatė, kad vėlesnio derliaus augalai turi didesnę cukrų kiekį. Taip pat padarė išvadą, kad didesniajam cukraus kiekiui augale turi įtakos ne tik vėlesnė augalo vegetacija, tačiau ir augalo veislė. Šio tyrimo metu nustatyta, kad *Giant Smooth Prague* (22,6 %) veislės salieruose bendras cukraus kiekis buvo didesnis nei *Brilliant* (20,5 %) veislėje [13].

Pastarnokas (*Pastinaca sativa*) tai dvimetė, kartais daugiametė daržovė, priklausanti salierinių (*Apiaceae*) šeimos augalų genčiai. Šių šakniavaisių minkštimas pasižymi specifiniu kvapu, kurį nulemia eterinis aliejus savo sudėtyje turintis sieros. Šiose daržovėse gausu lengvai pasisavinamų angliavandenių (fruktozės, manozės, galaktozės, ramnozės), pektinų, ląstelienos, krakmolo, mineralinių medžiagų (Ca, P, K, Na, Fe, S, Cl), vitaminų, tačiau nedaug karoteno ir organinių rūgščių (yra urono rūgšties) [11].

Įvairiuose šaltiniuose pateikiama kiek skirtinga pastarnokų cheminė sudėtis, tokius skirtumus gali nulemti veislė, aplinkos sąlygos bei auginimo veiksniai. Literatūros duomenimis 100 g žalių pastarnokų yra apie 79,3 – 80,9 % vandens, 10 – 12,5 % angliavandenių, iš kurių krakmolas sudaro 6,2 %, o cukrus 5,7 %, 0,6 – 1,1 % riebalų ir 1,6 – 1,8 % baltymų. Šiose daržovėse randama mineralinių medžiagų, iš kurių daugiausiai K (342 – 450 mg/100g), P (73 – 74 mg/100g), Cl (49 mg/100g), Ca (41 – 57 mg/100g), vitaminų: C (17mg/ 100g) ir folio rūgšties (87 mg/100g) bei apie 20 mg karoteno. 100g daržovių energetinė vertė yra 64 kcal arba 271 kJ [9, 11].

Glutamo rūgštis (E 620), natūrali amino rūgštis (baltymų sudėtinė dalis), randama daugelyje maisto produktų. Ji gali būti išskiriama iš daržovių baltymų, pvz.: glitimo ar sojų baltymų bei gaunama pramoniniu būdu vykstant melasos bakterinei fermentacijai. Manoma, kad šios rūgšties kiekiui daržovėse turi įtakos jų auginimo sąlygos bei augalo savybė asimiliuoti azotą, nes esant didesniai azoto kiekiui trąšose, didėja glutamo rūgšties kiekis. Šios rūgšties žaliose salierų šaknyse randama nuo 90 mg/100g [14] iki 400 mg/100g [15], kai žaliuose pastarnokuose ji sudaro apie 200 mg/100g produkto [16], tai galima paaiškinti tuo, kad salierai labiau linkę kaupti azotą. Virtuose ir išdžiovintuose salieruose glutamo rūgšties kiekis išauga iki 1189 mg/150g produkto [17]. Pati glutamo rūgštis ir glutamatai sustiprina daugelį kitų skonių, tuo pačiu sumažindami druskos poreikį mėsos produktuose, tačiau tiek pačios rūgšties, tiek jos druskų naudojimas yra ribojamas ir Europos sąjungos komisijos reglamente (ES) Nr. 1129/2011 C dalies 1 grupėje nurodoma, kad mononatrio glutamato gali būti naudojama iki 10 g/kg (atskirai arba mišinyje, išreikšta glutamo rūgštimi) [18].

Mokslininkų atlikti tyrimai parodė, kad daržovės ir vaisiai geba kaupti junginius, kurie turi įtakos sveikatai, o jiems patekus į žmonių organizmą gali sumažėti rizika susirgti tam tikromis ligomis. Šiems junginiams priskiriami antioksidacinėmis savybėmis pasižymintys junginiai: fenoliniai junginiai, vitaminas C ir vitaminas E. Manoma, kad karotenas yra veiksmingas antioksidantas, kuris pats savaime arba kartu su vitaminu C, vitaminu E ar seleno gali apsaugoti ląsteles bei audinius nuo laisvųjų radikalų. Fenoliniai junginiai taip pat vaidina svarbų vaidmenį, nes stabilizuoja lipidų peroksidaciją ir slopina įvairius peroksidacinius fermentus [19].

Tiriant šakniavaisius salierus nustatyta, kad bendras fenolinių junginių kiekis juose siekia 8,2 – 13,6 mg/g, o flavonoidų yra tarp 1 – 4,8 mg/g. Išsamesni tyrimai atskleidė, kad salieruose yra antrinių metabolitų, priklausančių skirtingoms struktūrinėms grupėms, tai būtų flavonoidai (apigeninas, kvercetas), fenolio rūgštys (kofeinas ir jo dariniai), ftalidai, taninai, steroidai, eteriniai aliejai, terpenoidai ir saponinai. Tarp jų svarbiausios biologiškai aktyvios sudedamosios dalys yra flavonoidai, fenolio rūgštys ir kumarinas [20]. Pagrindiniai salierų šaknyse randami flavonoidai yra

apigeninas (2,4 mg/100g) ir kvercetas (0,18 mg/100g) [21]. Šios daržovės taip pat kaupia poliacetilenus, kurie susidaro kaip daržovių streso padarinys. Iš šių junginių grupės daugiausiai randama falkarinolio (22,37 – 25,34 mg/ 100g sausosios medžiagos (SM)) ir falkarindiolio (10,13 – 12,55 mg/ 100g SM). Manoma, kad biologiškai aktyvūs poliacetilenai papildo naudingas salierų savybes. Švieži pastarnokai taip pat linkę kaupti poliacetilenus (falkarinolį ir falkarindiolį).

Daugelio daržovių sudėtyje galima aptikti natūralią askorbo rūgštį, kitaip vadinamą vitaminą C, pasižymintį antioksidacinėmis savybėmis. Salieruose šio vitamino sukaupiama 10 – 11 mg/100g, o pastarnokuose šis kiekis yra šiek tiek didesnis 17 mg/100g produkto [9, 11]. Pramoniniu būdu askorbo rūgštis (E 300) sintetinama bakterijomis fermentuojant gliukozę, vykstant cheminės oksidacijos reakcijai. Taip pagaminta rūgštis mėsos produktų gamyboje prailgina galiojimo terminą, apsaugo nuo riebalų apkartimo ir spalvos pokyčių, kuriuos lemia oro deguonis, sumažina pH vertę ir baltymų gebėjimą surišti ir išlaikyti vandenį [22]. Pagal Europos sąjungos komisijos reglamento (ES) Nr. 1129/2011 II priedą, gaminant mėsos produktus askorbo rūgšties galima naudoti remiantis *quantum satis* principu (didžiausias leistinas kiekis nėra nurodytas didžiausiu skaičiumi, o išreikštas leistinu maisto priedo kiekiu) [18].

Salierai pasižymi gydomosiomis savybėmis, kurias nulemia jų sudėtyje esantys flavonoidai: apiinas ir apigeninas. Šių daržovių eteriniai aliejai turi antimikrobinį bei antigrybelinių savybių [23]. Salierų ekstraktai: vandeniniai, chloroformo, heksano, metanoliniai pasižymi skirtingu antibakteriniu aktyvumu prieš tokius mikroorganizmus kaip: *E. coli*, *B. subtilis*, *Sh. flexneri*, *St. aureus*, *P. aeruginosa*, *S. Typhi*. Gauti rezultatai parodė, kad metanolinių ekstraktų antibakterinis aktyvumas buvo stipriausias, todėl paveikus juo, nuslopintas visų tirtų mikroorganizmų augimas. Lapkotinių ir šakniavaisių salierų ekstraktai pasižymi antigrybelinėmis savybėmis prieš tokius mikroskopinius grybus kaip: *Tri. longifuss*, *C. albicans*, *A. flavus*, *Mi. canis*, *F. solani* ir *C. glabrata*. Tyrimas parodė, kad metanolinis ekstraktas efektyviausias buvo prieš *Tri. longifuss* ir *Mi. canis* padermes [24].

1.2. Nitratų pasisavinimas bei kaupimas daržovėse, jų kiekio nustatymo metodai bei panaudojimo galimybės

Nitratai – tai azoto junginiai, susidarantys dirvožemyje nitrifikacijos proceso metu bei mineralizuojantis organiniams junginiams, turintiems azoto. Šios azotinės medžiagos itin tirpios vandenyje ir yra būtinos augalų mitybai bei funkcionavimui, todėl daržovės jas aktyviai pasisavina iš dirvožemio ir gali sukaupti pakankamai didelį jų kiekį. Pagal tai jos gali būti klasifikuojamos į labai didelį, didelį, vidutinį ir mažą kiekį kaupiančias daržoves. Didžiausias nitratų kiekis augaluose yra sukaupiamas lapuose, kiek mažiau – sėklose ar šakniagumbiuose. Nitratų kiekio pokyčius tose pačiose daržovėse gali nulemti sezonas, šviesos kiekis, temperatūra, auginimo ir laikymo sąlygos. Kuo šaltesnis sezonas, mažiau saulės spindulių ir trumpesnė diena – tuo daugiau augalai sukaupia azoto. Be to, nitratų kaupimas daržovėse priklauso ir nuo naudojamų trąšų kiekio, jų sudėties bei kitų

veiksnių [25]. Pagal sukaupiamą nitratų kiekį šakniniai salierai priskiriami prie didelį (1000 – 2800 mg/kg) [8], o pastarnokai prie mažą (83 mg/kg) kiekį galinčių sukaupiti daržovių [26].

Daržovėse nitratų kiekį galima nustatyti naudojant tokius metodus kaip tiesioginę ir netiesioginę UV – Vis (ultravioletinės ir regimos šviesos absorbcinį spektrometrą) spektroskopiją, fluorimetriją ir potenciometriją. Nitratų kiekiui nustatyti įvairiose daržovėse R. Pérez – Olmos, X. Gabiola ir J. M. Hurtado (2013) naudojo potenciometrinį metodą, o gautus rezultatus palygino su rezultatais, gautais naudojant pamatinį (UV – Vis) metodą. Naudojant UV – Vis metodą salieruose nustatytas nitratų kiekis siekė $12,99 \pm 0,17$ g/kg, o jų siūlomą potenciometrinį metodą gauta vidutinė vertė buvo $12,82 \pm 0,25$ g/kg. Siekiant gauti aukštą rezultatų atkartojimą ir sugaišti mažiau laiko, nitratų nustatymui pradėta naudoti skysčių chromatografija [27].

Vengiant tiesioginio sintetinių nitratų ar nitritų, kurie pasižymi spalvą suteikiančiomis ir stabilizuojančiomis savybėmis, pridėjimo į mėsos gaminius, kaip alternatyva gali būti naudojami daržovių produktai, kurie yra natūralus nitratų šaltinis. Šiuo tikslu gali būti naudojamos salierų sultys, salierų ar porų milteliai, špinatų ar salierų ekstraktai, tai yra, daržovės gebančios sukaupiti didelį nitratų kiekį. Salierai turi mažą pigmentų kiekį, lyginant su kitomis daržovėmis, bei švelnų skonį, todėl neiškreipia mėsos gaminio spalvos ir beveik neturi įtakos galutinio produkto skoninėms savybėms [8]. Gaminant mėsos produktus ir naudojant daržovių sultis ar ekstraktus kartu su startinėmis kultūromis būtina kontroliuoti liekamąjį nitrito kiekį gaminamame produkte [28]. Įdedamas nitratų kiekis mėsos gaminiuose yra griežtai reglamentuojamas ir pagal Europos sąjungos komisijos reglamento (ES) Nr. 1129/2011 II priedą, termiškai neapdorotoje perdirbtoje mėsoje natrio ar kalio nitrato (E 251 ir E 252) kiekis negali būti didesnis kaip 150 mg/kg. Nitratai gali būti naudojami, kai kuriuose termiškai apdorotuose mėsos produktuose, kur jie atsiranda mažai rūgšties turinčioje terpėje nitritams natūraliai virtus nitratais. Tradiciškai sūdomuose gaminiuose nitratų kiekis gali svyruoti nuo 10 iki 300 mg/kg, priklausomai nuo gaminio rūšies [29].

1.3. Daržovių produktai ir jų kokybė

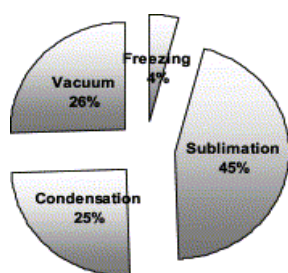
Vienas iš dažniausiai naudojamų daržovių produktų konservavimo būdų yra džiovinimas, kurio metu pašalinama didžioji dalis drėgmės, sunaudojant didelį energijos kiekį. Jie gali būti džiovinami įvairiai: naudojant karštą orą, konvekcinių džiovinimą, UV, purkštuvinį džiovinimą ar liofilizaciją. Gerai žinoma, kad naudojamas perdirbimo procesas gali turėti įtakos džiovintų produktų kokybei. Nustatyta, kad gali pakisti maisto produktų fizinės (spalvą ir struktūrą), cheminės, biologinės charakteristikos [30] bei įvykti nepageidaujamos biocheminės reakcijos tokios kaip: aromato pablogėjimas, maistinių medžiagų suirimas [31].

Liofilizacijos proceso panaudojimas užtikrina aukštą džiovintų produktų kokybę, nes pastaroji technologija leidžia ilgiau išlaikyti nepakitusią daržovių maistinę vertę, cheminę sudėtį ir tūrį. Vykstant sublimacijai vanduo tiesiai iš kietos fazės – ledo – pereina į dujinę ir dėl skystos fazės nebuvimo bei procesui vykti reikalingos žemos temperatūros, dauguma gedimo ir mikrobiologinių reakcijų sustabdomos, o būtent tai ir suteikia galutiniam produktui aukštą kokybę. Kieta vandens

būsena (ledas) liofilizacijos metu apsaugo pirminę produkto struktūrą ir formą esant mažiausiems tūrio nuostoliams. Vanduo visose maisto sistemose yra trijų formų: laisvas, absorbuotas ir sujungtas. Naudojant šią technologiją pašalinama didžioji dalis vandens, t. y. laisvas vanduo, o absorbuotas ir sujungtas vanduo nepereina į ledą, todėl lieka sistemoje. Pašalinus vandenį liofilizacijos metu sausųjų medžiagų koncentracija padidėja keletą kartų. Nors liofilizacija turi daug privalumų, tačiau tai vis dar pats brangiausias procesas, džiovintų produktų gamyboje [32].

Išskiriami trys pagrindiniai liofilizuotų produktų kokybės įvertinimo parametrai: rehidratacija (skysčių atstatymas), spalva ir tūris. Liofilizuotuose produktuose rehidratacijos santykis yra 4 – 6 kartus didesnis nei džiovintuose oru. Minimalūs spalvos pokyčiai liofilizacijos metu parodė, kad šis procesas yra tinkamas, siekiant išsaugoti vertingąsias maisto dalis. Tinkamai parinkus liofilizacijos parametrus tūrio pokyčiai produktuose siekia tik 5 – 15 % [32].

Šio proceso kaina priklauso nuo naudojamos žaliavos, norimo gauti produkto, pakavimo būdo, įmonės našumo, proceso trukmės ir t. t. ir yra 4 – 8 kartus didesnė nei džiovinant karštu oru. Liofilizaciją sudaro keturios pagrindinės operacijos: užšaldymas, vakuumavimas, sublimacija ir kondensacija. Kiekvienos operacijos energijos suvartojimas parodytas 1 pav., iš kur matyti, kad



sublimacijai sunaudojama 45 %, o užšaldymui reikia tik 4 % naudojamos energijos. Vakuumui sudaryti bei kondensacijai reikia apytikriai vienodo energijos kiekio. Siekiant patobulinti liofilizacijos procesą reikia sumažinti energetinius kaštus, pagerinant šilumos perdavimą sublimacijos metu bei sumažinant džiovinimo laiką, taip sumažinant vakuumą ir atsisakant kondensatoriaus [32].

1pav. Energijos pasiskirstymas liofilizacijos procese.

Šaldyti produktai turi gerą šiluminį laidumą, todėl mikrobangų panaudojimas padeda sumažinti liofilizacijos trukmę 60 – 75 %, o gautų produktų kokybė gali būti aukštesnė nei tradiciškai liofilizuotų produktų. Vis dėl to mikrobangų naudojimas pramoniniu mastu nėra plačiai taikomas, nes kaina ne visada yra mažesnė nei taikant tradicinę liofilizaciją. Sublimacijos metu gali būti naudojami adsorbentai, pvz.: silikagelis, kurie pagreitina garų pašalinimą žemesnėje temperatūroje ir taip pakeičia kondensatorių bei leidžia sumažinti kainą 50 %. Nepaisant minėtų privalumų, taikant šį liofilizacijos būdą maisto kokybė yra prastesnė, lyginant su tradicine liofilizacija [32].

Liofilizacijos procesas nėra plačiai naudojamas maisto pramonėje dėl aukštos eksploataavimo kainos. Nors per pastarąjį dešimtmetį buvo atlikta daug tyrimų, naudojant adsorbentą ar mikrobangas, siekiant sumažinti kainą, vakuuminė (tradicinė) liofilizacija iki šiol vienintelė technologija naudojama pramoniniu mastu džiovinant kavą, prieskonius, mėsą ir kitus aukštos kokybės maisto produktus [32].

1.4. Startinių kultūrų (pienarūgščių bakterijų ir stafilokokų) ir daržovių panaudojimas mėsos produktų gamybai

Startinės kultūros tai bakterijų kultūros, naudojamos mikrobiologiškai saugiems ir visuomet panašios kokybės produktams pagaminti. Gamybos saugumą visose maisto srityse didina pavienės kultūros ar mišiniai: masės pH mažėjimas sukelia konsistencijos pokyčius gaminiuose, dėl ko jie geriau pjaustomi ir ilgiau išsilaiko, tampa gražesnės raudonos spalvos ir tokie išlieka ilgiau (tuomet, kai apdorojama nitratais ar nitritais) [33]. Bakterijų kultūros gaminiui suteikia ypatingą aromatą, užkertama kelią augti nepageidaujamiems mikroorganizmams: heterofermentinėms bakterijoms ir patogenams bei susidaryti nepageidaujamiems biogeniniams aminams [34].

Mėsos produktų gamyboje dažniausiai naudojamos startinės kultūros yra: a) pienarūgštės bakterijos (*Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* ir *Streptococcus*), kurios sukelia rūgštėjimo procesą [35]; b) stafilokokai (*Micrococcus varians*, *St. xylosus*, *St. Carnosus*, *St. Piscifermentans*), kurie atlieka denitrifikaciją (azoto išsiskyrimą iš nitratų, jų irimą dėl deguonies stokos), lipolizę ir proteolizę [36].

Pienarūgščių bakterijų naudojimas mėsos produktų gamyboje susijęs su angliavandenių metabolismu, kurio metu gaunamas mėsos masės parūgštėjimas iki pH 5,4 – 5,5, kuris a) užtikrina higienos stabilumą, mažėjant pH ir gaminant organines rūgštis; b) suteikia charakteringą rūgštų skonį; c) sukelia mėsos baltymų koaguliaciją, sumažina vandens rišlumo gebą ir palengvina džiovinimo procesą, sukeldamas reologinių savybių pokyčius; d) prisideda prie pageidaujamos raudonos spalvos susidarymo: skatinama NO reakcija su mioglobinu [35].

Visos pienarūgštės bakterijos nepasižymi nitratų reduktazių aktyvumu, nors *in vitro* tyrimai su *L. plantarum* parodė, kad jos gali redukuoti nitratą iki nitrito, tačiau šis virsmas vyksta esant visiškai nepalankioms sąlygoms dešrų fermentacijai vykti [37]. Nitritų redukcija yra reta pieno rūgšties bakterijų savybė. Buvo nustatyta, kad pridėjus hematino (oksiduota nebaltyminė hemoglobino dalis (hemas)) *Leuconostoc mesenteroides* ir kai kurios *Lactobacillus* rūšys pradėjo skaidyti nitritus. Buvo tiriamas 70 pieno rūgšties bakterijų padermių nitritų reduktazės aktyvumas, o gauti rezultatai leido jas suskirstyti į du tipus. I tipui priskiriamos *L. Plantarum*, *L. Pentosus*, *P. Pentosaceaus* bakterijos, kurių nitritų reduktazės aktyvumas priklauso nuo hemo, o II tipui priskiriamos nuo hemo nepriklausomos *L. Sake*, *L. Brevis* bakterijos, kurios nitritus generuoja iki NO ir N₂O [38].

Magistro tiriamojo darbo metu naudotos *P. pentosaceaus* startinės kultūros yra gramteigiamos, nejudrios, nesudarančios sporų, priskiriamos fakultatyviems anaerobams, todėl gali augti mažai deguonies turinčioje terpėje. Šios pieno rūgšties bakterijos yra homofermentinės, mezofilinės (kultivuojamos 28 – 35 °C temperatūroje, tačiau neauga esant 50 °C), tolerantiškos rūgščiai, todėl auga, kai pH yra tarp 4,5 – 8, gali daugintis 9 – 10 % druskos tirpale [39]. *P. pentosaceaus* fermentuoja daugelį cukrų: gliukozę, ribozę, galaktozę, arabinozę, fruktozę, maltozę, laktozę ir sacharozę [40], bet negamina biogeninių aminų [41]. Šių bakterijų pasirinkimą, gaminant mėsos produktus, nulemia greita rūgšties gamyba naudojant rauginamus angliavandenius, brandinimo

proceso paspartinimas, spalvos intensyvumo ir stabilumo pagerinimas esamoje fermentacijos temperatūroje. Susidariusi rūgštis lemia baltymų koaguliaciją, todėl didėja produkto kietumas.

Proteolitinės ir lipolitinės pienarūgščių bakterijų savybės nėra aiškiai apibrėžtos. Nors gaminant fermentuotus mėsos produktus su *L. plantarum*, *P. pentosaceus* ir *L. acidophilus* bakterijomis kartais pasireiškia silpnas proteazių ir lipazių aktyvumas [42]. Dalyvaujant pienarūgščių bakterijų proteazėms susidaro peptidai ir laisvos amino rūgštys, prisidedančios prie bendro produkto skonio suformavimo [43].

Fermentinių dešrų gamybos metu pienarūgščių bakterijų augimui palanki terpė yra kai: pH žemesnis nei 6, vandens aktyvumas (a_w) – 0,96, druskos kiekis neviršija 2,5 – 3 %, panaudojama ne daugiau kaip 100 mg/kg nitrito ir 0,3 % gliukozės. Esant 0,3 % gliukozės šios bakterijos per 48 fermentacijos valandas sumažino pH iki 5,2 – 5,4, praėjus dar 3 – 5 dienoms pH pasiekė konstantą (4,9 – 5,0) ir daugiau nebekito. Tokios dešros jau buvo pakankamai kietos ir tinkamos pjaustymui, o jų vandens aktyvumas siekė (a_w) 0,93 – 0,94. Praėjus dar 2 – 5 fermentacijos paroms spontaninė mikroflora visiškai nuslopinama. Naudojant dešrų gamybai didesnę gliukozės kiekį, pagerinama pačių dešrų struktūra bei aromatas. Dažniausiai naudojamos startinės kultūros fermentuotų dešrų gamyboje: *L. sake* ir *L. curvatus* [44]. Šie mikroorganizmai dažniausiai naudojami, nes geba augti esant žemoms temperatūroms (4 °C) ir mažam vandens aktyvumui ($a_w = 0,91$), o *P. pentosaceus* bakterijos labai vangiai auga esant 7 °C temperatūrai [45].

Norint fermentuotiems mėsos produktams suteikti panašias juslines savybes: skonį, aromatą, spalvą bei mikrobiologinę saugą, naudojamos *Staphylococcus spp.* genties bakterijos [46]. Fermentinių dešrų gamybos metu labai svarbu užtikrinti greitą pieno rūgšties gamybą ir staigų pH kritimą, taip užkertant kelią daugintis laukinei mikroflorai. Gaminiuose pasiekiamas pH neturi būti žemesnis nei 5,0, nes esant tokiam pH stafilokokų (*St. xylosus* ir *St. carnosus*) kultūros išlieka aktyvios ilgesnį laiką ir dėl savo katalazinio, nitratų/nitritų reduktazės bei lipolitinio aktyvumo sumažina produktų kartumą, nulemia spalvos susiformavimą ir stabilumą, prisideda formuojant bendrą produkto aromatą [47].

St. xylosus ir *St. carnosus* yra gramteigiami kokai, fakultatyvūs anaerobai, priklausantys *Micrococcaceae spp.* šeimai. Vieni ar kartu su pieno rūgšties bakterijomis, naudojami fermentuotų dešrų gamyboje. Prieš pradedant gamybą labai svarbu pasirinkti tinkamas startines kultūras, kurios lemia galutinio produkto savybes. Nustatyta, kad *St. carnosus* yra atsparesnės didesnėms druskos koncentracijoms nei *St. xylosus* bei formuoja intensyvesnį fermentinių produktų aromatą, todėl yra tinkamesnės sūdytiems gabaliniams mėsos produktams. Labai svarbu sekti galutinio produkto pH, nes esant žemesniam nei 4,8, *Staphylococcus* padermės neišgyvena ir taip sustabdoma jų veikla [40].

Šie mikroorganizmai pasižymi katalaziniu aktyvumu, todėl sumažinamas redokso potencialas ir peroksidų kaupimas. Stafilokokai pašalindami vandenilio peroksidą, užkerta kelią lipidų oksidacijai ir produkto apkartimui. Jie taip pat prisideda prie bendro produkto skonio susiformavimo dėl jų lipolitinio ir proteolitinio aktyvumo [48]. Nustatyta, kad *St. sciuri*, *St. xylosus* ir *St. carnosus* padermės pasižymi endo- ir egzoproteolitiniu aktyvumu [49], o *St. xylosus* ir *St. carnosus* gali sukelti

šakotos grandinės amino rūgščių, tokių kaip: leucinas, izoleucinas ir valinas, pokyčius, susidarant įvairiems aromatiniams junginiams [50]. Šios bakterijos taip pat dalyvauja lipidų metabolizme, kai riebalų rūgštys skyla, susidarant lakiems aromatiniams junginiams [48]. Lipolizės ir proteolizės skilimo produktai (peptidai, amino rūgštys, alkoholiai, aldehydai, lakieji aromatiniai junginiai) turi įtakos produktų aromatumui, skoniui bei tekstūrai [51].

St. xylosus ir *St. carnosus* padermės pasižymi nitratreduktazės aktyvumu, todėl gali skaidyti tiek sintetinius, tiek daržovėse esančius nitratus iki nitrito. *St. carnosus* nitratų reduktazės fermentas jungdamasis su bakterijų membrana atlieka nitratų disimiliaciją (disimiliacija tai sudėtingų organinių medžiagų skaidymasis organizme į paprastesnes) mažai deguonies turinčioje ar visai bedeguonėje terpėje (anaerobinėmis sąlygomis). Be nitratų reduktazės, šios bakterijos pasižymi nitritų reduktazės aktyvumu. Nitritų reduktazės fermentai tai citozoliniai fermentai, kurie atlieka tolesnę nitritų redukciją, susidarant junginiams, kurie dalyvauja spalvos susiformavimo procesuose [52].

Daržovių produktų ir startinių kultūrų panaudojimas mėsos produktų gamybai. Startinės kultūros, naudojamos daržovėse sukauptus rauginamus cukrus, sukelia fermentinių mėsos gaminių juslinius, mikrobiologinius, reologinius mėsos masės pokyčius esant konkrečiai temperatūrai bei santykiniam oro drėgnumui. Daržovių tinkamumą mėsos produktų gamybai lemia jų fermentacija, kurios metu stebimas konkrečių komponentų kitimas. Svarbu pasirinkti tinkamas daržoves bei startines kultūras, kad mėsos produktų gamybos metu būtų gaunamos norimos juslinės savybės.

Kaip skoniniai ingredientai maisto produktuose dažnai pasirenkami porai, svogūnai (*Allium cepa* L.), česnakai (*Allium sativum* L.) priklausantys tai pačiai *Allium* genčiai. Tačiau iš šių paminėtų daržovių fermentuotų mėsos produktų gamybai yra tinkamiausi porai, kurie geba sukaupti pakankamai didelį nitratų (spalvos susiformavimui) bei cukrų (aromatumui bei skoniui) kiekį. Daržovių ar vaisių fermentacijai labai svarbu parinkti bei įvesti tinkamas startines kultūras, nes tai užtikrina proceso kontrolę bei galutinių produktų kokybę [53]. Startinių kultūrų įdėjimo metu gali patekti ir pašalinė mikroflora, pavyzdžiui, nepageidaujamos pieno rūgšties bakterijos, kurios nulemia kitokią fermentacijos eigą. Patekus tokiems mikroorganizmams yra labai sunku juos pašalinti, nesukeliant tekstūros pokyčių žaliavoje [54]. Naudojant pienarūgšties bakterijas užtikrinama greita rūgšties gamyba ir spartus pH kritimas, todėl ilgėja fermentuotų daržovių galiojimo laikas bei sutrumpėja pats fermentacijos procesas, lyginant su spontanine fermentacija [55].

Mėsos produktų gedimą sukelianti mikroflora. Šviežiose dešrose gedimą sukelianti mikroflora labai panaši į randamą šviežioje mėsoje. Yra duomenų, kad mėsos gedimą sukelia gramneigiamos bakterijos: *Pseudomonas*, *Enterobacteriaceae*, *Shewanella putrefaciens* ir keletas gramteigiamų bakterijų, tokių kaip: pieno rūgšties bakterijos, *Brochothrix thermosphacta*, *clostridia*. Šių mikroorganizmų dominavimas pasireiškia esant skirtingoms aplinkos sąlygoms [56]. Todėl mėsos produktų kokybei ir saugai užtikrinti yra labai svarbu pasirinkti tinkamą žaliavą (mėsos rūšį), konservantus, gamybos būdą ir jo parametrus, laikymo sąlygas, nes visi šie veiksniai lemia dominuojančią mikrobiotą ir gali turėti įtakos spartesniam jų gedimui [57].

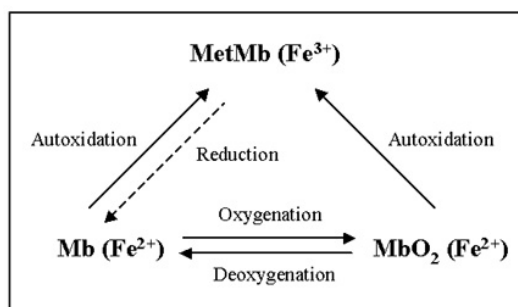
Norint išvengti mėsos ir jos produktų gedimo, gamybos metu pridedama NaCl ir kitų druskų, kurios sulėtina visų, įskaitant ir patogeninių, mikroorganizmų augimą. G. H. Graumann ir R. A. Holley (2008) tyrė kaitintų ir nekaitintų geltonųjų garstyčių miltelių antimikrobinį efektyvumą prieš *Escherichia coli* O157:H7. Gauti rezultatai parodė, kad 2, 4 ir 6 % nekaitintų ir 6 % kaitintų geltonųjų garstyčių miltelių priedas pasižymi antimikrobinėmis savybėmis prieš užkrėstuose mėsos faršo bandiniuose esančią *Escherichia coli* O157:H7 (7,0 KSV/g). Nors išsamesni tyrimai atskleidė, kad 4 % priedas yra pakankamas nuslopinti *E. coli* O157:H7 augimą brandinimo metu [58].

1.5. Mėsos pigmentai ir jų pokyčiams, turintys įtakos veiksniai

1.5.1. Šviežios mėsos spalvą lemiantys veiksniai

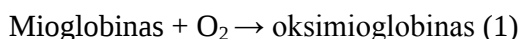
Mėsos raumenų spalvą lemia mioglobinas ir hemoglobinas, tai savo chemine sudėtimi labai panašūs baltymai, kurie porfirino žiede turi geležies [59]. Mioglobinas raumenyse palengvina deguonies difuziją iš kapiliarų į ląsteles, kur deguonis naudojamas oksidaciniams procesams. Tai pagrindinis baltymas, suteikiantis mėsai spalvą bei galintis kisti, esant skirtingoms aplinkos sąlygoms, taip nulemdamas produktų/mėsos spalvą. Šio pigmento kiekis raumenyse priklauso nuo gyvulio rūšies, lyties, amžiaus ir raumenų tipo [60].

Taigi mėsos spalvą lemia skirtingos mioglobino formos: mioglobinas (Mb), oksimioglobinas (MbO_2) ir metmioglobinas (MetMb) bei audinių struktūra. Nustatyta, kad maža pigmentų ir spalvos parametrų, ypač raudonumo (a^*), koreliacija priklauso nuo jų būviui, turinčių įtakos veiksnių, nes mėsos natūraliai pigmentų yra mažai. Santykinės MbO_2 (šviesiai raudona), Mb (sodriai raudona) ir MetMb (pilkai ruda) proporcijos lemia audinių spalvą [61]. Kol mėsos yra redukuojančių medžiagų, tol dominuoja Mb, o joms pasibaigus susidaro MetMb, suteikiantis rudą spalvą, tokiu atveju Fe^{2+} , oksiduojama į Fe^{3+} . MetMb redukcija yra negrįžtamas procesas, bet punktyrinė linija parodo (žr. 2 pav.), kad ji tampa grįžtama esant reduktorių. Metmioglobino kiekiui mėsos turi įtakos mioglobino ir oksimioglobino autooksidacija, fermentinė metmioglobino redukcija ir deguonies prisavinimas.



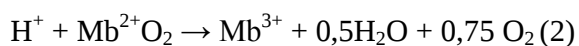
2 pav. Mioglobino formos.

Mioglobino oksigenacija (prisotinimas deguonimi). Aplinkoje esant deguonies prie mioglobino porfirino žiedo geležies prisijungia O_2 molekulės ir spalva keičiasi iš rausvai – raudonos (Mb) į šviesiai raudoną (MbO_2), tačiau nekinta geležies valentingumo laipsnis [59, 62]



Ši reakcija įvyksta greitai, bet ji grįžtama. Susidarančio oksimioglobino sluoksnis skverbiasi gilyn į mėsą, o šis procesas priklauso nuo deguonį naudojančių fermentų aktyvumo, kuriems turi įtakos temperatūra ir išorinis deguonies slėgis. Nustatyta, kad mėsa, keletą savaičių brandinta vakuume, iki sąlyčio su oru, greičiau ir aktyviau paraudonuoja nei šviežia mėsa, nes prarandamas dalies fermentų, naudojančių deguonį, aktyvumas [60] ir susidaro gilesnis MbO₂ sluoksnis.

Mioglobino ir oksimioglobino autooksidacija. Reakcijos laikas, kurio reikia, mioglobiniui prisijungti deguonį ir suformuoti oksimioglobiną, matuojamas sekundėmis, o mioglobino ir oksimioglobino autooksidacija vyksta valandomis [63]. Autooksidacija tai dėl deguonies poveikio vykstanti divalentės geležies (Fe²⁺) oksidacija iki trivalentės geležies (Fe³⁺) [60], kurios greitis didėja didėjant temperatūrai, mažėjant pH, esant mažam O₂ slėgiui [64], jai taip pat turi įtakos audinių deguonies suvartojimo normos, daugiavalenčių metalo jonų koncentracija, šviesa ir mėsos mikroflora [65]. Oksimioglobinas yra kiek stabilesnis autooksidacijai nei mioglobinas.



(oksimioglobinas) (metmioglobinas)

Metmioglobinas mėsos produktų gamyboje yra nepageidaujamas, nes nulemia rudą gaminių spalvą, o jo susidarymas priklauso nuo autooksidaciją sukeliančių veiksnių. Metmioglobino kiekis padidėja esant pH 5,5 ir ženkliai krenta, kai pH padidėja iki 6, o tuomet lėtai nusistovi pusiausvyra. Taigi oksimioglobino autooksidacija iki metmioglobino mėsosje vyksta skirtingai esant skirtingoms pH vertėms, todėl ir metmioglobino kiekis susidaro nevienodas. Kaip buvo galima tikėtis, aukštesnė temperatūra lemia intensyvesnę autooksidaciją. W. Brown ir L. Mebine dar 1969 metais nustatė, kad mažėjant temperatūrai nuo 22 °C iki – 2 °C, autooksidacijos greitis sumažėjo iki 40 kartų [64]. Malant mėsą padidėja jos paviršiaus plotas, todėl lengviau prieina deguonis ir padidėja mikrobiologinė tarša, sumažėja endogeninių ląstelių, redukuojančių agentų skaičius ir mėsos spalvos pokyčiai tampa greitesni. Perdirbimo metu pridedant NaCl (2 %) padidėja metmioglobino kiekis PSE ir normalioje mėsosje, tačiau šio pigmento kiekis nekinta DFD mėsosje.

Nustatytas ryšys tarp neperdirbtoje mėsosje esančių sausųjų medžiagų, baltymų, tarpraumeninių riebalų kiekio, pH ir spalvos parametrų bei mioglobino formų kiekio [66]. Yra žinoma, kad padidėjus riebalų kiekiui padidėja šviesumas (L^{*}). Nors tirtoje kiaulienos nugarinėje nustatytas vidutinis riebalų kiekis labai mažas (2,59 %), bet nustatyta, kad didėjant sausųjų medžiagų ir riebalų kiekiui išauga santykinis MbO₂, MetMb, tačiau sumažėja mioglobino kiekis. Pastebėta, kad didėjant pH, mažėja šviesumo (L^{*}), raudonumo (a^{*}), geltonumo (b^{*}) vertės bei mažėja santykinis MbO₂ bei MetMb, tačiau išauga mioglobino kiekis. Mažėjant pH išauga raumenų pigmentų jautrumas deguoniui ir oksidacijai, taigi susidaro daugiau MbO₂ ir MetMb, tačiau sumažėja mioglobino. Tai matoma maltoje mėsosje, kur malimo metu sutrikdoma sistema, mažinanti metmioglobino susidarymą [67].

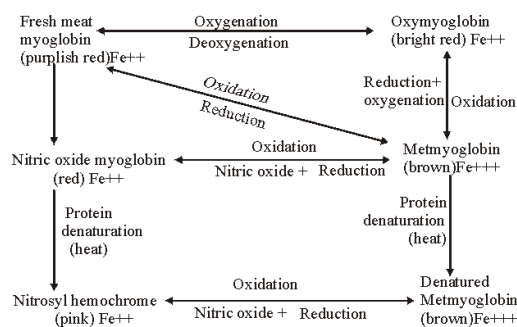
1.5.2. Mėsos gaminių spalvą lemiantys veiksniai

Vienas pagrindinių mėsos produktų kokybės rodiklių yra spalva bei jos stabilumas laikymo metu. Nitratai ir nitritai tai junginiai, formuojantys gaminių spalvą. Dalyvaujant

nitratredukuojančioms bakterijoms nitratai redukuojami į nitritus, kurie yra labai reaktyvūs junginiai, galintys skilti į azoto rūgštį, azoto oksidą bei pereiti atgal, susidarant nitratams [68]. Nitrito reakcijoms mėsos mišiniuose turi įtakos mėsos savybės, maisto priedai ir aplinkos sąlygos, pavyzdžiui, į sūdomą mėsą pridedant redukuojančių agentų: natrio eritorbato ar natrio askorbato ir sumažinant produkto pH (5,2 – 5,3), padidėja nitrito redukcija iki NO [69]. Mokslininkai nustatė, kad net pats Mb biologinėse sistemose pasižymi nitritų reduktazės aktyvumu, susidarant NO [70].

Azoto oksidas gali reaguoti su metmioglobinu ir mioglobinu, susidarant nitrozomioglobiniui ir nitrozometmioglobiniui, kuris veikiamas redukuojančių medžiagų virsta į nitrozomioglobina, suteikiantį gaminiams stabilesnę raudoną spalvą. Reakcija tarp metmioglobino ir NO vyksta esant redukuojančių medžiagų, kurios Fe^{3+} redukuoja iki Fe^{2+} [40]. Gaminių spalva stabilizuojama, kai pH yra 5,2 ar žemiau, nes tuomet nitrozomioglobinas denatūruoja. Jei gaminių spalvai suteikti naudojamas tik nitratas, negalima greitai sumažinti pH iki 5,5, nes nuslopinamas nitratų reduktazės aktyvumas ir visai neredukuojamas nitratas iki nitrito arba tik labai mažas jų kiekis. Viso to rezultatas, blanki produkto spalva. Dėl šios priežasties daugumą gaminių stengiamasi gaminti dedant ne tik nitratų, bet ir dalį nitritų. Deguonis patekęs dešrų gamybos (malant ar maišant) ir nepašalintas kimšimo metu, skatina nepageidaujamų mikroorganizmų veiklą, kurių išskirti produktai staigiai sumažina pH, ypač mažo diametro produktuose (18 – 26 mm). Dėl susidariusios rūgšties padidėjęs oksimioglobino kiekis denatūruoja anksčiau nei nitrozomioglobinas ir gaunama rožinė spalva [71].

Mėsos produktų spalva susiformuoja per keletą etapų: a) oksimioglobinas (raudona) reaguoja su azoto rūgštimi (stiprus oksidatorius) susidarant metmioglobiniui (ruda) ir nitratui; b) vidiniai ir išoriniai reduktoriai (pvz.: askorbatai) redukuoja azoto rūgštį iki azoto oksido ir metmioglobina iki mioglobino; c) mioglobinas su azoto oksidu susijungia sudarydamas nitrozomioglobina (raudona). Ši reakcija vyksta greičiau mažėjant pH dėl pienarūgščių bakterijų veiklos. Brandinimo metu nitrozomioglobino baltymo dalis denatūruoja, susidarant nitrozochromogeniui, todėl padidinamas spalvos stabilumas, nes NO iš hemo grupės disocijuoja sunkiau. Nitrozochromogenas esant žemam pH ar redokso potencialui, gali būti veikiamas oksidatorių (peroksido grupių), kurie gaunami iš riebalinio audinio arba išskiriami pieno rūgšties bakterijų esant deguonies. Spalvos defektai atsiranda, kai peroksida oksiduoja geležį per porfirino žiedą; tada spalva keičiasi į pilką ar rudą [37, 72]. Nitrozomioglobinas (NOMb) ir denatūruota jo forma labai jautri šviesai esant deguonies [73], todėl nitrozo hemo pigmentų fotooksidacija gali būti charakterizuojama kiekybiškai prie skirtingų bangos ilgių [74]. Pagrindinis nepageidaujamas pokytis vykstantis sūdytų mėsos gaminių laikymo metu yra nitrozochromogeno (rožinė) ar nitrozomioglobino oksidacija (raudona) iki rudo metmioglobino. Oksidacijos greitis auga didėjant deguonies kiekiui, todėl pageidautina, kad sūdyti mėsos gaminiai būtų pakuojami į tokias pakuotes, iš kurių būtų pašalintas deguonis.



3 pav. Mioglobino pokyčiai.

Terminė oksidacija lėta reakcija, kurios metu nitrozomioglobinas pereina į nitratą ir MetMb [74, 75] :



Reakcija tarp MbO₂ ir NO labai greita, o jos metu susidaro peroksinitritas [76], kuris gali turėti mutageninių ar kancerogeninių savybių, tačiau toliau reaguodamas su NO sudaro nitritus ar nitratus [77]. Peroksinitritas kaip tarpinis junginys susidaro reaguojant nitrozomioglobiniui su deguonimi [75].



Nitritai turi bakteriostatinių ir baktericidinių savybių, kurios stipriai slopina nepageidaujamas bakterijas, pavyzdžiui, *Cl. Botulinum*, *L. monocytogenes* [78]. Jie dalyvauja reakcijose su tretiniais ir antriniais aminorais esant aukštai temperatūrai (130 – 170 °C) ir žemam pH, susidarant kancerogeniniams nitrozaminams. Per didelis nitritų kiekis organizme gali sukelti methemoglobinemiją, kuri yra pavojinga vaikams ir senyvo amžiaus žmonėms, nes sukelia mirtį [1].

Gaminant virtus mėsos produktus nustatyta, kad įdėjus tik 2 – 14 mg/kg nitritų, gaunama rožinė spalva, kuri yra netolygiai pasiskirsčiusi gaminyje ir laikui bėgant išnyksta. Išsamūs tyrimai 1970 metais parodė, kad 25 – 50 mg/kg nitrato suteikia gana stabilų spalvą [6]. Nors įdėjus 40 – 50 mg/kg nitrato spalva gali būti mažiau intensyvi nei naudojant 150 – 200 mg/kg priklausomai nuo produkto tipo, bet 40 – 50 mg/kg paprastai laikoma pakankamu kiekiu daugeliui produktų. Fermentinių dešrų bandiniuose nustatyti pigmentus sunku, nes produktų fermentacija sudėtingas procesas, kuriam įtakos turi geležies atomų redokso potencialas. Galutinio produkto spalvai gali turėti įtakos skirtinga kaitinimo temperatūra, santykinė drėgmė ir rūkymo sąlygos [79]. Atlikus tyrimus nustatyta, kad keletas bakterijų, tokių kaip: *P. pentosaceus*, *Pseudomonas spp.* ir keletas *Staphylococcus* rūšių turi įtakos MbO₂, Mb ir MetMb susidarymui mėsos gaminiuose [79].

1.6. Tekstūra ir jai turintys įtakos veiksniai

Tekstūra tai jausminių ir funkcinių maisto savybių (struktūrinių, mechaninių bei paviršiaus) visuma, nustatoma naudojant regą, klausą ir lytėjimą. Ji apsprendžia maisto produktų kokybę ir priimtinumą [80], kuriems įtakos turi produktų cheminė sudėtis, fizikinės savybės ir gamybos būdas [81]. Maisto tekstūrai įvertinti gali būti naudojami mechaniniai ar jausminiai analizės metodai [82].

Žalios ar virtos mėsos tekstūros savybėms: švelnumui, koheziškumui, kietumui ir elastingumui įvertinti sukurta daugybė metodų, kurių metu matuojamas skirtingas mechaninis poveikis [83].

Tekstūra yra labai jautri, todėl jos pokyčius maisto produktuose gali lemti pH, baltymų, druskos bei daržovių priedo kiekis [84, 85]. Pienarūgščių bakterijų veikla maisto produktuose siejama su pH pokyčiais bei rūgšties gamyba, kuri sukelia baltymų koaguliaciją, padidinančią galutinio produkto kietumą, koheziją bei pjūvio kokybę [86]. Kai pasiekiamas mėsos baltymų izoelektrinis taškas, sumažėja vandens rišlumo geba, tačiau pagerėja gaminių konsistencija.

Pasak D. E. Pszczola (2010), druska mėsos produktams suteikia skonį bei pagerina funkcines savybes: konservuoja, emulsuoja, suteikia švelnumą/minkštumą, pagerina koheziją, sukramtomumą, gumiškumą ir sultingumą, nes NaCl aktyvuoja mėsos baltymus, taip pagerindamas vandens rišlumo gebą [87]. Nustatyta, kad esant pernelyg mažam NaCl kiekiui mėsos produktuose, pasikeičia jų skoninės savybės (sūrumas, skonio intensyvumas, sultingumas), gaunama nestabili emulsija ir prasta tekstūra bei maža vandens rišlumo geba [88]. Atlikus tyrimus matyti, kad didėjant druskos koncentracijai nuo 0,5 iki 2,5 %, didėja ir dešrų kietumas (nuo 79,62 iki 106,48 N), elastingumas (nuo 6,22 iki 6,73), adhezija (nuo 0,20 iki 0,23), kohezija (nuo 0,54 iki 0,60 N), gumiškumas (nuo 42,84 iki 64,41) bei sukramtomumas (nuo 264,74 iki 435,07) [89].

1.7. Skonio ir aromato susiformavimas mėsos produktuose

Mėsos fermentacijos metu endogeninių ir mikroorganizmų fermentų poveikyje vyksta fiziniai, biocheminiai ir mikrobiologiniai pokyčiai, turintys įtakos produktų skoniui bei aromatui [90]. Skonio ir aromato junginių susidarymas fermentacijos metu yra labai sudėtingas procesas, kuriam turi įtakos žaliavos (mėsos rūšis, prieskoniai, startinės kultūros) ir perdirbimo technologija (sūdymo, brandinimo, džiovinimo procesai) [91], naudojama mėsos produktų gamybai [92], nes tuomet juose vyksta skirtingi biocheminiai procesai [93, 94].

Fermentuotų mėsos gaminių aromatą lemiantys junginiai. Aromatas pagrinde priklauso nuo naudojamų ingredientų, proceso sąlygų, o jo susidarymui turi įtakos cheminės (riebalų rūgščių autooksidacija ir Štrekerio skilimo reakcijos) ir mikroorganizmų sukeltos reakcijos [94]. Jį formuoja tokie junginiai kaip: alkoholiai (gaunami oksidacinio lipidų irimo metu), alifatiniai aldehidai (gaunami nesočių riebalių rūgščių oksidacijos metu), štrekerio aldehidai (amino rūgščių štrekerio skilimo reakcija), šakotos grandinės rūgštys (antriniai štrekerio reakcijos produktai), ketonai (gaunami lipidų oksidacijos metu), sulfidai (štrekerio skilimo reakcija, sieros turinčių amino rūgščių), esteriai (gaunami reakcijos tarp karboksirūgščių ir alkoholių metu), angliavandeniai (gaunami lipidų autooksidacijos metu), azoto junginiai (gaunami deaminavimo, deamidavimo metu) [95].

Fermentuotų mėsos gaminių skonį lemiantys junginiai. Pagrindiniai nelakūs junginiai formuojantys fermentuotos mėsos skonį yra: peptidai, laisvos amino rūgštys (susidarantys proteolizės metu), nukleotidai ir nukleozidai (susidarantys ATP skilimo metu), ilgos grandinės laisvos riebalių rūgštys (susidarantys lipolizės metu), trumpos grandinės riebalių rūgštys (susidarantys mikrobinio metabolizmo metu), rūgštys (susidarantys glikolizės metu),

angliavandeniai (liekantys nepanaudoti glikolizės metu), neorganiniai komponentai, kurie yra pridedami gamybos metu [95].

1.8. pH ir vandens aktyvumo įtaka saugių mėsos produktų gamybai

Vykstant fermentacijai farše esantys cukrai verčiami į pieno rūgštį dėl pienarūgščių bakterijų veiklos, o laisvas vanduo pereina iš vidinių sluoksnių į paviršių, kur išgaruoja. Šie procesai dešrose lemia pH (pH – neigiamas dešimtainis vandenilio jonų koncentracijos logaritmas) ir vandens aktyvumo (šis rodiklis atspindi laisvojo vandens aktyvumą maisto produktuose) sumažėjimą, o tai suteikia galutiniam produktui saugumą/stabilumą ir ilgą galiojimo laiką, net ir tuo atveju, kai nenaudojamas terminis apdorojimas [37, 96].

Skirtinguose regionuose fermentuotų dešrų gamyba skiriasi, todėl ir jų saugą apibūdinantys rodikliai (a_w ir pH) taip pat skiriasi. Šiaurinėje Europos dalyje dažniausiai dešros fermentuojamos 22 – 26 °C temperatūroje, pH jose nukrenta iki 4,5 – 4,8, o vandens aktyvumas turi siekti apie 0,90. Laikas, per kurį pH turi nukristi iki 5,3, neturi būti ilgesnis nei 30 val. (greita fermentacija), o visas gamybos procesas trunka iki 3 savaičių. Pietinėje Europos dalyje gaminamos dešros fermentuojamos 18 – 24 °C temperatūroje, o pH nenukrenta žemiau 5, bet kuriuo metu, tačiau jose vandens aktyvumas esti žemiau 0,90. Šių dešrų gamybai naudojama tradicinė fermentacija, todėl pH jose turi nukristi iki 5,3 per 40 val, tačiau pati gamyba užtrunka 3 savaites ar ilgiau [40]. Matyti, kad gaminant fermentuotas dešras svarbus laikas, per kurį pasiekama žema pH vertė, turinti įtakos spalvai, skoniui, aromatu, pjūvio kokybei, tekstūrai ir mikrobiologiniam atsparumui [97]. Pasak W. Leistner, W. Rodel ir K. Krispien mėsos produktai, kurių vandens aktyvumas tarp 0,91 ir 0,95 laikomi greitai gendančiais ir turi būti laikomi žemesnėje nei 10 °C temperatūroje, todėl fermentuotose dešrose a_w turi nukristi iki 0,90 ar žemiau [98].

Kaip minėta anksčiau, startinės kultūros lemia pH kaitą fermentacijos metu ir taip prisideda prie saugių produktų gamybos. Rūgštėjimas suteikia produktui mikrobiologinį stabilumą, nes dauguma bakterijų yra labai jautrios didėjančiam rūgšties kiekiui jų aplinkoje. *Enterobacteriaceae* tokios kaip *Salmonella spp.* slopinamos, kai pH yra 5,5 ar žemesnis, o *St. aureus* nebegamina toksinų esant pH 5,2, nustatyta, kad prie tokio pH produktai yra mikrobiologiškai saugūs. Tyrimai parodė, kad sumažėjus pH nitritas taip pat pasižymi antimikrobinėmis savybėmis. *St. aureus* augimą galima sustabdyti tuomet, kai vandens aktyvumas yra žemesnis nei 0,89, tačiau labai sunku sumažinti vandens aktyvumą esant nerūgštinėms sąlygoms [86]. Xavier F. Hospital, Jose Carballo ir kiti (2015) gamino keturių rūšių *chorizo* fermentuotas dešras su skirtingais nitratų ir nitritų kiekiais bei naudojo *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* startines kultūras. Matuodami pH pokyčius pastebėjo, kad fermentacijos metu jis sumažėjo nuo 6 iki 4,8, tačiau brandinant dešras pakilo iki 5 – 5,2, tam galėjo turėti įtakos tai, kad buvo kaupiami junginiai, susidarantys baltymų skilimo metu. Vertinant vandens aktyvumą nustatyta, kad pradinės vertės (0,96) produktuose sumažėjo iki 0,89, o tai užtikrina produktų saugą nuo patogeninių mikroorganizmų augimo [99].

2. Tyrimo objektai ir metodai

Tyrimams naudotos prekybos centre įsigytos šakniavaisės daržovės: salierai ir pastarnokai. Išspaustos šių daržovių sultys toliau buvo liofilizuojamos, siekiant išlaikyti nepakitusią jų maistinę bei biologinę vertę. Mėsos bandinių, virtų mėsos gaminių bei šalto rūkymo dešrų gamybai naudojama mėsa taip pat buvo įsigyta prekybos centre.

2.1. Tyrimo objektų paruošimo metodai

2.1.1. Daržovių sulčių liofilizacija

Salierų bei pastarnokų šaknys pasveriamos, nuplaunamos, supjaustomos kubeliais. Daržovių sultys, išspaustos lėtaeige sulčiaspaude *Philips HR1880/01* (Kinija), išpilstomos į liofilizavimo lėkštes ir sušaldomos -18 °C temperatūroje. Jau užšalusios sultys liofilizuojamos įrenginiu *Zirbus 3x4x5* (Vokietija) pagal 1 priedo a lentelėje pateiktus parametrus. Iškart po sublimacijos sultys sveriamos ir apskaičiuojama jų išeiga nuo sulčių spaudimui paimtų daržovių kiekio.

2.1.2. Liofilizuotų daržovių sulčių fermentacija

Norint įvertinti skirtingų startinių kultūrų įtaką daržovių sulčių fermentacijai, eksperimento metu naudojamos *Staphylococcus spp.* bakterijos, galinčios augti tiek aerobinėmis, tiek anaerobinėmis sąlygomis (fakultatyvūs anaerobai). Fermentacijai startinės kultūros sumaišomos su rehidratuotomis (1:4) liofilizuotų daržovių sultimis. Į termostatą *Venticell 55* (Vokietija), kur palaikoma +24 °C temperatūra, tinkama bakterijoms augti ir daugintis, patalpinama 12 paruoštų bandinių: pusė laikomi pusiau anaerobinėmis (pridengti dangteliu), o likę – anaerobinėmis sąlygomis (uždaryti maišeliuose) (žr. 1 priedo b lentelė). Fermentacija vykdoma 4 paras.

2.1.3. Mėsos bandinių fermentacija

Norint įvertinti liofilizuotų salierų sulčių bei naudojamų startinių kultūrų įtaką mėsos faršo savybėms, sudaromi 7 bandiniai pagal 1 priedo c lentelėje pateiktas receptūras, iš jų 4 yra kontroliniai. K – kontrolinis mėsos bandinys su NaNO₃. KX – kontrolinis mėsos bandinys su NaNO₃ bei *St. xylosus* kultūromis. KC – kontrolinis mėsos bandinys su NaNO₃ bei *St. carnosus* kultūromis. KXP – kontrolinis mėsos bandinys su NaNO₃ bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. xylosus* kultūromis. SC – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. carnosus* kultūromis. SXP – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. xylosus* bei *P. pentosaceus* kultūromis.

Liesa kiaulienos nugarinė sumalama *Kenwood MG510* (Anglija) mėsmale, sumaišoma su 1 priedo c lentelėje pateiktų receptūrų komponentais, kad šie tolygiai pasiskirstytų visame tūryje. Paruošti bandiniai sudedami į sterilias stiklines (sterilizuota autoklave 121 °C temperatūroje) suspaudžiami, kad neliktų oro tarpų, uždengiami folija ir patalpinami į termostatą *Venticell 55* (Vokietija), kur palaikoma +24 °C temperatūra, tinkama bakterijoms augti bei daugintis. Fermentacija vykdoma 4 paras.

2.1.4. Šaltai rūkytų dešrų fermentacija

Atliekama daugybė tyrimų, norint įvertinti liofilizuotų salierų sulčių bei naudojamų startinių kultūrų (*St. xylosus* ar *St. xylosus* bei *P. pentosaceus* mišinio) įtaką šaltai rūkytų dešrų funkcinėms savybėms ir tekstūros charakteristikoms. Pagal 1 priedo d lentelėje pateiktas receptūras gaminamos šešios skirtingos dešrų rūšys: NO₃X – kontrolinės dešros su NaNO₃ bei *St. xylosus* kultūromis. NO₂X – kontrolinės dešros su NaNO₂ bei *St. xylosus* kultūromis. NO₃XP – kontrolinės dešros su NaNO₃ bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. NO₂XP – kontrolinės dešros su NaNO₂ bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* kultūromis. SXP – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

Naudojant mėsmalę *TI 32R* (Italija) liesa kiaulienos nugarinė bei nugaros lašiniai sumalami per 6 mm skersmens sietelį, kuteryje *Kilia VK 5000 Express* (GmbH, Vokietija) sumaišomi su receptūros komponentais, kur faršo temperatūra ne aukštesnė kaip 12 °C. Gauta masė sukemšama vakuuminiu kimštuvu *Frey F – LINE F50* (GmbH, Vokietija) į baltyminius apvalkalus, kurių skersmuo 36 mm. Terminis apdorojimas atliekamas universalioje termokameroje *Bastra* (Vokietija) 14 parų, mažinant temperatūrą nuo 24 iki 15 °C ir santykinį oro drėgnį nuo 92 iki 76 %.

2.1.5. Virti mėsos gaminiai

Įvertinant liofilizuotų salierų sulčių bei *St. carnosus* startinių kultūrų įtaką virtų mėsos gaminių savybėms, paruošiami sūrymai pagal 1 priedo e lentelėje pateiktas receptūras. 1 – kontrolinis mėsos bandinys su nitritine druska. 2 – kontrolinis mėsos bandinys su NaNO₃ ir *St. carnosus* kultūromis. 3 – tiriamasis bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. carnosus* kultūromis.

Sumaišius komponentus pagal kiekvieną receptūrą, gauti sūrymai injektuojami naudojant rankinį injektorių *Inglvald* (Anglija) iki injekcijos dydis pasiekia 10 % nuo žaliavos masės. Suinjektuota kiaulienos nugarinė supjaustoma 3 – 4 cm gabalėliais ir pusę valandos masažuojama vakuuminiame masažuoklyje *Vakona MGH – 20* (Vokietija), tolygiam sūrymo pasiskirstymui. Taip sukantis, mėsos gabaliukai trinasi vienas į kitą, indo sienelės, o pasiekę aukščiausią tašką krenta žemyn. Masažavimas vyksta cikliška: 4 min. darbo, 1 min. poilsio, vakuumo gylis pasiekia 0,8 bar. Po masažavimo pusgaminiai pasverti, sukimšti į nepralaidų, dirbtinį poliamidinį apvalką, užklipsuoti, pasverti ir sukabinti ant rėmo. Terminis apdorojimas atliktas, naudojant universalią termokamerą *Bastra* (Vokietija). Terminio apdorojimo režimas pradedamas rausvinimu 50 °C temperatūroje 20 min., toliau seka virimas 80 °C temperatūroje, kol gaminio viduje pasiekama 72 °C. Viduje pasiekus reikiamą temperatūrą, terminis procesas sustabdomas, gaminiai atvėsunami, pasveriami, apskaičiuojama išeiga pagal galutinį produktą.

2.2. Tyrimo metodai

2.2.1. Cheminės sudėties nustatymo metodai

Drėgmės kiekis bandinyje nustatytas remiantis standartiniu metodu LST ISO 1442:2000, pagal kurį bandinys džiovinamas 105 °C temperatūroje iki pastovios masės ir tuomet apskaičiuojamas drėgmės kiekis pagal sausų medžiagų likutį [100].

Baltymų kiekis nustatytas remiantis standartiniu Kjeldalio metodu LST ISO 937:2000. Jo esmė – bandinio organinių junginių mineralizavimas ir azoto kiekio nustatymas. Baltyminių medžiagų kiekis apskaičiuojamas padauginus nustatytą azoto kiekį iš perskaičiavimo koeficiento 6,25. Mėginių mineralizacijai atlikti buvo naudojamas laboratorinis įrenginys *InKjel P* (Vokietija), o distiliacijai atlikti – distiliatorius *Behr S 4* (Vokietija) [101].

Riebalų kiekis nustatytas remiantis standartiniu Soksleto metodu LST ISO 1443:2000. Jis pagrįstas daugkartine riebalų ekstrakcija tirpikliu iš išdžiovinto bandinio, tirpiklio pašalinimu ir nuriebinto bandinio išdžiovinimu iki pastovaus svorio. Riebalų ekstrahavimui naudojamas organinis tirpiklis – chloroformas. Ekstrakcija atlikta naudojant automatinę ekstrakcijos įrangą – *The behrotest* ® *In – Line Extraction Unit* (Vokietija) [102].

Mineralinių medžiagų kiekis nustatytas remiantis standartiniu bendrojo pelenų kiekio nustatymo metodu LST ISO 936:2000. Bendras mineralinių medžiagų kiekis nustatytas iš pelenų kiekio gauto sudeginus bandinį mufelinėje krosnyje 500 – 600 °C temperatūroje [103].

Angliavandenių kiekis apskaičiuotas pagal formulę:

$$A = 100 - B - R - D, \% \quad (5)$$

čia: B – baltymų kiekis, %, R – riebalų kiekis, %, D – drėgmės kiekis, %

Energetinės vertės skaičiavimai atlikti remiantis formule:

$$E = 4 \cdot x_1 + 9 \cdot x_2 + 4 \cdot x_3, \text{ kcal} \quad (6)$$

čia: x_1 – baltymai; x_2 – riebalai; x_3 – angliavandeniai;

2.2.2. Nitratų ir nitritų kiekio pokyčių įvertinimo metodai

Nitratų kiekio nustatymas liofilizuotose daržovėse

Pasveriami apytikriai 5 g liofilizuotų salierų sulčių, ištirpinama 400 ml distiliuoto vandens ir maišoma magnetine maišykle 30 min. kambario temperatūroje. Gautas ekstraktas filtruojamas, supilamas į 500 ml matavimo kolbą ir atskiedžiamas distiliuotu vandeniu iki žymės. Į 25 ml filtrato įpilama 0,5 ml ISA tirpalo, kuris palaiko tirpalo joninę jėgą ir 5 ml ISISA tirpalo, kuris panaikina visus trukdžius, blokuoja kitus jonus, kad būtų nustatytas tikslus nitratų jonų kiekis (mg/l). Nitratų jonų kiekis, esantis tirpale, nustatomas *Hanna HI 4222* (Vokietija) elektrodu [104]. Nitratų jonų

perskaičiavimas į NaNO_3 druską, liofilizuotose salierų sultyse: $M(\text{NaNO}_3) = 85\text{g/mol}$; $M(\text{NO}_3^-) = 62\text{g/mol}$

85 g/mol – 100 %

62 g/mol – x % , iš čia $x = 73$ % sudaro NO_3^- jonai druskos molekulėje

5220mg/kg (NO_3^- jonų) – 73 %

y mg/kg (NaNO_3) – 100 %, iš čia $y = 7150,68$ mg/kg NaNO_3

Nitratų ir nitritų kiekio nustatymas mėsoje. Nitritų nustatymas liofilizuotose daržovėse

Mėsos bandiniuose, virtuose gaminiuose, šaltai rūkytose dešrose nitratų ir nitritų kiekiui nustatyti bandinys paruošiamas vienodai. Taip pat paruošiamas bandinys nitritų kiekiui nustatyti liofilizuotose salierų sultyse.

Bandinio paruošimas (baltymų nusodinimas). 250 ml cheminėje stiklinėje pasverama 10 g bandinio, įpilama 5 ml dinatrio tetraborato ir 100 ml karšto vandens. Stiklinė su turiniu 15 min laikoma verdančiame vandenyje, ataušinama iki kambario temperatūros, tada įpilama 2 ml kalio (II) heksacianoferato, 2 ml cinko acetato ir supurtoma. Stiklinės turinys perpilamas į matavimo kolbą, kur praskiedžiamas iki 200 ml, toliau tirpalas filtruojamas, o gautas filtratas naudojamas nitritų bei nitratų nustatymui [105].

Nitratų nustatymas. Į 10 ml filtrato įpilama 0,2 ml ISA, kuris palaiko tirpalo joninę jėgą, ir 10 ml ISISA, kuris panaikina visus trukdžius, blokuoja kitus jonus, kad būtų nustatytas tikslus nitratų kiekis. Elektrovara išmatuojama, naudojant *Hanna HI 4222* (Vokietija) elektrodą. Paskui į tirpalą pilamas 1 ml 0,001 mol/l NO_3^- jonų tirpalo ir matavimai kartojami, gauti duomenys užrašomi. **Nitratų kalibracinė kreivė** sudaroma paruošiant standartinius mėginius su žinoma natrio nitrato koncentracija 0, 50, 150, 200 ir 300 mg/kg. Elektrovara išmatuota, naudojant *Hanna HI 4222* (Vokietija) elektrodą. Iš gautų rezultatų sudaroma kalibracinė elektrovaros jėgos priklausomybės nuo natrio nitrato koncentracijos kreivė pateikta 2 priede A pav.

Nitritų kiekis nustatomas, taikant spektrofotometrinį metodą. Į 100 ml matavimo kolbą įpilama 20 ml filtrato, 40 ml distiliuoto vandens, 10 ml sulfanilamido ir 6 ml HCl, tada tirpalas supurtomas ir paliekamas 5 min pastovėti tamsoje, kambario temperatūroje. Toliau įpilama 2 ml (N – naftil) – etilendiamino, vėl paliekama 3 min pastovėti kambario temperatūroje, apsaugant nuo šviesos poveikio, tada praskiedžiama iki žymės (100 ml) ir matuojamas optinis tankis esant 538 nm bangos ilgiui, naudojant spektrometrą *Genesys 20* (Vokietija). Pagal gautus rezultatus nustatoma NaNO_2 koncentracija iš kalibracinės kreivės. Nitritų jonų kiekiui apskaičiuoti daržovėse naudojama formulė:

$$\text{Nitritų jonų koncentracija} = \frac{m_1 \cdot 200}{V_1 \cdot m_0}; \text{mg / kg} \quad (7)$$

kur: m_0 – tyrimui paimtas bandinio kiekis, g; m_1 – NaNO_2 koncentracija, gauta iš kalibracinės kreivės, $\mu\text{g/ml}$; V_1 – paimto filtrato tūris, ml;

Natrio nitrito kiekiui mėsos produktuose apskaičiuoti naudojama formulė:

$$Q(\text{NaNO}_2) = c \cdot \frac{2000}{V \cdot m}; \text{mg/kg} \quad (8)$$

kur: m – mėginio masė, g; V – paimto filtrato tūris, ml; c – NaNO₂ koncentracija µg/ml, atskaityta iš kalibracinės kreivės, atitinkanti tirpalo, paruošto iš mėginio tankį.

Kalibracinė kreivė sudaroma paruošiant standartinius tirpalus su žinoma NaNO₂ koncentracija 2·10⁻⁴; 1·10⁻³; 2·10⁻³; 1·10⁻²; 2·10⁻²; 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,0; 1,2; 1,6; 2,0; 3,0 ir 3,5 mg/kg. Tolesnis tirpalų paruošimas yra toks pat kaip aprašyta nitritų kiekio nustatymo skyrelyje, jų optinis tankis matuojamas spektrometru *Genesys 20* (Vokietija) esant 538 nm bangos ilgiui. Iš gautų rezultatų sudaroma kalibracinė kreivė (žr. 2 priedo B pav.) [106].

2.2.3. Mėsos pigmentų formų nustatymo metodai

Remiantis J. E. Hayes (2013) ir A. Carlez (1995) nurodytais metodais, nustatytas NOMb, bendras pigmentų bei mioglobino formų kiekis 0, 1, 2, 3, 4 parą mėsos bandiniuose, virtuose mėsos gaminiuose po terminio apdorojimo bei 0, 2, 4, 7 ir 14 parą bręstant šaltai rūkytoms dešroms. Kiekvienas bandinys analizuotas 3 kartus, atlikta rezultatų statistinė analizė [107, 108].

1. Nitrozo mioglobino (NOMb) kiekio nustatymas

Į stiklinėlės, apvyniotas folija (saugomi pigmentai nuo šviesos poveikio), pasveriamą 5 g bandinio, įpilama 20 ml acetono, 1,5 ml distiliuoto vandens ir 30 sekundžių homogenizuojama 11000 rpm greičiu, naudojant *Ultra – Turex* (Belgijos karalystė) homogenizatorių išekstrahuoti pigmentams. Stiklinėlės uždengiamos ir paliekamos stovėti 5 minutes. Praėjus šiam laikui bandiniai filtruojami ir matuojama filtrato absorbcija esant 540 nm bangos ilgiui, spektrometru *Genesys 20* (Vokietija). NOMb kiekis (ppm) apskaičiuojamas padauginus gautą absorbcijos vertę iš 290 [107].

2. Bendro pigmentų kiekio analizė

Į stiklinėlės, apvyniotas folija (saugomi pigmentai nuo šviesos poveikio), pasveriamą 5 g bandinio, įpilama 20 ml acetono, 1 ml distiliuoto vandens ir 0,5 ml koncentruotos HCl, 60 sekundžių homogenizuojama 11000 rpm greičiu, naudojant *Ultra – Turex* (Belgijos karalystė) homogenizatorių išekstrahuoti pigmentams. Stiklinėlės uždengiamos ir paliekamos pastovėti 1 h, kad įvyktų pilna pigmentų ekstrakcija. Praėjus šiam laikui bandiniai filtruojami ir matuojama filtrato absorbcija esant 640 nm bangos ilgiui, spektrometru *Genesys 20* (Vokietija). Bendras pigmentų kiekis (ppm) apskaičiuojamas padauginus gautą absorbcijos vertę iš 680. NOMb kiekis, kaip dalis bendro pigmentų kiekio, apskaičiuojamas pagal šią formulę [107]:

$$\text{NOMb kiekis (g/100g)} = \text{NOMb kiekis (ppm)} / \text{bendro pigmentų kiekio (ppm)} \quad (9)$$

3. Mioglobino formų nustatymas

Oksimioglobino, mioglobino bei metmioglobino formų nustatymas mėsoje pagrįstas skirtingu absorbcijos spektru, kai šios trys molekulės yra tirpale. Absorbcija matuojama išekstrahavus

pigmentus iš mėsos mėginių. Šis metodas padeda nustatyti hemo pigmentų kiekį visame mėsos bandinyje, o ne tik mėsos paviršiuje. Į stiklinėles, apsuptas folija, pasveriami 2 g bandinio ir 20 sekundžių homogenizuojama 11000 rpm greičiu, naudojant *Ultra – turrax* homogenizatorių (Belgijos karalystė) su 20 ml 0,04 mol/L Na/K fosfatinio buferio, kurio pH 6,8. Bandiniai uždengiami folija, laikomi ledo vonioje 1 h ir centrifuguojami *Velocity 14* (Italija) centrifuga 30 min, esant 10000 rpm greičiui. Filtruojama į 25 ml matavimo kolbutes, praskiedžiama iki brūkšnio Na/K fosfatiniu buferiu, gerai išmaišoma ir matuojama absorbcija prie keturių skirtingų bangos ilgių (503 nm, 525 nm, 557 nm, 583 nm) spektrometru *Genesys 20* (Vokietija). Oksimioglobino, mioglobino ir metmioglobino kiekis procentais apskaičiuotas naudojantis formulėmis [108]:

$$Mb (\%) = (-0,543R_1 + 1,594R_2 + 0,552R_3 - 1,329) \times 100; \quad (10)$$

$$MbO_2 (\%) = (0,722R_1 - 1,432R_2 - 1,659R_3 + 2,599) \times 100; \quad (11)$$

$$MetMb (\%) = (-0,159R_1 - 0,085R_2 + 1,262R_3 - 0,520) \times 100. \quad (12)$$

R_1 , R_2 , R_3 atitinkami absorbcijos koeficientai:

$$R_1 = \frac{A_{583}}{A_{525}}; \quad (13)$$

$$R_2 = \frac{A_{557}}{A_{525}}; \quad (14)$$

$$R_3 = \frac{A_{503}}{A_{525}} \quad (15)$$

2.2.4. Tekstūros savybių nustatymo metodai

Bandinių savybės nustatytos naudojant tekstūros analizatorių *Texture analyser* (Jungtinė karalystė) *back extrusion* metodu. Pasveriami 90 g bandinio į cilindro formos indelį 0,01g tikslumu svarstyklėmis *A&D EK – 600i* (Vokietija). Tuomet tekstūros analizatoriaus plunžeris lėtai leidžiasi ir pasiekęs mėginio paviršių pradeda matavimus, nustato mėginio kietumą (N) ir koheziškumą (N). Plunžeris pasiekęs mėginio paviršių leidžiasi dar 20 mm ir tada atlikęs matavimus sugrįžta į pradinę būseną.

Pagamintoms dešroms atlikta tekstūros profilio analizė (TPA), naudojant – TA – XT2i – *Texture analyser* (Jungtinė karalystė) analizatorių. 25x20 mm dydžio mėginiai dedami ant tekstūros analizatoriaus pagrindo ir veikiami 50 % jėga, matavimai atlikti esant 20 °C temperatūrai. Mėginiai spaudžiami 1 mm/s greičiu dviem suspaudimo ciklais. Atliekant TPA galima įvertinti kietumo (N), struktūros atsistatymo, koheziškumo (N) ir gumiškumo parametrus.

2.2.5. Mikroorganizmų nustatymo metodai

Mikroorganizmų kiekiui nustatyti tuo pačiu paros metu steriliais įrankiais imti mėginiai (10 g) 0, 1, 2 ir 4 parą iš fermentuojamų mėsos bandinių ir 0, 1, 2, 4, 7 ir 14 paromis iš šaltai rūkytų dešrų.

Pieno rūgšties bakterijų kiekis nustatytas remiantis LST ISO 15214:2009 standartu [109]. *Staphylococcus* rūšies mikroorganizmų kiekis nustatytas remiantis LST EN ISO 6888 – 1:2000 standartu [110]. Koliforminių bakterijų kiekis nustatytas remiantis LST ISO 4831:2006 standartu [111].

2.2.6. Pieno bei glutamo rūgščių nustatymo metodai

Bandinio paruošimas L – glutamo ir pieno rūgščių nustatymui. Iš 5 g bandinio glutamo rūgštis išekstrahuojama naudojant 1M perchloro rūgštį. Gautas ekstraktas centrifuguojamas, filtruojamas ir titruojamas 2M KOH tirpalu iki pH pasiekia 10. Ekstraktas įdedamas į šaldymo kamerą 20 min, praėjus tam laikui išimamas ir palaikomas kambario temperatūroje iki atšyla, tuomet filtruojamas. Gautas filtratas praskiedžiamas santykiu 1:10.

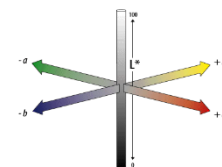
L – glutamo rūgšties kiekis nustatytas naudojant Megazyme fermentų rinkinį. Praskiestas filtratas veikiamas fermentais, praėjus laikui, kurio reikia reakcijoms įvykti, matuojama tirpalo absorbcija spektrometru *Genesys 20* (Vokietija) esant 492 nm bangos ilgiui [112].

Pieno rūgšties kiekiui nustatyti naudojamas Boeringer Mannheim/R – Biopharm fermentų rinkinys. Praskiestas filtratas veikiamas fermentais, praėjus laikui, kurio reikia reakcijoms įvykti, matuojama tirpalo absorbcija spektrometru *Genesys 20* (Vokietija) esant 365 nm bangos ilgiui [113].

2.2.7. Cukrų nustatymas HPLC metodu

10 g mėginio, užpilama 60 ml distiliuoto vandens stiklinėlėje ir gerai išmaišoma. Mėginys termostatuojamas 15 min. 60 °C temperatūros vandens vonioje. Po to atvėsinaamas iki kambario temperatūros ir nuskaidrinamas naudojant Carrez I ($K_4[Fe(CN)_6] \times 3H_2O$) ir Carrez II ($ZnSO_4 \times 7H_2O$) reagentus. Mėginys kiekybiškai perkeliamas į 100 ml matavimo kolbą ir distiliuotu vandeniu praskiedžiamas iki žymės. Filtruojamas per 0,45 µm porų dydžio membraninį filtrą ir analizuojamas efektyviosios skysčių chromatografijos metodu. Chromatografinės analizės sąlygos: judančios fazės tekėjimo greitis – 1,2 ml/min; injekcijos tūris 20 µl; kolonėlės temperatūra 28 °C; detekcijai naudojamas garinantis šviesos išbarstymo detektorius, eliucija – izokartinė, judančioji fazė acetonitrilo ir vandens mišinys (75:25 pagal tūrį). Sacharozės, gliukozės ir fruktozės kiekis nustatytas išorinio standarto metodu pagal smailių sulaikymo laiką. Naudota *Shimadzu* chromatografinė sistema (Tokyo, Japonija), turinti du detektorius: diodų matricos ir garinantį šviesos išbarstymo detektorių (angl. ELSD – evaporative light scattering detector). Analizių išskirstymui naudota kolonėlė *Pack Polyamine II* su prieškolone, kurios užpildo dalelių dydis 5 µm, porų dydis 12 Å.

Mėsos spalvos koordinatės išmatuotos spalvos matuokliu – *Chroma meter CR 400/410*. Spalva išmatuota CIE Lab tridimensinėje ($L^* a^* b^*$) skalėje. Joje L^* matuoja ryškumą, kur 0 atitinka visiškai juodą, o 100 – visiškai baltą spalvą. a^* vertė matuojama nuo – 60 (visiškai žalia) iki +60 (visiškai raudona) ir b^* vertė nuo – 60 (visiškai mėlyna) iki +60 (visiškai geltona). Spalvos matuoklis sukalibruotas prieš kiekvieną matavimą naudojant baltą plokštelę.



4 pav. Spalvos koordinatės.

pH nustatytas naudojant pH – metrą *WTW 3110* (Vokietija), kuriuo išmatuojama elemento sudaryto iš dviejų elektrodų, elektrovaros jėga. Elektrodas kalibruotas naudojant buferį (pH – 7 ir pH – 4). Matavimai atliekami be temperatūros kompensacijos.

Vandens aktyvumas nustatytas vandens aktyvumo matuokliu – *Novasina Ms1 – a_w* (Novasina, Šveicarija), kurio matavimo tikslumas $\pm 0,01$ a_w. Mėginys yra dedamas į visiškai sandarią matavimo kamerą, kur drėkina arba sausina orą kameros viduje iki kol bus pasiekta pusiausvyrinė drėgmė. Šis pokytis vyksta dėl dalinio vandens garų slėgio skirtumo tarp aplinkos ir mėginio.

Gaminio išeigos/ terminių nuostolių skaičiavimas. Gaminių išeigos nustatytos svėrimo metodu (sveriant gaminius prieš ir po terminio apdorojimo) ir apskaičiuojamos pagal formulę:

$$I = \frac{m_2}{m_1} \cdot 100 \quad (16)$$

čia: I – gaminio išeiga, %; m_2 – masė po terminio apdorojimo, g; m_1 – masė prieš terminį apdorojimą, g.

2.2.8. Statistinė analizė

Statistinis duomenų įvertinimas atliktas MS Excel (2010) kompiuterine programa. Tyrimų rezultatai pateikti apskaičiavus vidutines vertes ir „STDEV“ (vidutinį standartinį nuokrypį).

3. Darbo rezultatai ir jų aptarimas

3.1. Liofilizuotų daržovių sulčių cheminė sudėtis, energetinė vertė, nitratų ir rauginamų cukrų kiekis

Liofilizacija – džiovinimo procesas, kurio metu iš džiovinamo produkto pašalinama didžioji dalis vandens, tačiau išlieka beveik nepakitusios maistinės medžiagos, spalva, skonis, tekstūra, lyginant su šviežiu produktu. Liofilizuotų salierų ir pastarnokų sulčių išėiga ir pagrindiniai cheminės sudėties komponentų rezultatai pateikti 1 lentelėje. Iš duomenų matyti, kad sublimacijos metu pašalinama didelė dalis drėgmės, todėl sausosios medžiagos sukonzentruojamos ir jų kiekis ženkliai išauga, lyginant su teoriniais žalių daržovių cheminės sudėties rezultatais [9, 11]. Po liofilizacijos salierų sultyse baltymų, mineralinių medžiagų kiekis išaugo daugiau nei 10, riebalų – 5, angliavandenių – 8 kartus, o liofilizuotose pastarnokų sultyse baltymų kiekis padidėjo 5, riebalų ir mineralinių medžiagų – 3, o angliavandenių – 8 kartus. Kadangi džiovinimo metu padidėja sausųjų medžiagų kiekis, todėl išauga ir sublimuotų sulčių energetinė vertė. Nustatyta, kad liofilizuotose salierų sultyse buvo daugiausiai baltymų (17,72 %), mineralinių medžiagų (14,49 %) bei drėgmės (8,94 %), o sublimuotose pastarnokų sultyse apskaičiuotas didžiausias angliavandenių (83,11 %) kiekis, kai riebalų kiekis nustatytas labai panašus (apie 1,5 %) abiem atvejais.

1 lentelė. Liofilizuotų daržovių sulčių cheminė sudėtis.

Cheminės sudėties komponentų kiekis, %		Baltymų kiekis, %	Riebalų kiekis, %	Mineralinių medžiagų kiekis, %	Drėgmės kiekis, %	Angliavandenių kiekis, %	Energetinė vertė, kcal	Išėiga, %
Salierai	Žali	1,5	0,5	1	89	7,4	29	
	liofilizuoti	17,72 ± 0,21	1,58 ± 0,02	14,49 ± 0,07	8,94 ± 0,08	57,27	314,16	4,06
Pastarnokai	Žali	1,7	0,8	1,2	80	11	64	
	liofilizuoti	7,28 ± 0,02	1,41 ± 0,01	3,54 ± 0,02	4,66 ± 0,05	83,11	374,24	7,07

Liofilizuotose salierų bei pastarnokų sultyse nustatytas nitratų jonų kiekis, perskaičiuotas į NaNO_3 druską, o gauti rezultatai pateikti 2 lentelėje. Literatūroje nurodoma, kad žali salierai vidutiniškai nitratų gali sukaupti nuo 1100 iki 2500 mg/kg, o pastarnokai tik 83 mg/kg [26]. Iš eksperimento metu gautų rezultatų matyti, kad liofilizuotose salierų sultyse nustatytas kur kas didesnis nitratų jonų kiekis ($5020 \pm 194,336$ mg/kg) nei pastarnokų sultyse ($464,664 \pm 29$ mg/kg). Perskaičiavus gautus duomenis į NaNO_3 kiekį gauta, kad liofilizuotuose salieruose yra $6876,71 \pm 194,336$ mg/kg, o pastarnokuose – $636,53 \pm 29$ mg/kg, tai yra apytikriai 7 kartus daugiau nei žaliose daržovėse.

2 lentelė. Nitratų kiekis liofilizuotose daržovių sultyse.

Liofilizuotų daržovių sultys	Nitratų jonų kiekis, mg/kg	Nitratų kiekis, mg/kg
Salierai	$5020 \pm 194,336$	$6876,81 \pm 194,336$
Pastarnokai	$464,664 \pm 29$	$636,53 \pm 29$

Daržovėse esantys rauginami cukrai yra svarbūs pienarūgščių bakterijų veiklai, kurios metu susidaro pieno rūgštis, sumažinanti mėsos masės pH. Remiantis literatūra cukraus kiekiui augale įtakos gali turėti jo veislė, vėlesnė augalo vegetacija ir klimato sąlygos [13]. Liofilizuotose salierų ir pastarnokų sultyse nustatytas rauginamų cukrų (D – gliukozės ir D – fruktozės) kiekis labai panašus: salieruose – 1,002 g/l, o pastarnokuose – 1,012 g/l, nors žaliuose pastarnokuose angliavandenių randama 2 – 3 kartus daugiau nei salieruose. Taip galėjo būti dėl to, nes pastarnokuose rauginami cukrai sudaro tik apie 50 % visų angliavandenių kiekio, randamo daržovėse, kitą dalį sudaro krakmolos. Raisa G. Ovodova kartu su kolegomis (2009) tyrė salierus ir nustatė, kad juose yra 28 % urono rūgšties ir 72 % rauginamų cukrų, iš kurių daugiausia gliukozės (53 %), galaktozės (17 %) ir arabinozės (15 %) [114].

3.2. Liofilizuotų daržovių sulčių fermentacija

Norint įvertinti liofilizuotų salierų ir pastarnokų sulčių panaudojimo galimybes mėsos produktų gamyboje, vykdoma šių daržovių produktų fermentacija, naudojant *St. carnosus*, *St. xylosus* ar *St. xylosus* bei *P. pentosaceus* mišinio startines kultūras ir stebint, kokią įtaką jos turi pH, nitratų, nitritų, pieno bei glutamo rūgščių kiekio pokyčiui fermentacijos metu.

3.2.1. pH pokytis liofilizuotų daržovių sulčių fermentacijos metu

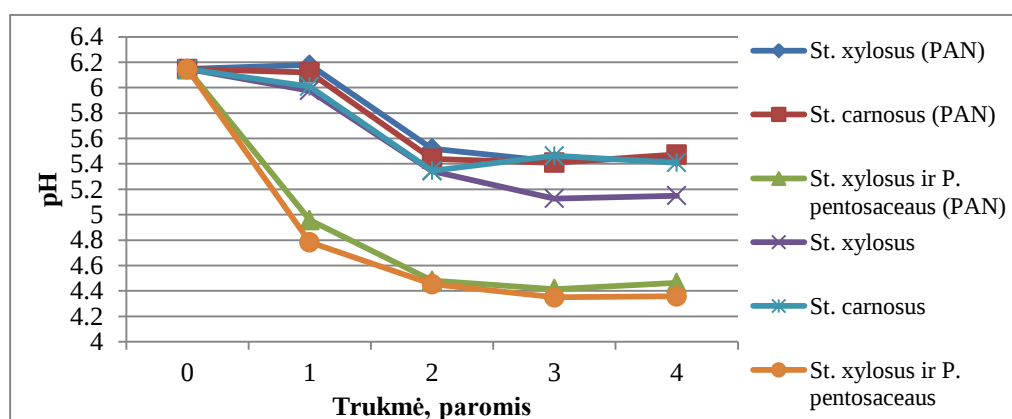
Liofilizuotų daržovių sulčių fermentacijos metu nebuvo pastebėta reikšmingų skirtumų tarp bandinių, kurie buvo laikomi anaerobinėmis (AS) ir pusiau anaerobinėmis sąlygomis (PAN), tačiau naudojamų startinių kultūrų įtaka buvo ryški (žr. 5 ir 6 pav.). Po pirmos fermentacijos paros didžiausias pH pokytis buvo bandiniuose su *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* startinių kultūrų mišiniu, kur liofilizuotų salierų sulčių pH sumažėjo nuo 6,14 iki 4,95 (PAN) ir 4,78 (AS), o sublimuotų pastarnokų sulčių nuo 6,66 iki 4,5 (PAN) ir 4,64 (AS). Bandiniuose, kur buvo naudojamos *St. carnosus* ar *St. xylosus* startinės kultūros, pH pokyčius lėmė fermentuojamose daržovėse esančių cukrų kiekis ir natūraliai jose esančios pienarūgštės bakterijos, nes stafilokokai priskiriami mikroorganizmams, kurie nesukelia rūgštėjimo, todėl kartu su jais turėtų būti naudojamos rūgštingumą reguliuojančios medžiagos [40]. Nustatyta, kad liofilizuotų salierų sulčių mėginiuose su stafilokokų kultūromis reikšmingo pH pokyčio nebuvo tiek PAN, tiek AS sąlygomis, o liofilizuotų pastarnokų sulčių fermentacijos metu, mėginiuose su *St. carnosus* padermėmis pH vertės sumažėjo iki 4,62 (AS) ir 4,87 (PAN), o bandiniuose su *St. xylosus* – siekė 4,69 (AS) ir 5,5 (PAN). Jaesikas Yangas (2014) dvi paras, 30 °C temperatūroje fermentavo porus esant natūraliai mikroflorai ir pastebėjo, kad didžiausias pH pokytis buvo po 24 val, kai pH nukrito nuo 6,1 iki 4,4, tačiau toliau vykstant fermentacijai vertės praktiškai nebekito [115].

Praėjus dviem fermentacijos parom liofilizuotų salierų sulčių bandiniuose, tiek AS, tiek PAN pH sumažėjo per 0,4 – 0,7 padalos vertės, o liofilizuotų pastarnokų sulčių mėginyje su *St. xylosus* startinėmis kultūromis PAN sąlygomis pH nukrito per 0,8 padalos vertės. Tolesnės daržovių sulčių fermentacijos metu pH pokytis visuose bandiniuose buvo labai nežymus. Jaesikas Yangas (2014)

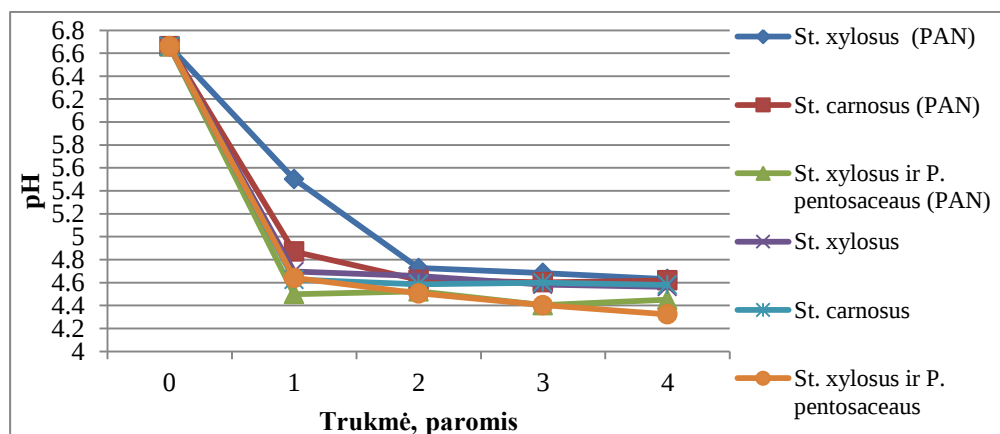
porų fermentacijos pabaigoje, naudojant heterofermentines *W. confuse* ir *L. plantarum* pienarūgštes bakterijas, nustatė mažesnes pH vertes nei šio eksperimento metu, atitinkamai 4,14 ir 3,71 [115].

Liofilizuotų daržovių sulčių fermentacijai, naudojant *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* startinių kultūrų mišinį ar *St. carnosus* bakterijas, pastebėta, kad didžiausias pH pokytis įvyksta per pirmąsias dvi fermentacijos paras, tokią pačią tendenciją nustatė ir kiti autoriai, kurie naudojo šias kultūras fermentinių dešrų gamybai. Taigi galima daryti išvadą, kad šių startinių kultūrų veikimo mechanizmas yra panašus daržovių bei dešrų fermentacijos metu [116].

Lyginant tarpusavyje liofilizuotų salierų ir pastarnokų sulčių fermentaciją matyti, kad bandiniuose su liofilizuotomis salierų sultimis ir *St. carnosus* ar *St. xylosus* startinėmis kultūromis nustatytos didesnės pH vertės jau nuo pirmos fermentacijos paros, lyginant su liofilizuotų pastarnokų sulčių bandiniais, o tokius rezultatus galėjo lemti antimikrobinės salierų medžiagos [117].



5 pav. pH pokytis liofilizuotų salierų sulčių fermentavimo metu anaerobinėmis ir pusiau anaerobinėmis sąlygomis.



6 pav. pH pokytis liofilizuotų pastarnokų sulčių fermentavimo metu anaerobinėmis ir pusiau anaerobinėmis sąlygomis.

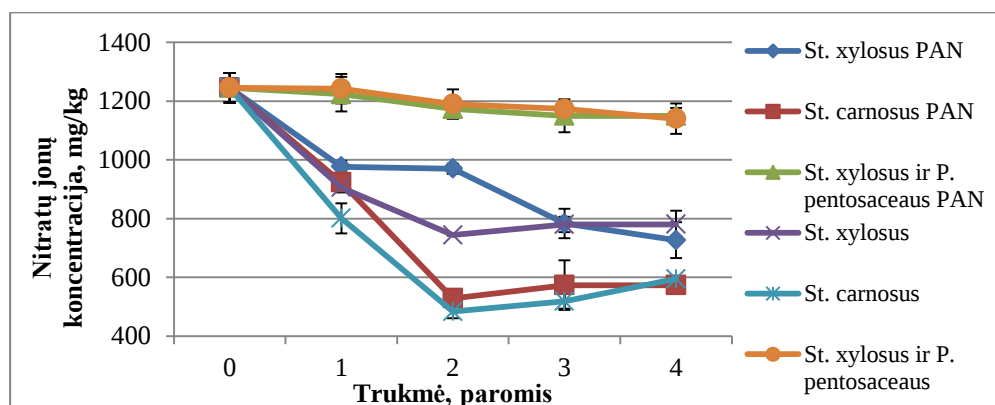
3.2.2. Nitratų kiekio pokytis liofilizuotų daržovių sulčių fermentacijos metu

Maisto produktų sudėtyje nitratų yra mažai, bet tam tikros daržovės, pavyzdžiui, špinatai, salotos, burokėliai gali sukaupti didelį jų kiekį, kuriam įtakos turi sezonas, šviesos kiekis, temperatūra, auginimo ir sandėliavimo sąlygos [25]. Iš viso iki 80 – 85 % suvartojamų nitratų

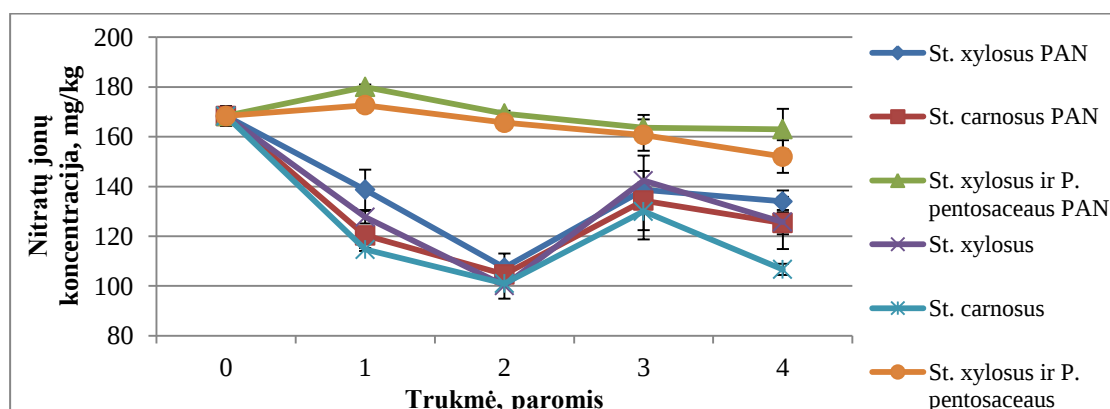
gaunama su daržovėmis [118], todėl daug jų vartojant galima įsisavinti didesnę nitratų kiekį nei 1995 m. nustatyta leistina paros dozė (LPD): 3,7 mg/kg kūno svorio (išreikšta nitratų jonais) [119].

Vertinant skirtingų startinių kultūrų įtaką nitratų skaidymui nustatyta, kad fermentuojant liofilizuotas salierų ir pastarnokų sultis labiausiai nitratų kiekis sumažėjo ten, kur buvo panaudotos *St. carnosus* ar *St. xylosus* startinės kultūros, nepriklausomai nuo sudarytų sąlygų (žr. 7 ir 8 pav.). Praėjus pirmai fermentacijos parai liofilizuotuose salierų ir pastarnokų sultyse nitratų kiekis sumažėjo 24 – 34 %, o po antros paros – 39,7 – 42,7 %, tačiau trečią parą pastebėtas padidėjimas, kuris gali būti siejamas su nitritų oksidacija iki nitratų [120], nors fermentacijos pabaigoje šių junginių kiekis neženkiai sumažėjo. Kaip matoma iš rezultatų, *St. carnosus* nitratreduktazės aktyvesnės nei *St. xylosus*, todėl panaudojus šią kultūrą nitratų suskaidyta daugiau [121].

Nitratų kiekis liko beveik nepakitęs tuose bandiniuose, kur buvo naudojamas startinių kultūrų mišinys, nes stafilokokų bakterijų veikimui terpė jau po 1 paros buvo per rūgšti, kur liofilizuotuose salierų sultyse pH buvo nuo 4,78 (AS) iki 4,95 (PAN), liofilizuotose pastarnokų sultyse nuo 4,5 (PAN) iki 4,64 (AS), o *P. pentosaceus* nepasižymi savybe redukuoti nitratus iki nitritų [40].



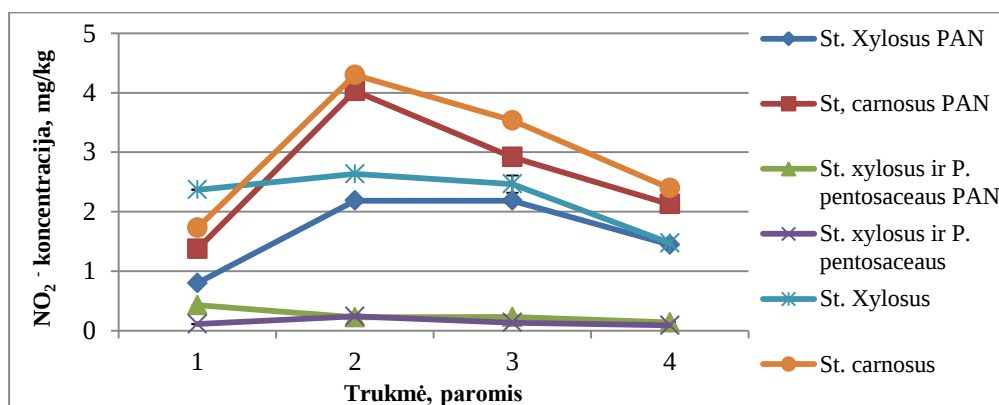
7 pav. NO_3^- jonų koncentracijos pokytis liofilizuotų salierų sulčių fermentavimo metu pusiau anaerobinėmis ir anaerobinėmis sąlygomis.



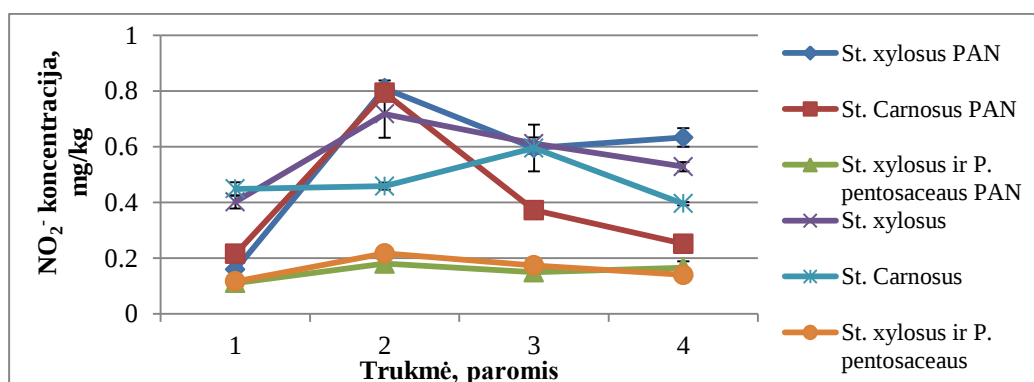
8 pav. NO_3^- jonų koncentracijos pokytis liofilizuotų pastarnokų sulčių fermentavimo metu pusiau anaerobinėmis ir anaerobinėmis sąlygomis.

3.2.3. Nitritų kiekio pokytis liofilizuotų daržovių sulčių fermentacijos metu

Nitritai mėsos pramonėje naudojami produktui suteikti natūralią spalvą, slopinti patogeninę mikroflorą, ypač *Cl. botulinum* ir užtikrinti produkto kokybę bei saugą. Vertinant skirtingų startinių kultūrų įtaką nitritų kiekio pokyčiams fermentacijos metu nustatyta, kad liofilizuotose salierų ir pastarnokų sultyse didžiausias nitritų kiekio padidėjimas pastebėtas 2 parą, nepriklausomai nuo sudarytų sąlygų (žr. 9 ir 10 pav.). Šis pokytis siejamas su didžiausiu nitratų kiekio sumažėjimu dėl nitratredukuojančių bakterijų veiklos, iš kurių aktyviausios buvo *St. carnosus* startinės kultūros ir jų veikla lėmė, kad liofilizuotose salierų sultyse nitritų susidarė 3,96 (PAN) ir 4,32 (AS) mg/kg, pastarnokų sultyse 0,8 (PAN) mg/kg, o veikiant *St. xylosus* kultūroms nitritų susidarė mažiau. Iš šių rezultatų matyti, kad didesniu nitratų/nitritų reduktazės aktyvumu pasižymėjo *St. carnosus* nei *St. xylosus* bakterijos [121]. Toks mažas nitritų kiekis bandiniuose nustatytas galimai dėl to, nes jie yra labai reaktyvūs junginiai ir greitai redukuojami iki NO, esant rūgštesnei aplinkai [120]. Nitritų kiekis liko beveik nepakitęs tuose bandiniuose, kur buvo naudojamas startinių kultūrų mišinys, nes nitratus iki nitritų skaido tik stafilokokai, kurie esant pH žemesniam nei 4,8 neišgyvena [122].



9 pav. NO₂⁻ jonų koncentracijos pokytis liofilizuotų salierų sultyse fermentavimo metu pusiau anaerobinėmis ir anaerobinėmis sąlygomis.



10 pav. NO₂⁻ jonų koncentracijos pokytis liofilizuotų pastarnokų sultyse fermentavimo metu pusiau anaerobinėmis ir anaerobinėmis sąlygomis.

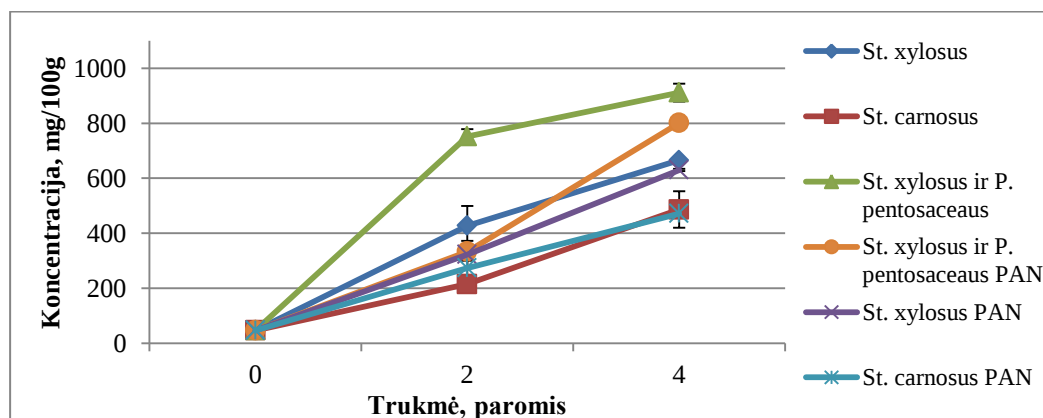
3.2.4. Pieno rūgšties pokytis liofilizuotų daržovių sulčių fermentacijos metu

Natūralioms antimikrobinėms medžiagoms priskiriamos organinės rūgštys, įskaitant ir pieno rūgštį, kuri gali užkirsti kelią nepageidaujamų mikroorganizmų augimui maisto produktuose [123].

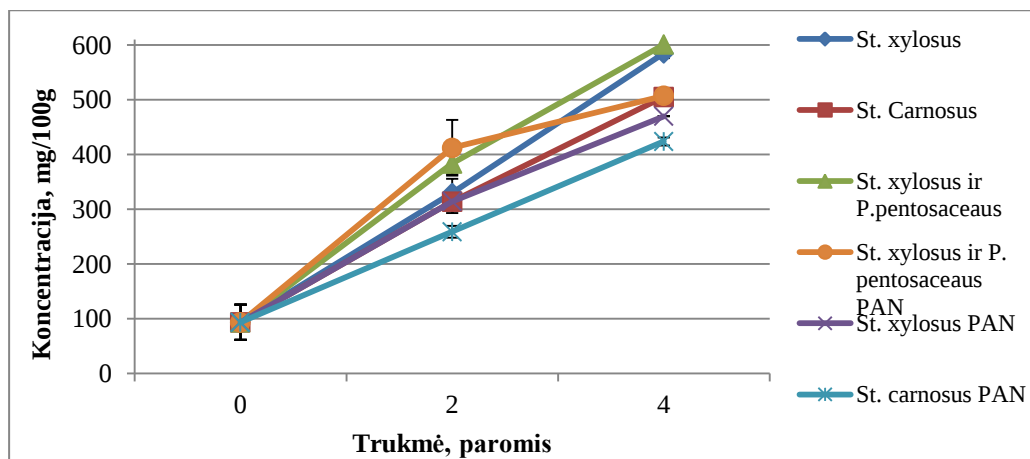
Nustatyta, kiek susidaro pieno rūgšties fermentuojant liofilizuotas pastarnokų bei salierų sultis su *St. carnosus*, *St. xylosus* ar *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* startinių kultūrų mišiniu bei laikant bandinius pusiau anaerobinėmis ir anaerobinėmis sąlygomis (žr. 11 ir 12 pav.). Pradinis pieno rūgšties kiekis sublimuotose pastarnokų sultyse (93,79 mg/100g) buvo beveik 2 kartus didesnis nei liofilizuotose salierų sultyse (46,87 mg/100g), o tolesnės fermentacijos metu visuose bandiniuose tolygiai didėjo, nepriklausomai nuo sudarytų sąlygų. Fermentacijos pabaigoje nustatyta, kad daugiausiai pieno rūgšties susidarė tuose bandiniuose kur buvo panaudotas startinių kultūrų mišinys su homofermentinėmis pienarūgštėmis bakterijomis, kurių pagrindinis gamybos produktas – pieno rūgštis. Liofilizuotų salierų sulčių bandiniuose nustatytas pieno rūgšties kiekis buvo 800 – 911 mg/100g, panašius rezultatus gavo Vasudha Sharma (2014) fermentuodamas didelį cukraus kiekį turinčias morkų ir moliūgų sultis, naudojant *L. plantarum* bakterijas. Fermentacija vykdyta 24 val, 37 °C temperatūroje, o jos pabaigoje nustatyta, kad pieno rūgšties kiekis padidėjo 6,6 karto, t. y. nuo 6090 mg/L iki 40430 mg/L [124]. Mūsų eksperimento metu kiek mažiau pieno rūgšties susidarė liofilizuotų pastarnokų sulčių bandiniuose (507 – 600 mg/100g). Jaesikas Yangas (2014) atliko porų fermentaciją leisdamas augti natūraliai mikroflorai bei sudarydamas sąlygas augti *L. plantarum* bakterijoms. Gauti rezultatai parodė, kad esant natūraliai fermentacijai D(-) – pieno rūgšties susidarė 1424 ± 72 mg/l, L(+) – pieno rūgšties 1068 ± 118 mg/l, o panaudojus *L. plantarum* D(-) – pieno rūgšties susidarė 5498 ± 109 mg/l, L(+) – pieno rūgšties 3234 ± 116 mg/l [115].

Susidariusi pieno rūgštis bandiniuose su *St. xylosus* ar *St. carnosus* startinėmis kultūromis parodė, kad juose fermentacijos metu augo natūraliai daržovėse esančios pienarūgštės bakterijos. Kiek didesnis pieno rūgšties kiekis susidarė bandiniuose, kuriuose buvo panaudotos *St. xylosus* nei *St. carnosus* startinės kultūros, tačiau didelių skirtumų tarp liofilizuotų salierų ir pastarnokų sulčių, naudojant tas pačias kultūras nenustatyta. Wenge Fu (1999) nustatė, kad optimalus pH pienarūgštėms bakterijoms gaminti pieno rūgštį yra tarp 5 – 6, todėl galima daryti prielaidą, kad dėl šios priežasties kiek daugiau šios rūgšties susidarė bandiniuose su liofilizuotomis salierų sultimis, nes ten jų augimui buvo palankesnis pH (nuo 5,15 iki 5,45) [125].

Eksperimento metu gauti rezultatai atvirkščiai koreliuoja su pH vertėmis, nes tuose bandiniuose, kur nustatytas didžiausias pieno rūgšties kiekis, ten buvo mažiausia pH vertė.



11 pav. Pieno rūgšties pokytis liofilizuotų salierų sulčių fermentavimo metu anaerobinėmis ir pusiau anaerobinėmis sąlygomis.



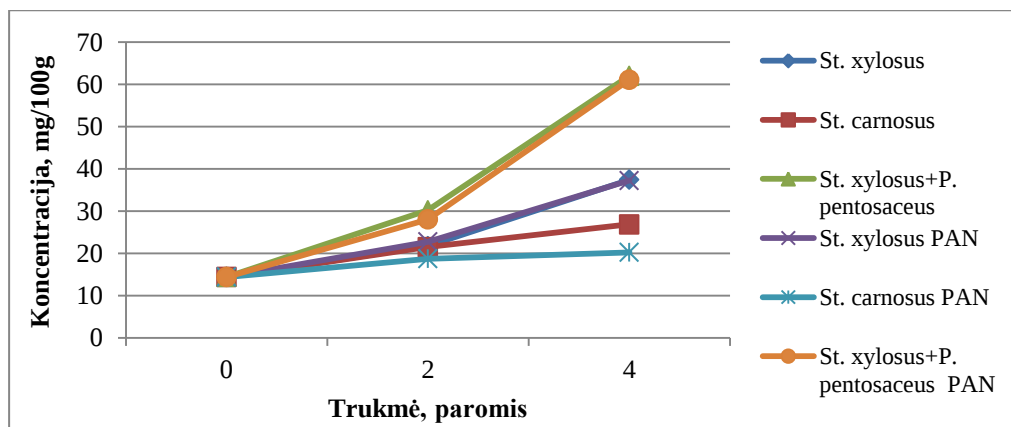
12 pav. Pieno rūgšties pokytis liofilizuotų pastarnokų sulčių fermentavimo metu anaerobinėmis ir pusiau anaerobinėmis sąlygomis.

3.2.5. Glutamo rūgšties pokytis liofilizuotų daržovių sulčių fermentacijos metu

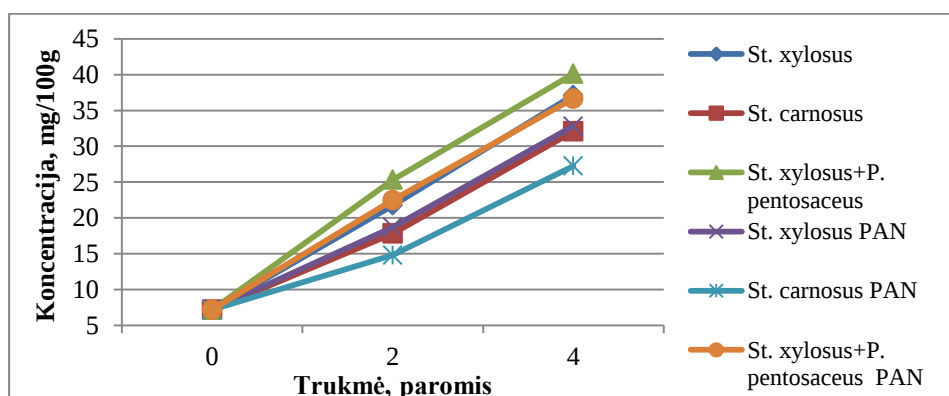
Mėsos baltymuose glutamo rūgšties gali būti aptinkama nuo 11 iki 22 %, o kai kurių augalų rūšių baltymuose randama apie 40 %. Tokios daržovės kaip kopūstai gali sukaupti 50 mg/100g, špinatai – 48 mg/100g, pomidorai – 246 mg/100g, žalieji šparagai – 49 mg/100g, kukurūzai – 106 mg/100g, svogūnai – 51 mg/100g, o grybai – 42 mg/100g laisvos glutamo rūgšties [126].

Nustatyta, kiek laisvos glutamo rūgšties susidaro fermentuojant liofilizuotas pastarnokų bei salierų sultis su *St. carnosus*, *St. xylosus* ar *St. xylosus* ir *P. pentosaceaus* startinių kultūrų mišiniu bei laikant bandinius pusiau anaerobinėmis ir anaerobinėmis sąlygomis (žr. 13 ir 14 pav.). Fermentacijos pradžioje liofilizuotų salierų sulčių (14,45 mg/100g) bandiniuose laisvos glutamo rūgšties buvo beveik du kartus daugiau nei liofilizuotuose pastarnokų sultyse (7,19 mg/100g). Fermentacijos metu baltymų proteolizė tolygiai vyko visuose bandiniuose, nepriklausomai nuo sudarytų sąlygų, o jai pasibaigus nustatyta, kad didžiausias laisvos glutamo rūgšties kiekis buvo mėginiuose su *St. xylosus* ir *P. pentosaceaus* startinių kultūrų mišiniu. Tokius rezultatus galėjo lemti pH, kuriam esant žemiau 5 vyksta intensyvesnis baltymų skaidymas iki laisvų amino rūgščių [127]. Tarp liofilizuotų salierų ir pastarnokų sulčių bandinių su *St. carnosus* ar *St. xylosus* startinėmis kultūromis, pasižyminčiomis proteolinėmis savybėmis, didelių skirtumų nenustatyta. Kadangi mažiausiai glutamo rūgšties susidarė naudojant *St. carnosus* startines kultūras, tai galima daryti prielaidą, jog jos pasižymi blogesnėmis proteolitinėmis savybėmis.

Fermentacijos pabaigoje didesnę laisvos glutamo rūgšties kiekį liofilizuotų salierų sulčių bandiniuose galėjo lemti tai, kad juose nustatytas didesnis baltymų kiekis nei liofilizuotuose pastarnokų sultyse ir nors skaitine verte salieruose susidarė didesnis glutamo rūgšties kiekis, tačiau pastarnokuose fermentacijos metu nustatytas didesnis pokytis, kuris lyginant su pradine koncentracija siekė nuo 3,8 iki 6 kartų.



13 pav. Glutamo rūgšties pokytis liofilizuotų salierų sulčių fermentavimo metu anaerobinėmis ir pusiau anaerobinėmis sąlygomis.



14 pav. Glutamo rūgšties pokytis liofilizuotų pastarnokų sulčių fermentavimo metu anaerobinėmis ir pusiau anaerobinėmis sąlygomis.

3.3. Modelinių mėsos bandinių ir šaltai rūkytų dešrų fermentacija

Siekiant įvertinti liofilizuotų salierų sulčių priedo ir skirtingų startinių kultūrų mišinio įtaką mėsos bandinių ir šaltai rūkytų dešrų cheminiams, technologiniams, mikrobiologiniams ir tekstūros pokyčiams fermentavimo metu, sudaromi skirtingi bandiniai.

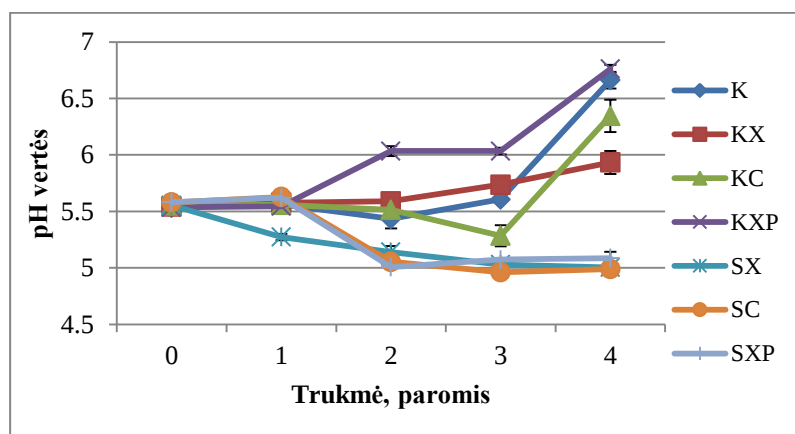
3.3.1. pH pokyčiai modelinių mėsos bandinių ir šaltai rūkytų dešrų fermentacijos metu

Mėsos produktų pH siejamas su jų sauga, juslinėmis savybėmis bei tekstūros pokyčiais. pH pokyčiai mėsos bandinių fermentacijos metu pavaizduoti 15 pav., iš čia matyti, kad paruošus kontrolinius (5,546) ir tiriamuosius (5,572) bandinius, liofilizuotų salierų sulčių priedas įtakos pH vertei neturėjo. Naudojamos mėsos kokybė lemia pradinį mėsos gaminių pH, kur normalioje mėsoje jis yra 5,6, kai PSE ir DFD, atitinkamai 5,39 ir 6,65 [128]. F. Papastamatiou su kolegomis (2007) tik paruoštose graikiškose dešrose su porų priedu, nustatė, kad pH kontrolinėse dešrose (5,1) buvo žemesnis nei tiriamosiose (5,6) [129], o G. A. Fista (2004) tiek dešrose su porų priedu, tiek kontrolinėse nustatė panašias pH reikšmes 5,6–5,8 [130].

Praėjus pirmai fermentacijos parai pastebėta, kad tiriamajame bandinyje su liofilizuotomis salierų sultimis ir *St. xylosus* startinėmis kultūromis (SX) pH sumažėjo iki 5,2. Po dviejų

fermentacijos parų pH sumažėjo kontrolėse tik su NaNO_3 (K) ir su NaNO_3 bei *St. carnosus* kultūromis (KC), tačiau kontrolėse su NaNO_3 ir *St. xylosus* (KX) bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis (KXP) atitinkamai išaugo iki 5,590 ir 6,034, nors tiriamuosiuose bandiniuose su liofilizuotomis salierų sultimis pH toliau mažėjo. Fermentacijos pabaigoje nustatyta, kad kontroliniuose bandiniuose pH buvo didesnis nei tiriamuosiuose. Tokius rezultatus galėjo lemti liofilizuotose salierų sultyse esantys redukuojami cukrai, kuriuos pienarūgštės bakterijos sunaudojo išskirdamos pieno rūgštį ir taip sumažindamos mėsos masės pH.

U. Dalmis ir A. Soyer (2008) gamindami fermentines turkiškas dešras su *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* startinių kultūrų mišiniu nustatė, kad praėjus keturioms fermentacijos paroms didesnis pH buvo kontroliniuose be startinių kultūrų (5,08) nei tiriamuosiuose (4,9) bandiniuose [116].



15 pav. pH pokytis mėsos bandiniuose fermentavimo metu. K – kontrolė su NaNO_3 , KX – kontrolė su NaNO_3 ir *St. xylosus* kultūromis. KC – kontrolė su NaNO_3 ir *St. carnosus* kultūromis. KXP – kontrolė su NaNO_3 bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. xylosus* kultūromis. SC – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. carnosus* kultūromis. SXP – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

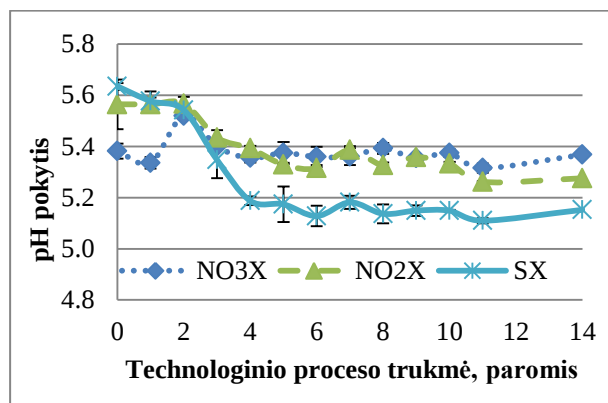
pH pokyčiai vykstantys šaltai rūkytų dešrų gamybos metu, naudojant *St. xylosus* ar *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* startines kultūras, pavaizduoti 16 ir 17 pav. Tik paruoštose dešrose su *St. xylosus* bakterijomis pH vertės buvo nuo 5,38 (NO_3X) iki 5,64 (SX), o su *St. xylosus* ir *P. Pentosaceus* kultūrų mišiniu visuose trijuose bandiniuose buvo beveik vienodos t. y. 5,55 – 5,58. Kaip matyti iš gautų rezultatų, pH labiausiai kito dešrų fermentacijos metu (per pirmas 4 paras), kur tiriamajame bandinyje su liofilizuotomis salierų sultimis ir *St. xylosus* (SX) pH pasiekė 5,15, o tiriamajame bandinyje su liofilizuotomis salierų sultimis ir startinių kultūrų mišiniu (SXP) – 5,04. Nors kontroliniuose bandiniuose, naudojant skirtingas startines kultūras, tarp pH verčių didelių skirtumų nenustatyta, o bendru atveju vertės buvo aukštesnės nei tiriamųjų.

Nuo dešrų brandinimo pradžios pastebėtas nežymus pH verčių padidėjimas, kuris gali būti siejamas su nebaltyminio azoto kaupimusi ir amino rūgščių skilimo produktais [131]. Pasibaigus technologiniam procesui pH kontroliniuose bandiniuose buvo labai panašus ir skirtingų mikroorganizmų naudojimas tam įtakos neturėjo, nors tiriamųjų dešrų su liofilizuotomis salierų sultimis pH buvo žemesnis ir siekė SX – 5,15, o SXP – 5,04. Pakankamas pH mikrobiologinei

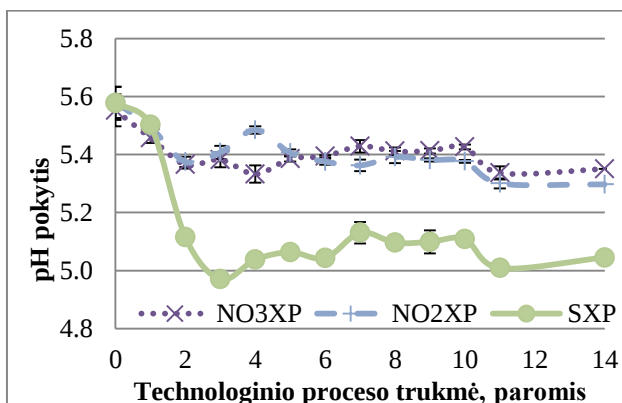
saugai užtikrinti nuo 4,6 iki 5,3 [132], taigi NO₂X, NO₂XP, SX bei SXP dešros po 14 parų yra mikrobiologiškai saugios, nes jų pH vertės patenka į šį intervalą.

Panašią pH kitimo tendenciją nustatė G. A. Fista (2004) gamindamas graikiškas dešras: kontrolines su NaNO₂, tiriamąsias tik su porų priedu ir tiriamąsias su porų priedu ir *St. carnosus* startinėmis kultūromis. Gauti rezultatai parodė, kad kontrolinėse dešrose pH nuo technologinio proceso pradžios nukrito nuo 5,69 iki 5,47, tiriamosiose dešrose tik su porais po 14 parų siekė 4,73, o dešrose, kur papildomai pridėta startinių kultūrų pH buvo dar žemesnis ir siekė 4,56 [130].

Ekspimento metu nustatyta, kad gauti rezultatai koreliuoja su pieno rūgšties susidarymu dešrų gamybos metu, kur mažiausias pH siejamas su didžiausiu susidariusiu pieno rūgšties kiekiu.



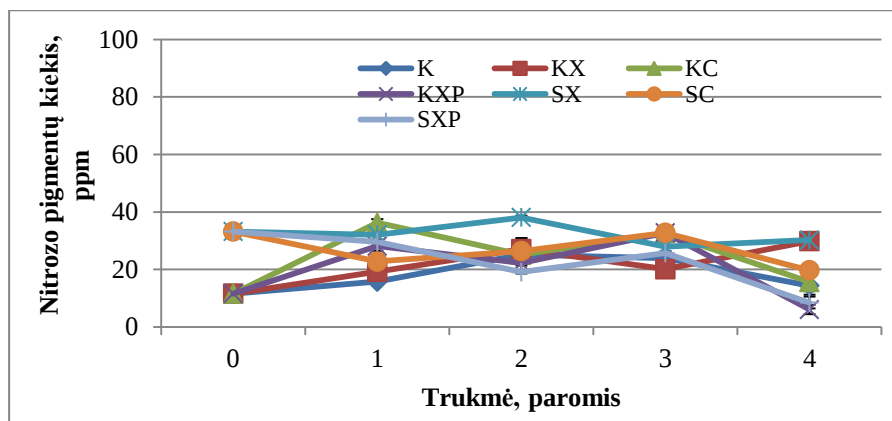
16 pav. Šalto rūkymo dešrų pH pokyčiai, naudojant *St. xylosus* startines kultūras. NO₃X – kontrolė su NaNO₃ ir *St. xylosus* kultūromis. NO₂X – kontrolė su NaNO₂ ir *St. xylosus* kultūromis. SX – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* kultūromis.



17 pav. Šalto rūkymo dešrų pH pokyčiai, naudojant *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* startines kultūras. NO₃XP – kontrolė su NaNO₃ bei startinių kultūrų mišiniu. NO₂XP – kontrolė su NaNO₂ bei startinių kultūrų mišiniu. SXP – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei startinių kultūrų mišiniu.

3.3.2. Pigmentų kiekio pokyčiai modelinių mėsos bandinių ir šaltai rūkytų dešrų fermentacijos metu

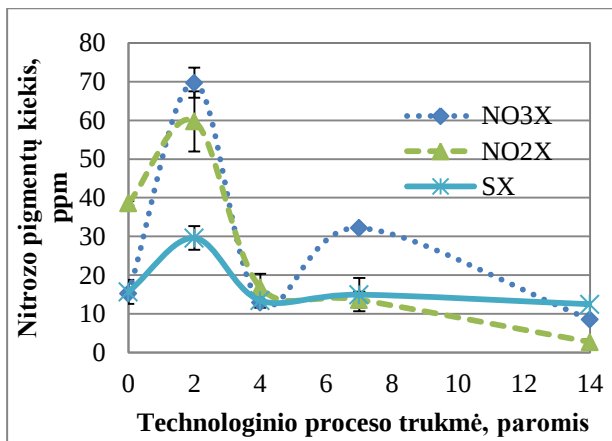
Nitrozo pigmentai. Pradinis nitrozo pigmentų kiekis kontroliniuose (11,6 ppm) mėsos bandiniuose 3 kartus mažesnis nei tiriamuosiuose (33,205 ppm) (žr. 18 pav.). Vykstant fermentacijai stebimas netvarkingas pigmentų kiekio kitimas, tačiau pabaigoje nustatyta, kad tiriamajame bandinyje su *St. xylosus* (SX) ir kontrolėje su NaNO₃ bei *St. xylosus* (KX) startinėmis kultūromis šių pigmentų kiekis šiek tiek išaugo, atitinkamai iki 30,26 ir 29,87 ppm, o bandiniuose su *St. carnosus* ar startinių kultūrų mišiniu sumažėjo. Visais atvejais kontroliniuose bandiniuose nustatytas šiek tiek mažesnis nitrozo pigmentų kiekis, galimai dėl pH, kuris nuo fermentacijos pradžios iki pabaigos išaugo nuo 5,5 iki 6,7 ir buvo netinkamas nitritų virsmui iki NO [69].



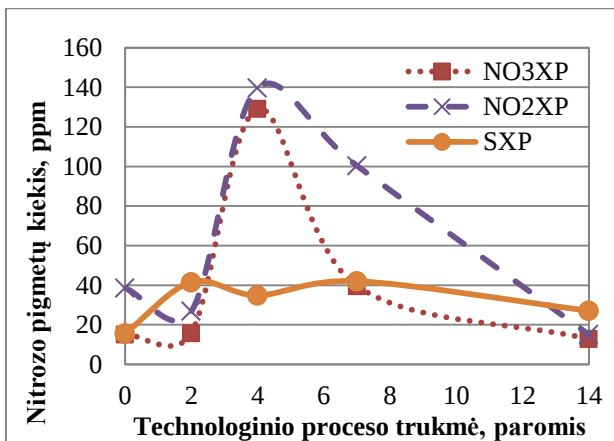
18 pav. Nitrozo pigmentų pokytis mėsos bandiniuose fermentavimo metu. K – kontrolė su NaNO_3 . KX – kontrolė su NaNO_3 ir *St. xylosus* kultūromis. KC – kontrolė su NaNO_3 ir *St. carnosus* kultūromis. KXP – kontrolė su NaNO_3 bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. xylosus* kultūromis. SC – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. carnosus* kultūromis. SXP – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

Nitrozo pigmentų pokytis šaltai rūkytose dešrose pateiktas 19 ir 20 pav. Fermentacijos pradžioje daugiausiai šių pigmentų buvo dešrose su NaNO_2 (38,57 ppm), kiek mažiau su NaNO_3 (15,66 ppm) ar liofilizuotomis salierų sultimis (15,23 ppm), nepriklausomai nuo naudojamų startinių kultūrų. Po 2 parų visose dešrose su *St. xylosus* startinėmis kultūromis (NO_3X , SX ir NO_2X) ir tiriamosiose dešrose su liofilizuotomis salierų sultimis bei startinių kultūrų mišiniu (SXP), o po keturių parų kontrolinėse dešrose su startinių kultūrų mišiniu (NO_2XP ir NO_3XP) užfiksuotas didžiausias nitrozo pigmentų kiekis viso technologinio proceso metu. Tokius pokyčius galėjo lemti bandinių pH, kuriam esant 5,5 nustatytas didžiausias nitrozo pigmentų susidarymas, kuris gali būti siejamas su liekamuoju nitrato (žr. 59 ir 60 pav.) ir nitrito (žr. 62 ir 63 pav.) kiekio sumažėjimu. Nustatyta, kad liekamasis nitrato kiekis nuo fermentacijos pradžios (0 paros) iki pabaigos (4 paros) visuose bandiniuose sumažėjo, o liekamasis nitrito kiekis fermentacijos pabaigoje taip pat buvo mažas. Nors 2 fermentacijos parą liekamasis nitrato ir nitrito kiekis nebuvo nustatomas, tačiau galima daryti prielaidą, jog esant pH 5,5 greitėja nitrato ir nitrito redukcija, susidarant nitrozo pigmentams. Kadangi tiriamosiose dešrose nustatytas pH žemiau 5,5, todėl jose ir nitrozo pigmentų susidarė mažiau.

Pasibaigus technologiniam procesui nustatyta, kad tiriamosiose šaltai rūkytose dešrose su liofilizuotomis salierų sultimis ir *St. xylosus* (SX) bei startinių kultūrų mišiniu (SXP) nitrozo pigmentų buvo daugiau nei kontrolinėse, o lyginant gautus rezultatus su pradinėmis vertėmis matyti, kad visuose bandiniuose šių pigmentų sumažėjo. Nustatyta, kad daugiau nitrozo pigmentų susidarė dešrose su startinių kultūrų mišiniu nei tose, kur buvo naudojamos *St. xylosus* startinės kultūros.

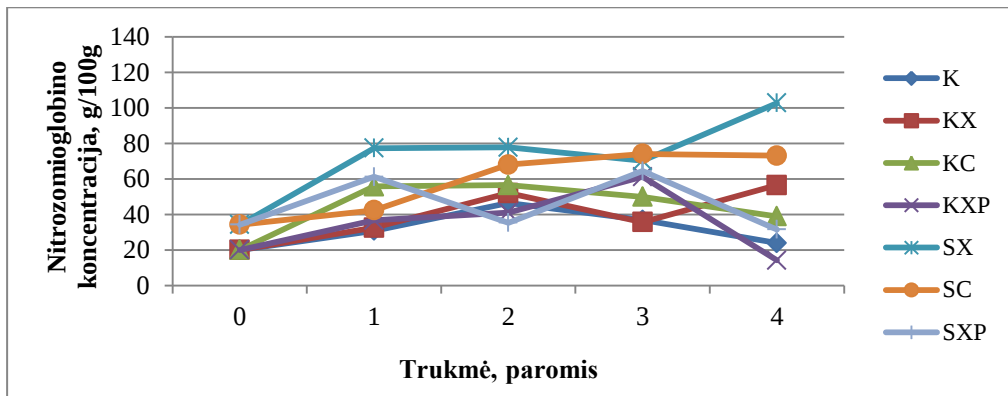


19 pav. Nitrozo pigmentų kiekio pokytis šaltai rūkytose dešrose su *St. xylosus* startinėmis kultūromis. NO₃X – kontrolė su NaNO₃ ir *St. xylosus* kultūromis. NO₂X – kontrolė su NaNO₂ ir *St. xylosus* kultūromis. SX – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* kultūromis.



20 pav. Nitrozo pigmentų kiekio pokytis šaltai rūkytose dešrose su *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* startinėmis kultūromis. NO₃XP – kontrolė su NaNO₃ bei startinių kultūrų mišiniu. NO₂XP – kontrolė su NaNO₂ bei startinių kultūrų mišiniu. SXP – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei startinių kultūrų mišiniu.

Nitrozomioglobinas. Reaguojant azoto oksidui su mioglobinu susidaro **nitrozomioglobinas**, kuris mėsos gaminiams suteikia patrauklią rausvą spalvą. Mėsos bandiniuose pradinis nitrozomioglobino kiekis buvo šiek tiek didesnis tiriamuosiuose bandiniuose (34,31 mg/100g) su liofilizuotomis salierų sultimis (SX, SC ir SXP) nei kontrolėse (20,07 mg/100g), nepriklausomai nuo naudojamų startinių kultūrų (žr. 21 pav.). Fermentacijos metu šių pigmentų kiekis kito netvarkingai, tačiau jai pasibaigus matyti, kad tiriamuosiuose bandiniuose jų buvo daugiau, galimai dėl to, nes žemėjant pH greiteja reakcija tarp NO ir mioglobino, susidarant nitrozomioglobiniui [37].



21 pav. Nitrozomioglobino kiekio pokytis mėsos bandiniuose fermentavimo metu. K – kontrolė su NaNO₃. KX – kontrolė su NaNO₃ ir *St. xylosus* kultūromis. KC – kontrolė su NaNO₃ ir *St. carnosus* kultūromis. KXP – kontrolė su NaNO₃ bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. xylosus* kultūromis. SC – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. carnosus* kultūromis. SXP – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

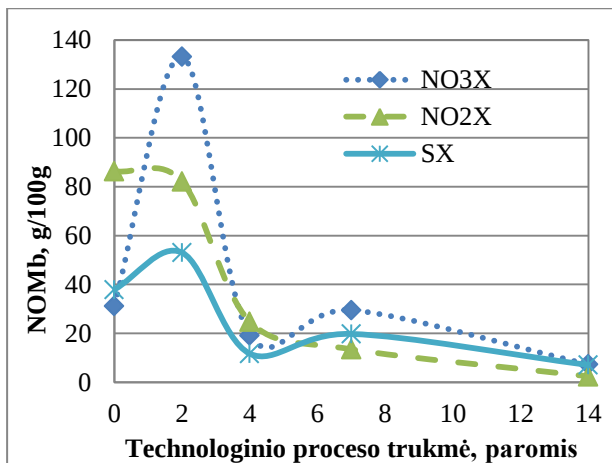
Didžiausias nitrozomioglobino (NOMB) kiekis nustatytas tik paruoštose dešrose su NaNO₂ (86,38 g/100 g), o dešrose su NaNO₃ ar liofilizuotomis salierų sultimis buvo 2,5 karto mažesnis, nepriklausomai nuo naudojamų startinių kultūrų (žr. 22 ir 23 pav.). Tokį didelį kiekį dešrose su

NaNO₂ galėjo lemti tai, kad jie labai reaktyvūs ir greitai skyla iki azoto oksido (NO), kuris jungiasi su mioglobinu ir suformuoja nitrozomioglobina. Eksperimento metu gauti rezultatai tai patvirtina, nes pradinis liekamasis nitritų kiekis buvo 55 % mažesnis už įdėtą (žr. 62 ir 63 pav.).

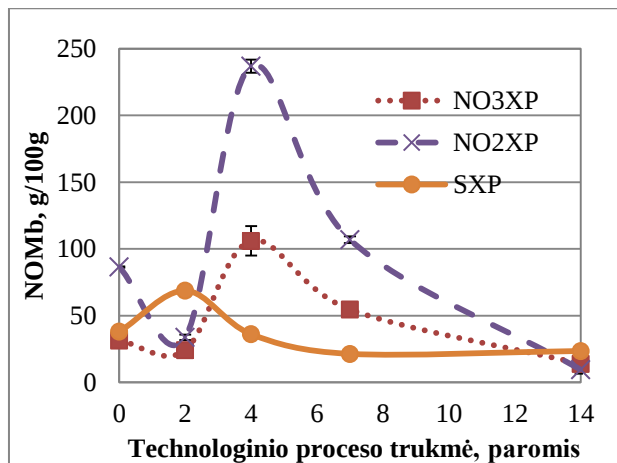
Po 2 fermentacijos parų dešrose su *St. xylosus* (NO₃X ir SX) ir tiriamosiose dešrose su liofilizuotomis salierų sultimis bei startinių kultūrų mišiniu (SXP), o praėjus 4 parom ir kontrolinėse dešrose su startinių kultūrų mišiniu NO₃XP (106,02 g/100g) ir NO₂XP (236,86 g/100g) nustatytas didžiausias nitrozomioglobino kiekis viso technologinio proceso metu. Tokius pokyčius galėjo lemti dešrų pH, kuriam esant 5,5 nustatytas didžiausias nitrozomioglobino susidarymas, kuris gali būti siejamas su liekamuoju nitratais (žr. 59 ir 60 pav.) ir nitritais (žr. 62 ir 63 pav.) kiekio sumažėjimu. Nustatyta, kad liekamasis nitratais kiekis nuo fermentacijos pradžios (0 paros) iki pabaigos (4 paros) visuose bandiniuose sumažėjo, o liekamasis nitritų kiekis fermentacijos pabaigoje taip pat buvo mažas. Nors 2 fermentacijos parų liekamasis nitratais ir nitritų kiekis nebuvo nustatomas, tačiau galima daryti prielaidą, jog esant pH 5,5 padidėja nitratais ir nitritų redukcija, susidarant nitrozomioglobiniui. Kadangi tiriamosiose dešrose nustatytas pH žemiau 5,5, todėl jose ir nitrozomioglobino susidarė mažiau. Taip pat pastebėta, kad dešrose NO₃X su *St. xylosus* susidarė didžiausias nitrozomioglobino kiekis, galimai dėl to, nes ten buvo tinkamesnis pH nitratais redukcijai iki nitritų, kurie toliau dalyvauja spalvos susidarymo reakcijose. Kai dešrose su startinių kultūrų mišiniu didžiausias šių pigmentų kiekis buvo NO₂XP dešrose. Tokį rezultatą galėjo lemti pH, kuriam nukritus žemiau 5,5 mažai suskaidoma nitratais, tačiau pagreitėja nitritų redukcija ir nitrozomioglobino susidarymas [37].

Brandinimo metu didelių pokyčių nepastebėta, tačiau technologinio proceso pabaigoje nustatyta, kad visose dešrose NOMB kiekis sumažėjo, lyginant su pradinėmis vertėmis, o tai gali būti siejama su technologinio proceso metu sumažėjusiu nitritų kiekiu. Kiek daugiau šių pigmentų buvo tiriamosiose nei kontrolinėse dešrose, o gauti rezultatai koreliavo su a* vertėmis. Nustatyta, kad gaminant frankfurto dešreles mažiau šių pigmentų buvo kontrolinėse (su 50 mg/kg nitrito) nei tiriamosiose dešrelėse su pomidorų milteliais, kurie natūraliai turi nitratais ir L – askorbo rūgšties, kuri padidina nitritų virsmą ir nitrozomioglobino susidarymą bei apsaugo pigmentus nuo oksidacijos [133]. Matthew J. Terns (2011) gamindamas virtas dešras su vyšnių miltelių priedu, natūraliai turinčiu nitratais, nustatė, kad didesnis NOMB kiekis buvo tiriamosiose nei kontrolinėse dešrose [134].

Nustatyta, kad į dešras įdėjus natrio eritorbato, nustatomas didesnis NOMB kiekis nei be jo, naudojant 156 mg/kg nitrito pigmentų dešrose susidarė 53 %, o dešrose su 156 mg/kg nitrito ir 500 mg/kg natrio eritorbato konversija siekė 58,5 % [135].

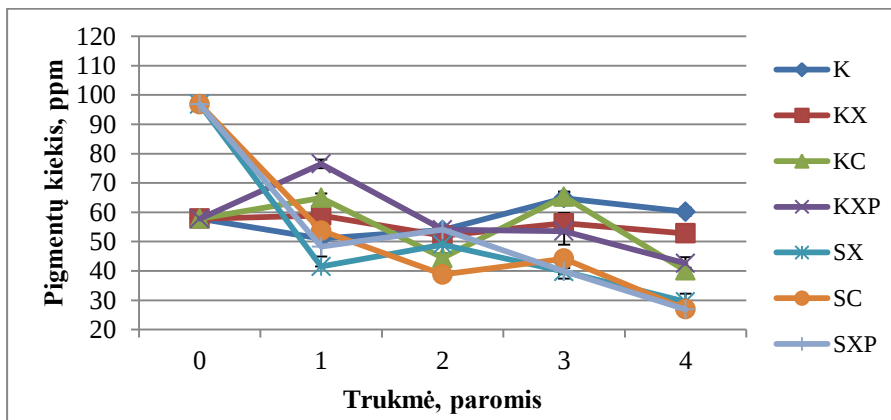


22 pav. Nitrozomioglobino kiekio pokytis šaltai rūkytose dešrose su *St. xylosus* startinėmis kultūromis. NO₃X – kontrolė su NaNO₃ ir *St. xylosus* kultūromis. NO₂X – kontrolė su NaNO₂ ir *St. xylosus* kultūromis. SX – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* kultūromis.



23 pav. Nitrozomioglobino kiekio pokytis šaltai rūkytose dešrose su *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* startinėmis kultūromis. NO₃XP – kontrolė su NaNO₃ bei startinių kultūrų mišiniu. NO₂XP – kontrolė su NaNO₂ bei startinių kultūrų mišiniu. SXP – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei startinių kultūrų mišiniu.

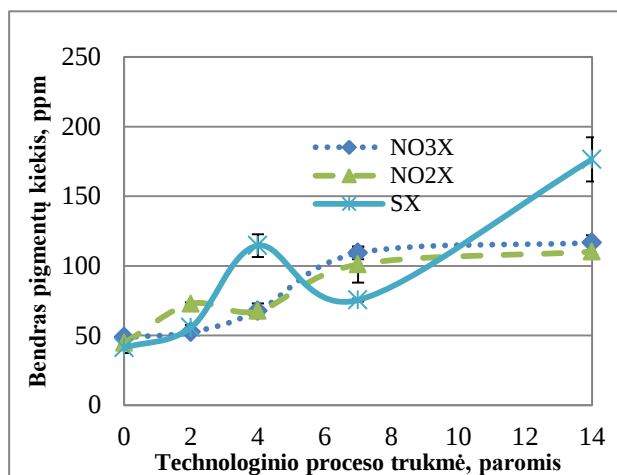
Bendras pigmentų kiekis apima hemoglobina, mioglobina, citochromą, vitaminą B₁₂ ir hemo pigmentus [136]. Nustatyta, kad tik paruoštuose kontroliniuose mėsos bandiniuose bendras pigmentų kiekis buvo mažesnis (57,8 ppm) nei tiriamuosiuose (96,79 ppm) su liofilizuotomis salierų sultimis (žr. 24 pav.). Fermentacijos metu bendro pigmentų kiekio pokyčiai buvo kiek netvarkingi, tačiau pabaigoje nustatyta, kad kontroliniuose mėsos bandiniuose šių pigmentų buvo daugiau (nuo 42,61 iki 60,18 ppm) nei tiriamuosiuose (26,86 ppm) su liofilizuotomis salierų sultimis.



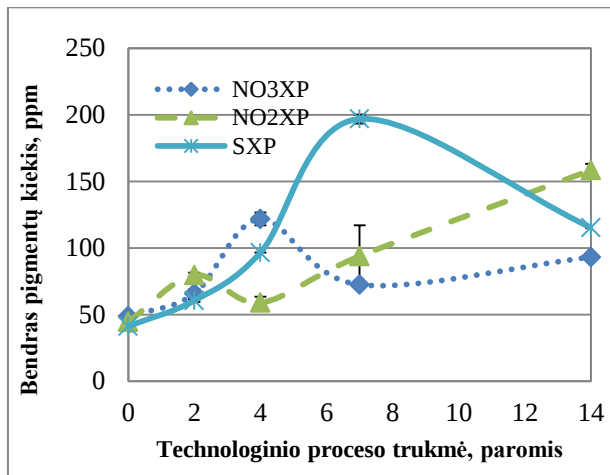
24 pav. Bendro pigmentų kiekio pokytis mėsos bandiniuose fermentavimo metu. K – kontrolė su NaNO₃. KX – kontrolė su NaNO₃ ir *St. xylosus* kultūromis. KC – kontrolė su NaNO₃ ir *St. carnosus* kultūromis. KXP – kontrolė su NaNO₃ bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. xylosus* kultūromis. SC – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. carnosus* kultūromis. SXP – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

Bendro pigmentų kiekio pokytis šaltai rūkytose dešrose matuotas 0, 2, 4, 7 ir 14 parą (žr. 25, 26 pav.). Nustatyta, kad fermentacijos pradžioje tarp visų dešrų, nepriklausomai nuo naudojamų startinių kultūrų, reikšmingų skirtumų nebuvo vertinant bendrą pigmentų kiekį. Fermentacijos

pabaigoje daugiausiai šių pigmentų buvo tiriamosiose dešrose su liofilizuotomis salierų sultimis bei *St. xylosus* (SX) (114,58 ppm) ir kontrolėse su NaNO_3 bei startinių kultūrų mišiniu (NO_3XP) (121, 72 ppm). Brandinimo metu (7 para) kontrolinėse dešrose su *St. xylosus* pigmentų kiekis išaugo 1,6 karto, o tiriamosiose dešrose su startinių kultūrų mišiniu (SXP) 2 kartais. Po brandinimo didžiausias bendras pigmentų kiekis nustatytas SX (176,46 ppm) ir NO_2XP (158,44 ppm) dešrose, o kontrolėse labai panašus nuo 93,16 iki 116,62 ppm. Nustatyta, kad dešrose su startinių kultūrų mišiniu bendras pigmentų kiekis gamybos metu susidarė didesnis nei su *St. xylosus* startinėmis kultūromis.



25 pav. Bendro pigmentų kiekio pokytis šaltai rūkytose dešrose su *St. xylosus* startinėmis kultūromis. NO_3X – kontrolė su NaNO_3 ir *St. xylosus* kultūromis. NO_2X – kontrolė su NaNO_2 ir *St. xylosus* kultūromis. SX – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* kultūromis.

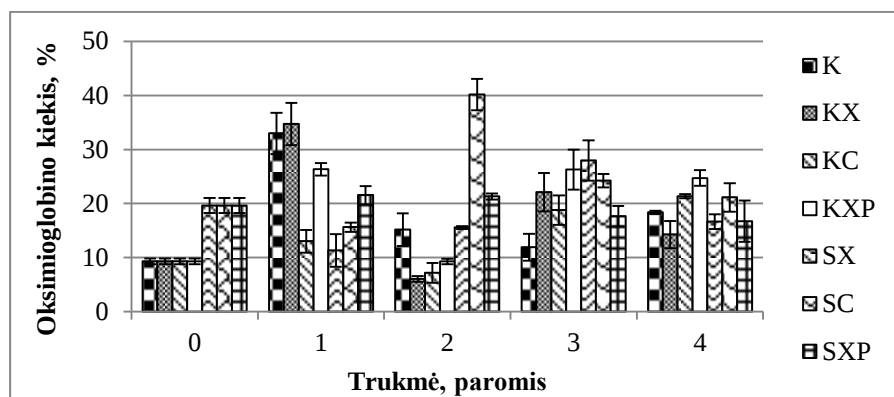


26 pav. Bendro pigmentų kiekio pokytis šaltai rūkytose dešrose su *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* startinėmis kultūromis. NO_3XP – kontrolė su NaNO_3 bei startinių kultūrų mišiniu. NO_2XP – kontrolė su NaNO_2 startinių kultūrų mišiniu. SXP – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei startinių kultūrų mišiniu.

Mioglobino formų pokyčiai. Mioglobino formos mėsos sistemose esant tam tikrų veiksmų tiesiog pereina iš vienos formos į kitą. Mėsoje esant redukuojančių medžiagų dominuoja mioglobinas, o joms pasibaigus susidaro metmioglobinas, suteikiantis rudą spalvą, tokiu atveju Fe^{2+} oksiduojama iki Fe^{3+} . MetMb kiekiui mėsoje turi įtakos Mb ir MbO_2 autooksidacija, fermentinė metmioglobino redukcija. Aplinkoje esant O_2 prie mioglobino porfirino žiedo geležies prisijungia deguonies molekulės ir spalva keičiasi iš raudonos (MB) į šviesiai raudoną (MbO_2) [58,62].

Pradinis **oksimioglobino** kiekis kontroliniuose mėsos bandiniuose buvo 9,32 %, o tiriamuosiuose su liofilizuotomis salierų sultimis – 19,63 % (žr. 27 pav.). Po 1 fermentacijos paros oksimioglobino kiekis padidėjo kontrolėse tik su NaNO_3 (K) iki 32,97 % ir kontroliniuose bandiniuose su NaNO_3 bei *St. xylosus* kultūromis (KX) iki 34,70 %, o po 2 parų pastebėta, kad didžiausias pokytis įvyko tiriamajame bandinyje su NaNO_3 bei *St. carnosus* kultūromis (SC), kur oksimioglobino kiekis išaugo iki 40,16 %. Fermentacijos pabaigoje oksimioglobino daugiausiai buvo kontroliniame bandinyje su NaNO_3 bei startinių kultūrų mišiniu (KXP) (24,73 %), o mažiausiai – KX (14,27 %) bandinyje. Vertinant tiriamuosius bandinius didžiausias kiekis buvo SC (21,13 %) bandinyje, o tiriamuosiuose bandiniuose su liofilizuotomis salierų sultimis bei *St. xylosus* (SX) ar startinių kultūrų mišiniu (SXP) kiekis buvo labai panašus ir atitinkamai siekė 16,66 % ir 16,73 %.

Kaip matyti iš gautų rezultatų, oksimioglobino pokyčiams fermentacijos metu startinės kultūros įtakos turėjo ir nustatyta, kad tiek kontroliniame, tiek tiriamajame bandinyje su liofilizuotomis salierų sultimis bei *St. carnosus* nustatytas labai panašus oksimioglobino kiekis, tačiau lyginant fermentacijos pabaigoje ir pradžioje nustatytą kiekį reikšmingų skirtumų nepastebėta.



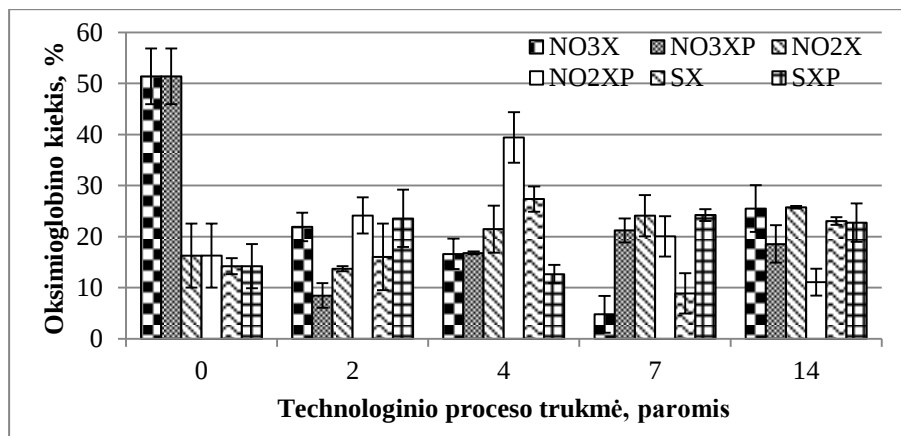
27 pav. Oksimioglobino pokytis mėsos bandiniuose fermentavimo metu. K – kontrolė su NaNO_3 . KX – kontrolė su NaNO_3 ir *St. xylosus* kultūromis. KC – kontrolė su NaNO_3 ir *St. carnosus* kultūromis. KXP – kontrolė su NaNO_3 bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. xylosus* kultūromis. SC – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. carnosus* kultūromis. SXP – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

Oksimioglobino kiekio pokytis šaltai rūkytose dešrose matuotas 0, 2, 4, 7 ir 14 parą (žr. 28 pav.). Tik paruoštose dešrose su NaNO_3 oksimioglobino kiekis siekė 51,40 %, su NaNO_2 – 11,88 %, o su liofilizuotomis salierų sultimis – 14,22 %, nepriklausomai nuo naudojamų startinių kultūrų. Gauti pradiniai rezultatai koreliuoja su a^* vertėmis, kur raudoniausios dešros buvo su NaNO_3 , ten ir oksimioglobino kiekis buvo didžiausias. Dešrų gamybos (malimo, maišymo) metu įterpiamas oras ir kuo daugiau jo patenka, tuo labiau sutrikdomos natūralios redukavimo sistemos mėsoje, padedančios išlaikyti oksimioglobino stabilumą ir stabdyti metmioglobino formavimąsi.

Fermentacijos metu kontrolinėse dešrose su NaNO_2 bei *St. xylosus* (NO_2X) (nuo 11,88 iki 21,48 %) ir tiriamosiose dešrose su liofilizuotomis salierų sultimis bei *St. xylosus* (SX) (nuo 14,22 iki 27,38 %) oksimioglobino kiekis augo labai panašiai, o kontrolinėse dešrose su NaNO_3 bei *St. xylosus* (NO_3X) sumažėjo daugiau nei 3 kartus nuo 51,40 iki 16,62 %. Po 2 parų fermentacijos kontrolinėse dešrose su NaNO_2 bei startinių kultūrų mišiniu (NO_2XP) (24,16 %) ir tiriamosiose dešrose su liofilizuotomis salierų sultimis bei startinių kultūrų mišiniu (SXP) (23,59 %) pigmentų kiekis buvo labai panašus, tačiau kontrolinėse dešrose su NaNO_3 bei startinių kultūrų mišiniu (NO_3XP) sumažėjo iki 8,49 %. Šio proceso pabaigoje nustatyta, kad kontrolinėse dešrose oksimioglobino kiekis išaugo beveik dvigubai, o tiriamosiose sumažėjo 1,85 karto. Nustatyta, kad esant žemam pH inaktyvuojamos mitochondrijos mėsoje, todėl sumažėja O_2 suvartojimas ir išauga mioglobino oksigenacija iki oksimioglobino, suteikiančio ryškiai raudoną spalvą [62].

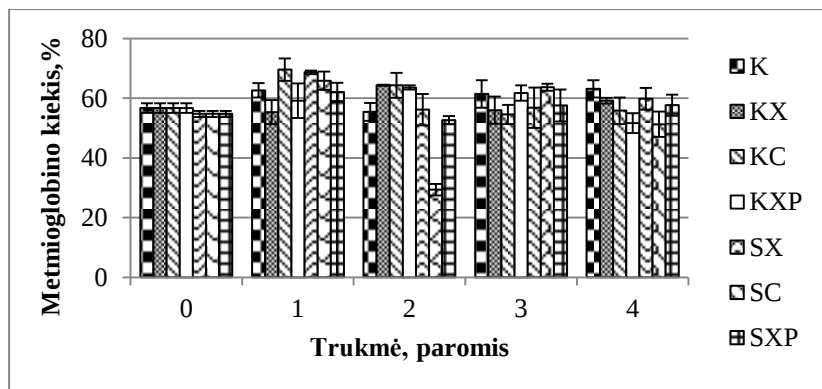
Dešrų brandinimo metu NO_3X , NO_2XP ir SX dešrose kiekis toliau mažėjo, o NO_2X ir NO_3XP dešrose išaugo. Technologinio proceso pabaigoje nustatytas oksimioglobino kiekis visuose trijuose

bandiniuose su *St. xylosus* buvo labai panašus (23,08 – 25,76 %). Tiriamosiose dešrose su startinių kultūrų mišiniu (22,76 %) oksimioglobino kiekis buvo didesnis nei NO₂XP bandinyje – 11,08 %. Lyginant tarpusavyje dešras, kuriose buvo naudojamos tik *St. xylosus* ar *St. xylosus* bei *P. pentosaceus* startinių kultūrų mišinys matyti, kad galutiniuose produktuose daugiau susidarė oksimioglobino, kur buvo naudojamos tik *St. xylosus* startinės kultūros. Nustatyta, kad sausas dešrų paviršius slopina deguonies patekimą ir taip sulėtina oksigenacijos procesą [62].



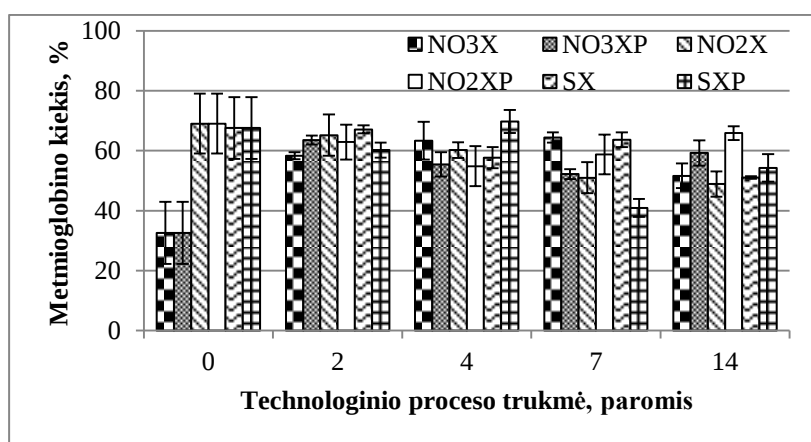
28 pav. Oksimioglobino kiekis šaltai rūkytose dešrose. NO₃X – kontrolė su NaNO₃ ir *St. xylosus* kultūromis. NO₂X – kontrolė su NaNO₂ ir *St. xylosus* kultūromis. NO₃XP – kontrolė su NaNO₃ bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. NO₂XP – kontrolė su NaNO₂ bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – tiriamosios dešros liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* kultūromis. SXP – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

Metmioglobino pokytis mėsos bandinių fermentacijos metu buvo labai nežymus (žr. 29 pav.). Pirmąją parą pastebėtas nedidelis metmioglobino padidėjimas visuose bandiniuose. Nors antrąją parą tiriamajame bandinyje su liofilizuotomis salierų sultimis bei *St. carnosus* startinėmis kultūromis (SC) metmioglobino kiekis labai ženkliai sumažėjo nuo 65,82 % iki 29,34 %. Tolesnės fermentacijos metu ženklaus metmioglobino pokyčio nebuvo, taigi iš gautų rezultatų matyti, kad naudojamos startinės kultūros ar liofilizuotų salierų sulčių priedas metmioglobino pokyčiams įtakos neturėjo.



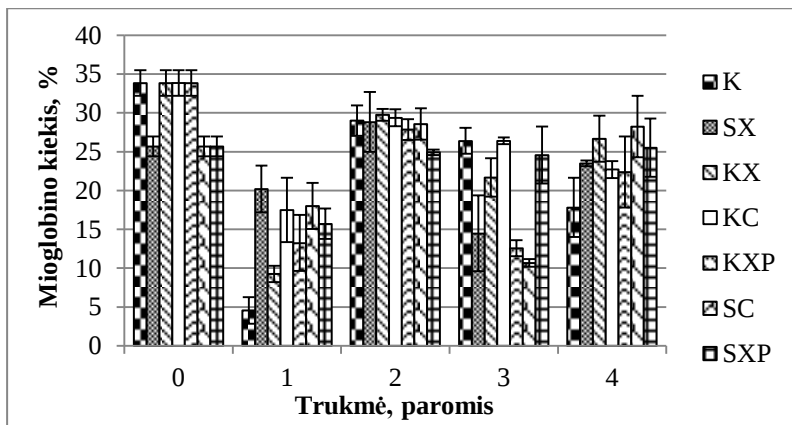
29 pav. Metmioglobino pokytis mėsos bandiniuose fermentavimo metu. K – kontrolė su NaNO₃. KX – kontrolė su NaNO₃ ir *St. xylosus* kultūromis. KC – kontrolė su NaNO₃ ir *St. carnosus* kultūromis. KXP – kontrolė su NaNO₃ bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. xylosus* kultūromis. SC – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. carnosus* kultūromis. SXP – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

Nustatyta, kad metmioglobino kiekis tik paruoštose šaltai rūkytose dešrose su NaNO_2 ir liofilizuotomis salierų sultimis buvo beveik 2 kartus didesnis (67,56 – 69,03 %) nei dešrose su NaNO_3 (32,59 %), nepriklausomai nuo naudojamų startinių kultūrų (žr. 30 pav.). Viso technologinio proceso metu tiek dešrose, kurios gaminamos tik su *St. xylosus*, tiek su startinių kultūrų mišiniu, matyti, kad didelių pokyčių nebuvo. Metmioglobino kiekio augimas sumažina gaminių raudonumą [137] ir gali būti siejamas su redukuojančių medžiagų sumažėjimu, kurios redukuoja metmioglobiną į mioglobiną, ir mažu deguonies daliniu slėgiu. Deguonies dalinis slėgis sumažėja, kai aerobinės bakterijos sunaudoja deguonį ir jis negali oksiduoti mioglobino, tačiau kai sumažėja pH mioglobinas lengviau oksiduojamas iki metmioglobino ir spalva tamsa šviesesnė ar mažiau intensyvi [138]. Nustatyta, kad eksperimento metu gautas metmioglobino kiekis atvirkščiai koreliuoja su a^* vertėmis, tose dešrose kur didžiausias metmioglobino kiekis, ten mažiausia a^* vertė.



30 pav. Metmioglobino kiekis šaltai rūkytose dešrose. NO_3X – kontrolė su NaNO_3 ir *St. xylosus* kultūromis. NO_2X – kontrolė su NaNO_2 ir *St. xylosus* kultūromis. NO_3XP – kontrolė su NaNO_3 bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. NO_2XP – kontrolė su NaNO_2 bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* kultūromis. SXP – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

Pradinis **mioglobino kiekis** kontroliniuose mėsos bandiniuose siekė 33,86 %, o tiriamuosiuose su liofilizuotomis salierų sultimis atitinkamai 25,68 %, pastebėta, kad gauti rezultatai koreliuoja su a^* vertėmis, kur nustatyta, kad raudonesni buvo kontroliniai nei tiriamieji bandiniai (žr. 31 pav.). Rasta, kad didesnis nitrozo pigmentų bei nitrozomioglobino kiekis (žr. 18 ir 19 pav.) susidarė tiriamuosiuose nei kontroliniuose bandiniuose, todėl šiuose bandiniuose nustatytas kiek mažesnis mioglobino kiekis. Po pirmos fermentacijos paros visuose kontroliniuose bandiniuose pastebėtas pigmento sumažėjimas. Kontrolėje tik su NaNO_3 (K) šio pigmento kiekis sumažėjo nuo 33,86 % iki 4,57 %, kontroliniame bandinyje su NaNO_3 bei *St. xylosus* kultūromis (KX) iki 9,25 %, o kontroliniuose bandiniuose su NaNO_3 ir *St. carnosus* kultūromis (KC) bei su NaNO_3 ir startinių kultūrų mišiniu (KXP) nustatytas labai panašus kiekis: 17,49 % bei 13,25 %. Bandiniuose su liofilizuotomis salierų sultimis mioglobino pokytis buvo mažesnis. Tolesnės fermentacijos metu mioglobino kiekis augo ir pabaigoje nustatyta, kad didžiausia vertė buvo KC bandinyje (28,25 %), o mažiausia kontroliniame bandinyje su NaNO_3 (K) – 17,83 %. Kaip matyti iš gautų rezultatų, startinės kultūros ar liofilizuotos salierų sultys reikšmingos įtakos neturėjo.

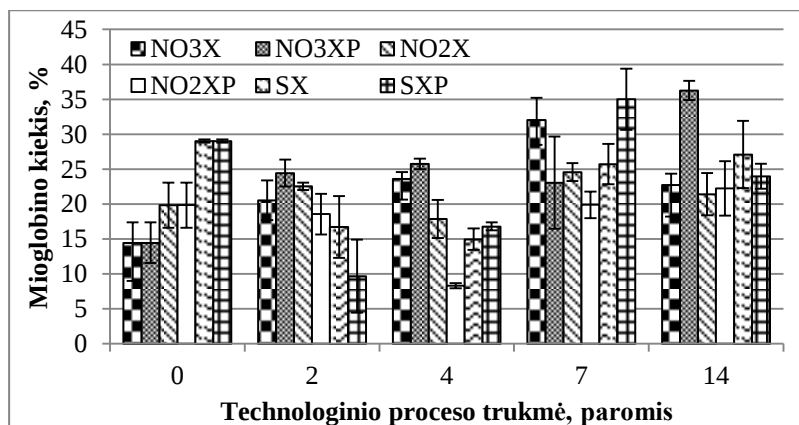


31 pav. Mioglobino pokytis mėsos bandiniuose fermentavimo metu. K – kontrolė su NaNO_3 . KX – kontrolė su NaNO_3 ir *St. xylosus* kultūromis. KC – kontrolė su NaNO_3 ir *St. carnosus* kultūromis. KXP – kontrolė su NaNO_3 bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. xylosus* kultūromis. SC – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. carnosus* kultūromis. SXP – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

Mažiausias mioglobino kiekis nustatytas tik paruoštose šaltai rūkytose dešrose su NaNO_3 (14,48 %), kiek didesnis su NaNO_2 – 19,48 %, o didžiausias tiriamosiose su liofilizuotomis salierų sultimis – 29,01 %, nepriklausomai nuo naudojamų startinių kultūrų (žr. 32 pav.). Po 2 parų kontrolinėse dešrose su NaNO_3 bei *St. xylosus* kultūromis (NO_3X) ir kontrolinėse dešrose su NaNO_2 bei *St. xylosus* kultūromis (NO_2X) mioglobino kiekis padidėjo, o tiriamosiose dešrose su liofilizuotomis salierų sultimis bei *St. xylosus* kultūromis (SX) sumažėjo iki 16,72 %. Vertinant dešras, kurių gamybai naudotas startinių kultūrų mišinys matyti, kad po 2 parų kontrolinėse dešrose su NaNO_2 bei startinių kultūrų mišiniu (NO_2XP) kiekis beveik nepakito, o tiriamosiose dešrose su liofilizuotomis salierų sultimis bei startinių kultūrų mišiniu (SXP) sumažėjo iki 9,69 %. Fermentacijos pabaigoje SX (14,97 %), NO_2XP (8,32%) ir NO_2X (17,88 %) dešrose mioglobino kiekis sumažėjo, o SXP, NO_3XP ir NO_3X išaugo.

Praėjus 7 parom NO_3X , SXP ir NO_2X bandiniuose nustatytas pats didžiausias mioglobino kiekis viso technologinio proceso metu ir atitinkamai siekė 32,06 %, 35,02 % ir 24,58 %. Galutiniuose produktuose nustačius mioglobino kiekį matyti, kad visuose trijuose bandiniuose su *St. xylosus* kiekis buvo labai panašus, o NO_3XP dešrose su startinių kultūrų mišiniu mioglobino kiekis buvo didžiausias viso proceso metu ir sudarė 36,26 %. Nors tarp NO_2XP ir SXP bandinių reikšmingo skirtumo nenustatyta. Kaip matyti iš gautų rezultatų dešrose su NaNO_3 nustatytas mioglobino kiekio augimas, lyginant su technologinio proceso pradžia, nepriklausomai nuo naudojamų startinių kultūrų, kai dešrose su NaNO_2 ar liofilizuotomis salierų sultimis, reikšmingų skirtumų nenustatyta. Taigi, nei naudojamos startinės kultūros, nei liofilizuotų salierų priedas neturėjo reikšmingos įtakos mioglobino kiekiui.

Tyrimai parodė, kad bandiniai su redukuojančiomis medžiagomis: eritorbatais ar askorbatais, arba *L. curvatus*, *L. plantarum*, *S. xylosus* ir *L. fermentum* yra raudonesni dėl MetMb (rudą) redukcijos į Mb (raudoną), kai *P. pentosaceus* ir *L. sakei* tokių redukavimo savybių neturi [139].

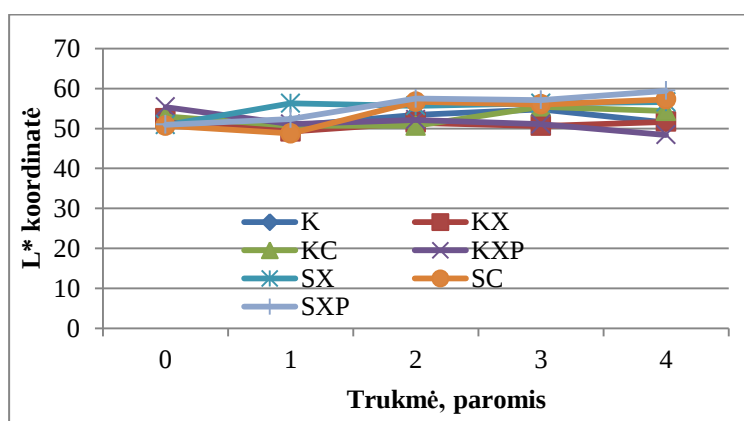


32 pav. Mioglobino kiekis šaltai rūkytose dešrose. NO₃X – kontrolė su NaNO₃ ir *St. xylosus* kultūromis. NO₂X – kontrolė su NaNO₂ ir *St. xylosus* kultūromis. NO₃XP – kontrolė su NaNO₃ bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. NO₂XP – kontrolė su NaNO₂ bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* kultūromis. SXP – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

3.3.3. Spalvos pokytis modelinių mėsos bandinių ir šaltai rūkytų dešrų fermentacijos metu

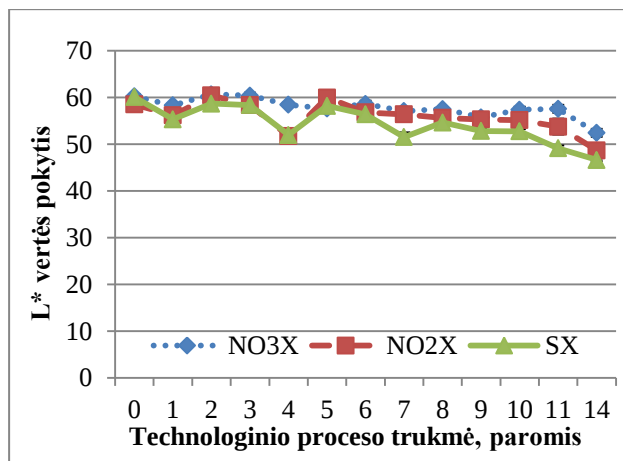
Siekiant įvertinti liofilizuotų salierų sulčių ir startinių kultūrų įtaką mėsos bandinių ir šaltai rūkytų dešrų spalvai, nustatytos L*, a* ir b* spalvos koordinatės.

Šviesumas. Nustatyta, kad reikšmingos įtakos skirtingų startinių kultūrų ir liofilizuotų salierų sulčių panaudojimas mėsos bandinių šviesumui neturėjo (žr. 33 pav.). Tik paruošus mėsos faršą matoma, kad kontrolės buvo kiek šviesesnės (nuo 51,82 iki 55,33) nei tiriamieji (50) bandiniai su liofilizuotomis salierų sultimis. Nuo antros fermentacijos paros tiriamuosiuose mėginiuose pastebėtas nežymus L* vertės augimas, kuris tęsėsi iki fermentacijos pabaigos. Alberto Grossi (2011) gamino dešras su 2 % morkų skaidulų priedu ir pastebėjo, kad jų šviesumas taip pat padidėjo [140]. Nors kontroliniuose bandiniuose fermentacijos metu nustatytas L* vertės sumažėjimas.

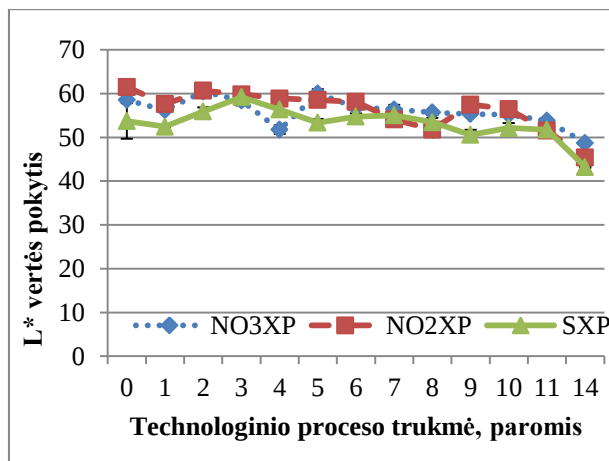


33 pav. L* vertės pokytis mėsos bandiniuose fermentavimo metu. K – kontrolė su NaNO₃. KX – kontrolė su NaNO₃ ir *St. xylosus* kultūromis. KC – kontrolė su NaNO₃ ir *St. carnosus* kultūromis. KXP – kontrolė su NaNO₃ bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. xylosus* kultūromis. SC – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. carnosus* kultūromis. SXP – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

Gauti rezultatai parodė, kad dešrose su *St. xylosus* ar startinių kultūrų mišiniu šviesumo vertės buvo labai panašios, todėl naudojamos startinės kultūros reikšmingos įtakos neturėjo (žr. 34 ir 35 pav.). Matyti, kad viso technologinio proceso metu dešrų šviesumas tolygiai mažėjo (nuo 60 iki 48), o jam pasibaigus nustatyta, kad neženkliai tamsesnės buvo tos dešros, kurių gamybai naudotos liofilizuotos salierų sultys. Graikiškų dešrų gamybos metu tarp kontrolinių (su NaNO_2) ir tiriamųjų (su porų priedu) dešrų taip pat nenustatyta reikšmingų skirtumų, vertinant šviesumą [130].

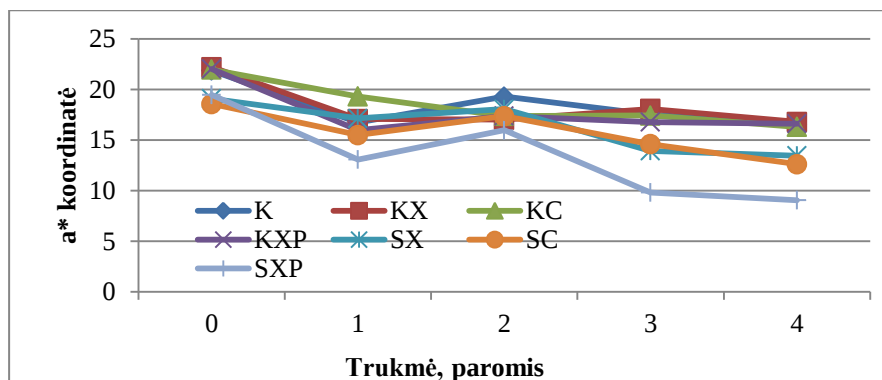


34 pav. L* vertės pokyčiai šaltai rūkytose dešrose, naudojant *St. xylosus* startines kultūras. NO₃X – kontrolė su NaNO_3 ir *St. xylosus* kultūromis. NO₂X – kontrolė su NaNO_2 ir *St. xylosus* kultūromis. SX – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* kultūromis.



35 pav. L* vertės pokyčiai šaltai rūkytose dešrose, naudojant *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* startines kultūras. NO₃XP – kontrolė su NaNO_3 bei startinių kultūrų mišiniu. NO₂XP – kontrolė su NaNO_2 bei startinių kultūrų mišiniu. SXP – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei startinių kultūrų mišiniu.

Raudonumas. Pamatavus a* vertes fermentacijos pradžioje nustatyta, kad kontroliniai mėsos bandiniai kur kas rausvesni nei tiriamieji, kurių sudėtyje buvo liofilizuotų salierų sulčių (žr. 36 pav.). Praėjus 1 parai visuose mėginiuose rausvumas sumažėjo, tačiau 2 parą pastebėtas augimas, kuris gali būti siejamas su mioglobino ir oksimioglobino padidėjimu, nors tolesnės fermentacijos metu a* vertė tik mažėjo. Fermentacijos pabaigoje kontroliniuose bandiniuose nustatyta a* vertė buvo labai panaši: nuo 16,51 (K) iki 16,63 (KXP), o tiriamuosiuose bandiniuose su liofilizuotomis salierų sultimis ir *St. xylosus* (SX) pasiekė 13,47, su *St. carnosus* (SC) – 12,62, o labiausiai sumažėjo bandinyje su startinių kultūrų mišiniu (SXP) iki 9,07. *Staphylococcus* startinės kultūros pasižymi nitratų ir nitritų redukuojančiomis savybėmis, todėl prisideda prie spalvos susiformavimo fermentacijos metu, bet matyti, kad sudarytas pH buvo netinkamas jų veiklai, todėl rausvumo vertės sumažėjo [40].



36 pav. a^* vertės pokytis mėsos bandiniuose fermentavimo metu. K – kontrolė su NaNO_3 . KX – kontrolė su NaNO_3 ir *St. xylosus* kultūromis. KC – kontrolė su NaNO_3 ir *St. carnosus* kultūromis. KXP – kontrolė su NaNO_3 bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. xylosus* kultūromis. SC – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. carnosus* kultūromis. SXP – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

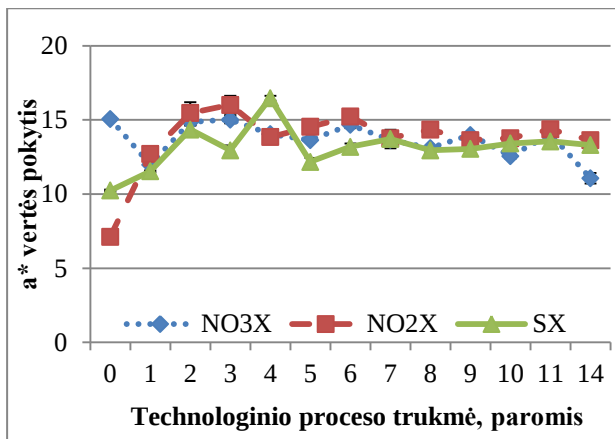
Nustatyta, kad fermentacijos pradžioje didžiausia a^* vertė buvo dešrose su NaNO_3 (nuo 15,07 iki 16,26), kiek mažesnė tiriamosiose dešrose (nuo 10,24 iki 12,04), o mažiausia dešrose su NaNO_2 (žr. 37 ir 38 pav.), gautos vertės koreliuoja su oksimioglobino kiekiu. Per pirmas 2 paras pastebėtas staigus rausvumo šuolis dešrose su NaNO_2 , kuriam galėjo turėti įtakos tai, kad skilus nitritui susidarė NO, kuris reaguodamas su mioglobinu sudaro nitrozomioglobina (žr. 22 ir 23 pav.), suteikiantį gaminams patrauklią spalvą. Tolesnio technologinio proceso metu pokyčiai buvo nežymūs ir po 14 parų nustatyta, kad šios dešros buvo rausviausios, nepriklausomai nuo naudojamų startinių kultūrų.

Kontrolinėse dešrose su NaNO_3 pirmiausiai pastebėtas rausvumo sumažėjimas, tačiau dėl *St. xylosus* bakterijų nitratredukuojančių savybių nitratai skaidomi iki nitritų, kurie toliau dalyvauja spalvos susiformavimo reakcijose, todėl esant mažesniai nitrito kiekiui gaminyje susidaro mažiau nitrozomioglobino, todėl a^* vertė krenta [133]. Galima priežastis mažėjančios a^* vertės yra dalinis arba visiškas nitrozomioglobino denatūravimas dėl susidarančios pieno rūgšties [141]. Nustatyta, kad dešrose su NaNO_3 bei *St. xylosus* rausvumas sumažėjo technologinio proceso metu, kai dešrose su startinių kultūrų mišiniu išaugo, lyginant su pradinėmis vertėmis.

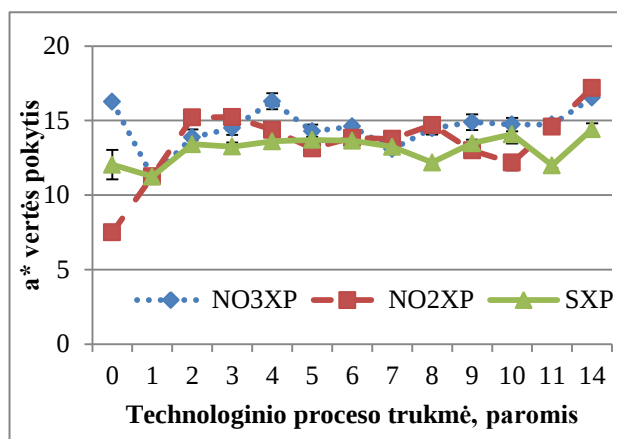
Tiriamosiose dešrose su liofilizuotomis salierų sultimis rausvumas padidėjo, tačiau tolimesnio proceso metu spalva išliko stabili. Gaminant graikiškas dešras su porų bei *St. carnosus* ir askorbo rūgšties priedu nustatyta, kad a^* spalvos koordinatė išaugo ir proceso metu išliko stabili [132]. Todėl stabilesnę tiriamųjų dešrų spalvą galėjo lemti salieruose esanti askorbo rūgštis ir antioksidacinėmis savybėmis pasižymintys junginiai, kurie turi įtakos mėsos produktų spalvos stabilumui.

Mokslininkai nustatė didesnes a^* vertes kontrolinėse dešrose su NaNO_2 nei tiriamosiose su porų priedu. Tačiau lyginant tarpusavyje dešras tik su porais bei su porų priedu ir *St. carnosus* kultūromis nustatyta, kad rausvumas pastarosiose buvo kiek didesnis [130].

Kaip matyti iš gautų rezultatų, dešros su startinių kultūrų mišiniu buvo kiek rausvesnės nei tos, kurių gamybai naudotos *St. xylosus* startinės kultūros.

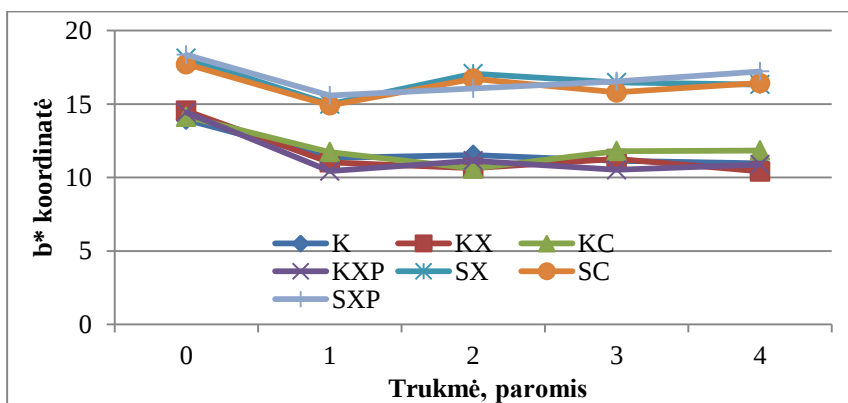


37 pav. a* vertės pokyčiai šaltai rūkytose dešrose, naudojant *St. xylosus* startines kultūras. NO₃X – kontrolė su NaNO₃ ir *St. xylosus* kultūromis. NO₂X – kontrolė su NaNO₂ ir *St. xylosus* kultūromis. SX – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* kultūromis.



38 pav. a* vertės pokyčiai šaltai rūkytose dešrose, naudojant *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* startines kultūras. NO₃XP – kontrolė su NaNO₃ bei startinių kultūrų mišiniu. NO₂XP – kontrolė su NaNO₂ bei startinių kultūrų mišiniu. SXP – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei startinių kultūrų mišiniu.

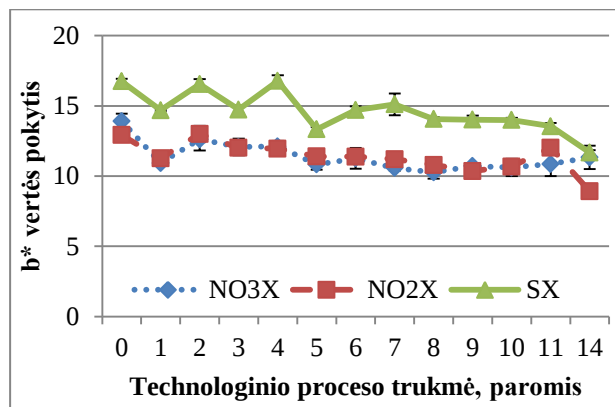
Gelsvumas. Tiriamieji mėsos bandiniai su liofilizuotomis salierų sultimis buvo geltonesni (18,36) dėl pačių sulčių, turinčių geltonų pigmentų, nei kontroliniai bandiniai tik su NaNO₃ (14,43) bei skirtingomis startinėmis kultūromis ar be jų (žr. 39 pav.). Pastebėta, kad sumažėjus b* vertei pirmą parą, tolesni pokyčiai fermentacijos metu buvo nežymūs.



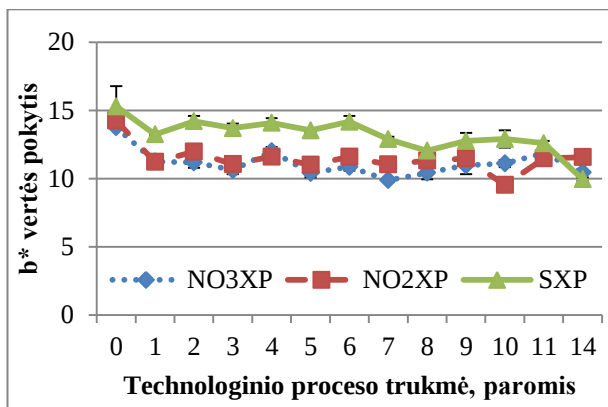
39 pav. b* vertės pokytis mėsos bandiniuose fermentavimo metu. K – kontrolė su NaNO₃. KX – kontrolė su NaNO₃ ir *St. xylosus* kultūromis. KC – kontrolė su NaNO₃ ir *St. carnosus* kultūromis. KXP – kontrolė su NaNO₃ bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. xylosus* kultūromis. SC – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. carnosus* kultūromis. SXP – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

Gelsvumas tik paruoštose kontrolinėse dešrose su *St. xylosus* (12,93) ar startinių kultūrų mišiniu (14,25) ir tolesnio technologinio proceso metu buvo labai panašus, todėl jam pasibaigus nustatyta, kad b* vertė sumažėjo nuo 1,2 (NO₂XP) iki 1,4 (NO₂X) karto (žr. 40 ir 41 pav.). Tik paruošus tiriamąsias dešras nustatyta, kad jose b* vertė kiek didesnė nei kontrolinėse, atitinkamai tiriamosiose dešrose su liofilizuotomis salierų sultimis ir *St. xylosus* kultūromis (SX) – 16,76, o tiriamosiose dešrose su liofilizuotomis salierų sultimis ir startinių kultūrų mišiniu (SXP) – 15,29.

Fermentacijos ir brandinimo metu gelsvumas mažėjo, nors išliko didesnis nei kontrolinių dešrų, išskyrus SXP dešras, kuriose brandinimo pabaigoje nustatytas gelsvumas buvo kiek mažesnis nei kontrolinėse dešrose (11,49). Taigi, tiriamosiose dešrose b^* vertė sumažėjo nuo 1,44 (SX) iki 1,5 (SXP) karto, lyginant su pradinėmis vertėmis. Nustatyta, kad graikiškos dešros su porais taip pat buvo geltonesnės nei kontrolinės su NaNO_2 , nors pradžioje didelių skirtumų tarp kontrolinių ir tiriamųjų dešrų nenustatyta [130]. Kaip matyti iš gautų rezultatų skirtingos startinės kultūros gelsvumo vertėms įtakos neturėjo, tačiau liofilizuotų sulčių priedas turėjo įtakos.



40 pav. b^* vertės pokyčiai šaltai rūkytose dešrose, naudojant *St. xylosus* startines kultūras. NO₃X – kontrolė su NaNO₃ ir *St. xylosus* kultūromis. NO₂X – kontrolė su NaNO₂ ir *St. xylosus* kultūromis. SX – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* kultūromis.



41 pav. b^* vertės pokyčiai šaltai rūkytose dešrose, naudojant *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* startines kultūras. NO₃XP – kontrolė su NaNO₃ bei startinių kultūrų mišiniu. NO₂XP – kontrolė su NaNO₂ startinių kultūrų mišiniu. SXP – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei startinių kultūrų mišiniu.

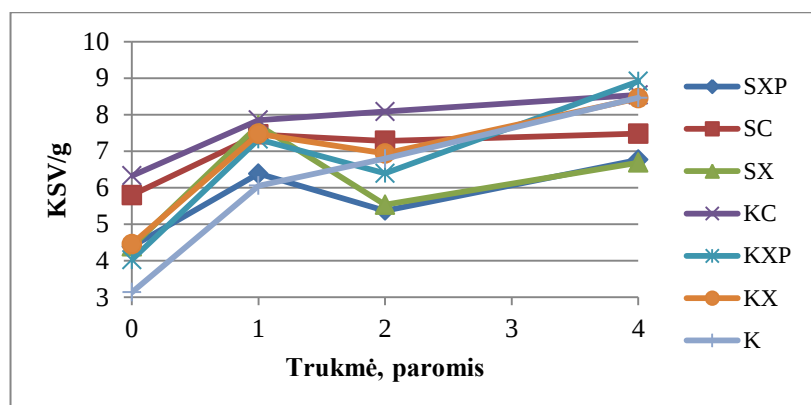
Šviesumo (L^* vertė), raudonumo (a^* vertė) ir geltonumo (b^* vertė) verčių sumažėjimą tiek kontrolinių, tiek tiriamųjų dešrų fermentavimo metu nustatė A. Casaburi (2007) [142] bei J. M. Lorenzo ir D. Franco (2012) [143]. Fermentinės dešros su 0,84 % ir 1,68 % liofilizuotų porų priedu ir startinėmis kultūromis buvo geltonesnės, tamsesnės ir mažiau raudonos, lyginant su kontrole. Ypač šis reiškinys buvo matomas dešrose su didesniu porų priedo kiekiu [144].

3.3.4. Mikroorganizmų kiekio pokyčiai modelinių mėsos bandinių ir šaltai rūkytų dešrų fermentacijos metu

Įvertinti mikroorganizmų (stafilokokų, koliforminių bei pienarūgščių bakterijų) kiekio pokyčiai mėsos bandinių ir šaltai rūkytų dešrų fermentacijos metu, naudojant skirtingas startines kultūras bei liofilizuotas salierų sultis.

Stafilokokai. Fermentacijos pradžioje mažiausias stafilokokų kiekis nustatytas kontroliniame bandinyje su NaNO₃ (K) – 3,1 KSV/g, o didžiausias buvo tiriamajame bandinyje su liofilizuotomis salierų sultimis ir *St. carnosus* startinėmis kultūromis (SC) (5,8 KSV/g) bei kontroliniame bandinyje su NaNO₃ ir *St. carnosus* startinėmis kultūromis (KC) (6,3 KSV/g) (žr. 42 pav.). Panašius rezultatus gavo J. Samelis (1994), kuris rašė, kad pradinis stafilokokų kiekis kontroliniame bandinyje buvo apie 4,4 KSV/g, o tiriamajame su porų priedu ir *St. carnosus* startinėmis kultūromis – 6,1 KSV/g [145].

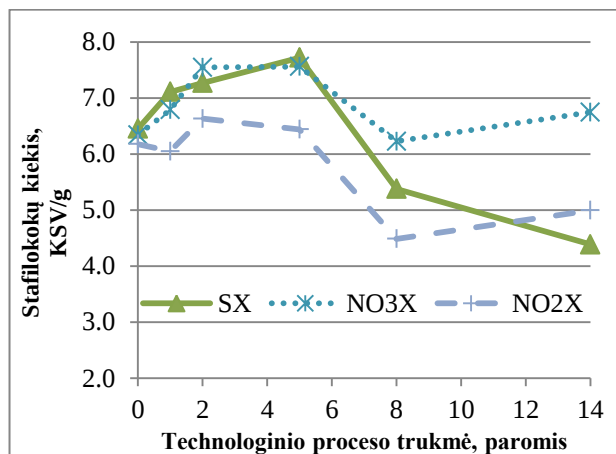
Iki fermentacijos pabaigos visuose bandiniuose nustatytas stafilokokų augimas nuo 6,7 KSV/g (SX) iki 8,9 KSV/g (KXP), tokį nedidelį augimą galėjo lemti sumažėjęs pH, kuris tapo netinkamas stafilokokų augimui [146]. Kaip matyti iš gautų rezultatų nei naudojamos startinės kultūros, nei liofilizuotų salierų sulčių priedas stafilokokų kiekio augimui reikšmingos įtakos neturėjo.



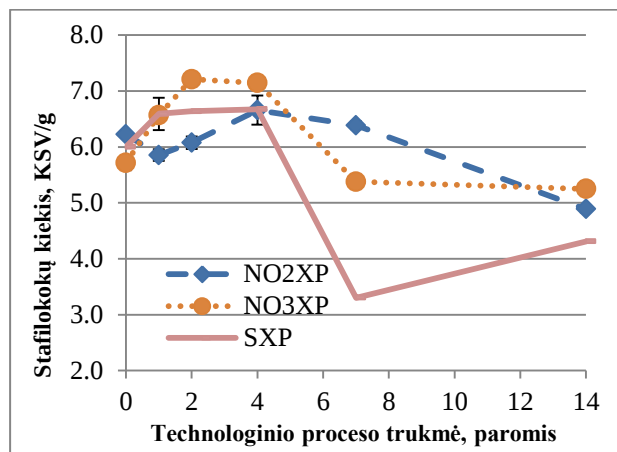
42 pav. Stafilokokų kiekio pokytis mėsos faršo bandinių fermentacijos metu. K – kontrolė su NaNO_3 . KX – kontrolė su NaNO_3 ir *St. xylosus* kultūromis. KC – kontrolė su NaNO_3 ir *St. carnosus* kultūromis. KXP – kontrolė su NaNO_3 bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. xylosus* kultūromis. SC – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. carnosus* kultūromis. SXP – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

Paruoštose dešrose su *St. xylosus* ar startinių kultūrų mišiniu nustatytas panašus **stafilokokų kiekis** nuo 5,7 iki 6,3 KSV/g (žr. 43 ir 44 pav). Ulku Dalmis (2008), G. A. Fista (2004) ir J. Samelis (1994) gamindami dešras nustatė, kad pradinis stafilokokų kiekis kontrolinėse dešrose buvo nuo 3,8 iki 4,4 KSV/g, o tiriamosiose su porų priedu ir startinėmis kultūromis nuo 5,2 iki 6,1 KSV/g [116, 132, 145].

Fermentacijos metu visose dešrose rastas stafilokokų augimas, kuris gali būti siejamas su tinkamomis aplinkos sąlygomis, tačiau 7 parą nustatytas bakterijų kiekio sumažėjimas galimai dėl greitos pieno rūgšties gamybos arba netinkamos temperatūros [116]. Pasibaigus technologiniam procesui nustatyta, kad visose šaltai rūkytose dešrose stafilokokų kiekis buvo labai panašus (4,4 – 6,7 KSV/g), nepriklausomai nuo naudojamų startinių kultūrų. G. A. Fista (2004) ir J. Samelis (1994) brandinimo pabaigoje nustatė, kad stafilokokų kiekis sumažėjo iki 3,1 – 3,3 KSV/g [130, 145].

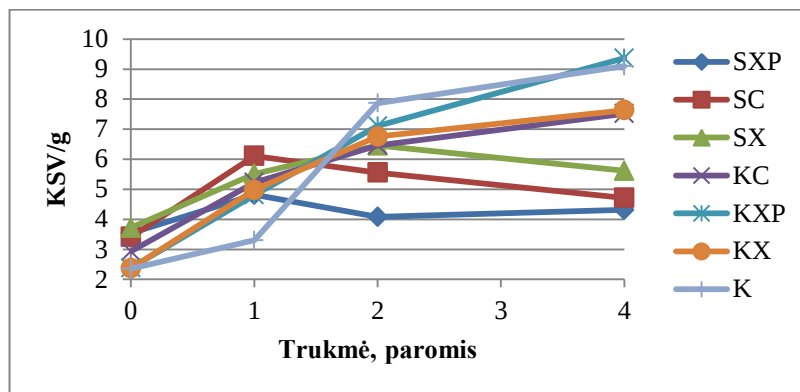


43 pav. Stafilokokų kiekio pokytis šaltai rūkytose dešrose su *St. xylosus* startinėmis kultūromis. NO₃X – kontrolė su NaNO₃ ir *St. xylosus* kultūromis. NO₂X – kontrolė su NaNO₂ ir *St. xylosus* kultūromis. SX – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* kultūromis.



44 pav. Stafilokokų kiekio pokytis šaltai rūkytose dešrose su *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* startinėmis kultūromis. NO₃XP – kontrolė su NaNO₃ bei startinių kultūrų mišiniu. NO₂XP – kontrolė su NaNO₂ bei startinių kultūrų mišiniu. SXP – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei startinių kultūrų mišiniu.

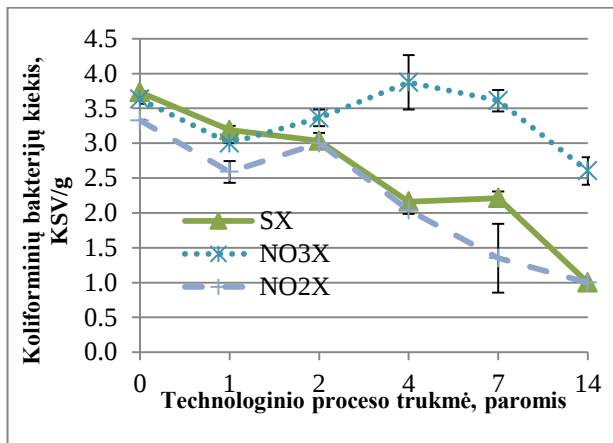
Koliforminės bakterijos. Koliforminių bakterijų kiekis nustatytas siekiant įvertinti startinių kultūrų ir liofilizuotų salierų sulčių įtaką šių mikroorganizmų augimui ir dauginimuisi. Fermentacijos pradžioje visuose mėsos bandiniuose šių mikroorganizmų kiekis buvo labai panašus ir svyravo nuo 2,4 iki 3,7 KSV/g (žr. 45 pav.). Pirmąją parą koliforminių bakterijų kiekis padidėjo visuose bandiniuose, tačiau jau nuo 2 paros iki fermentacijos pabaigos tiriamuosiuose bandiniuose rastas tolygus koliforminių bakterijų mažėjimas, kuriam galėjo turėti įtakos žemas pH bei salierų antimikrobinės medžiagos. Didžiausias pokytis fermentacijos metu nustatytas SC bandinyje nuo 6,1 iki 4,7 KSV/g. Kontroliniuose bandiniuose visą likusį fermentacijos laikotarpį šių bakterijų skaičius tik augo. Atlikus fermentaciją daugiausiai koliforminių bakterijų nustatyta kontroliniame bandinyje su NaNO₃ ir startinių kultūrų mišiniu (KXP) bei kontrolėje tik su NaNO₃ (K), kur atitinkamai siekė 9,4 ir 9,1 KSV/g. Šie rezultatai gali būti siejami su pH vertėmis, kai kontroliniuose bandiniuose pH vertės buvo didesnės, todėl ir koliforminių bakterijų susidarė daugiau, nes fermentacijos metu nebuvo užtikrintas saugus pH (4,9 – 5,3) [132].



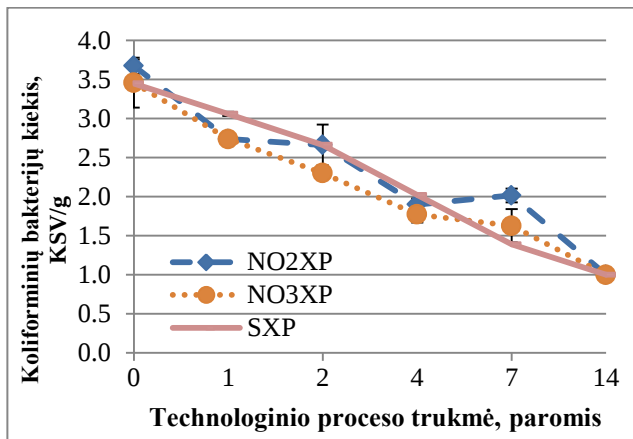
45 pav. Koliforminių bakterijų kiekio pokytis mėsos bandinių fermentacijos metu. K – kontrolė su NaNO_3 . KX – kontrolė su NaNO_3 ir *St. xylosus* kultūromis. KC – kontrolė su NaNO_3 ir *St. carnosus* kultūromis. KXP – kontrolė su NaNO_3 bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. xylosus* kultūromis. SC – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. carnosus* kultūromis. SXP – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

Koliforminės (*Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* ir *Citobacter*) bakterijos dar vadinamos indikatorinėmis, nes jų kiekis parodo perdirbimo proceso bei naudojamų žaliavų higieną ir yra nepageidaujamos mėsos gaminiuose [147]. Pradinis šių bakterijų kiekis visose dešrose nepriklausomai nuo naudojamų startinių kultūrų buvo 3,3 – 3,7 KSV/g (žr. 46 ir 47 pav.). I. Essid (2013) nustatė, kad *Enterobacteriaceae* skaičius tiek kontrolinėse, tiek tiriamosiose dešrose siekė 4 KSV/g [148].

Fermentacijos metu kontrolinėse dešrose su NaNO_3 bei *St. xylosus* (NO_3X) (3,9 KSV/g) ir kontrolinėse dešrose su NaNO_2 bei *St. xylosus* (NO_2X) (3,4 KSV/g) koliforminių bakterijų kiekis padidėjo, nes jose nustatytas pH didesnis už mikrobiologinę saugą užtikrinantį pH (4,9 – 5,3). Dešrose su startinių kultūrų mišiniu viso technologinio proceso metu nustatytas tolygus koliforminių bakterijų skaičiaus mažėjimas. Paskutiniąją parą visose šaltai rūkytose dešrose, išskyrus NO_3X (2,6 KSV/g), nustatytas koliforminių bakterijų kiekis siekė 1 KSV/g. Tokius rezultatus galėjo lemti didesnis pieno rūgšties bakterijų skaičius ir dėl jų veiklos produktų (pieno rūgšties) sumažėjęs pH. Taigi, startinių kultūrų panaudojimas užtikrina aukštą dešrų higieną [147]. Kadangi salieruose yra antimikrobinų medžiagų, todėl jos galėjo turėti įtakos tolygiam koliforminių bakterijų kiekio sumažėjimui.

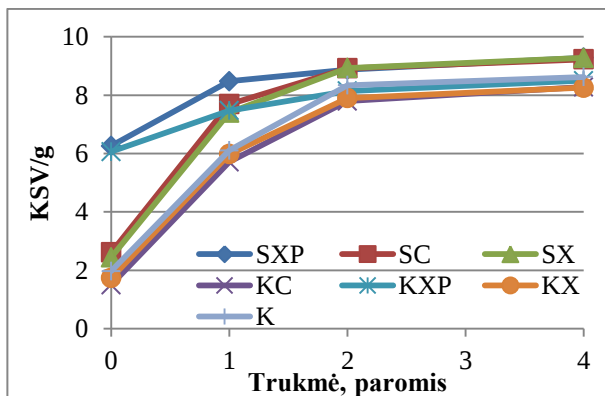
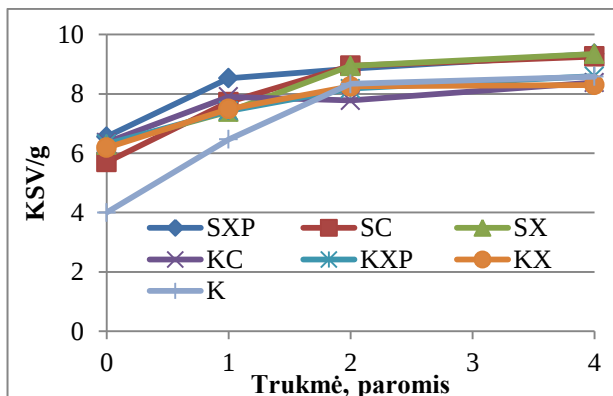


46 pav. Koliforminių bakterijų kiekio pokytis šaltai rūkytose dešrose su *St. xylosus* startinėmis kultūromis. NO₃X – kontrolė su NaNO₃ ir *St. xylosus* kultūromis. NO₂X – kontrolė su NaNO₂ ir *St. xylosus* kultūromis. SX – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* kultūromis.



47 pav. Koliforminių bakterijų kiekio pokytis šaltai rūkytose dešrose su *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* startinėmis kultūromis. NO₃XP – kontrolė su NaNO₃ bei startinių kultūrų mišiniu. NO₂XP – kontrolė su NaNO₂ bei startinių kultūrų mišiniu. SXP – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei startinių kultūrų mišiniu.

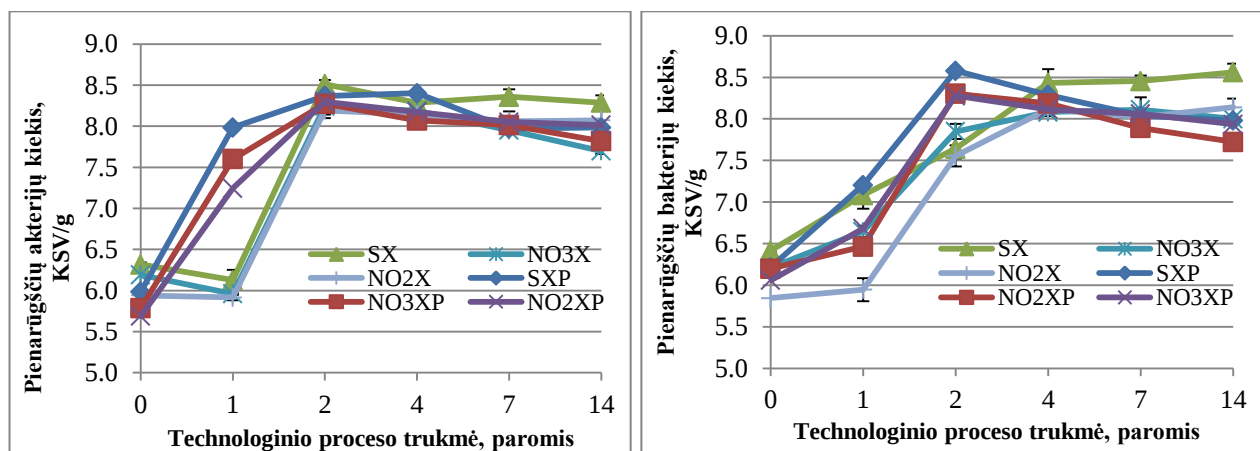
Pienarūgštės bakterijos. Siekiant įvertinti ne tik pridėtinių, bet ir natūraliai esančių pieno rūgšties bakterijų augimą, jų skaičius nustatytas naudojant auginimo terpes prie pH 5,7 ir 6,5 (žr. 48 ir 49 pav.). Iš abiejų grafikų matyti panaši pienarūgščių bakterijų augimo tendencija, tačiau fermentacijos pradžioje auginimo terpėje pH – 5,7 nustatyta, kad pridėtinėms pienarūgštėms bakterijoms ji buvo kur kas palankesnė ir jų skaičius siekė 6,1 – 6,3 KSV/g, kai natūraliai esančioms pieno rūgšties bakterijoms ši terpė buvo per rūgšti, todėl pradinis šių bakterijų skaičius buvo mažesnis (1,5 – 2,4 KSV/g). Iki fermentacijos pabaigos tarp visų bandinių reikšmingų skirtumų nepastebėta. Kaip matyti iš gautų rezultatų, galutinėms vertėms neturėjo įtakos nei naudojamos skirtingos startinės kultūros, nei skirtingos auginimo terpės. A. Soyer (2005) tirtose turkiškose dešrose nustatė, kad *Lactobacillus* mikroorganizmų skaičius padidėjo kontroliniuose bandiniuose nuo 4,0 iki 7,4 KSV/g, o tiriamuosiuose bandiniuose nuo 5,4 iki 7,8 KSV/g [149].



48 ir 49 pav. Pienarūgščių bakterijų (pH – 6,5 ir 5,7) kiekio pokytis mėsos bandinių fermentacijos metu. K – kontrolė su NaNO₃. KX – kontrolė su NaNO₃ ir *St. xylosus* kultūromis. KC – kontrolė su NaNO₃ ir *St. carnosus* kultūromis. KXP – kontrolė su NaNO₃ bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. xylosus* kultūromis. SC – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. carnosus* kultūromis. SXP – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

Šaltai rūkytose dešrose su *St. xylosus* ar startinių kultūrų mišiniu nustatytas labai panašus pradinis **pienarūgščių bakterijų kiekis** esant skirtingoms auginimo terpėms (pH 5,7 ir 6,5) (žr. 50 ir 51 pav.). G. A. Fista (2004) graikiškų dešrų su porų priedu ir *St. carnosus* startinėmis kultūromis gamybos metu nustatė panašų pradinį pieno rūgšties bakterijų kiekį (6,2 KSV/g) [130]. Kaip matyti iš gautų rezultatų, 1 – ają parą pridėtiniams pienarūgštėms bakterijoms palankesnė auginimo terpė buvo prie pH – 5,7, kur šių bakterijų kiekis išaugo (nuo 7,2 iki 8 KSV/g), kai šaltai rūkytose dešrose su *St. xylosus* pokyčio beveik nebuvo. Iki technologinio proceso pabaigos visose dešrose, nepriklausomai nuo naudojamų startinių kultūrų, reikšmingų pokyčių nenustatyta, taigi, nei auginimo terpės pH, nei skirtingos startinės kultūros neturėjo įtakos galutiniam pienarūgščių bakterijų skaičiui.

Nustatyta koreliacija tarp pieno rūgšties bakterijų augimo ir pH reikšmių technologinio proceso metu. Dešrose, kur šių bakterijų kiekis augo sparčiausiai, ten nustatyta žemiausia pH reikšmė [150].



50 ir 51 pav. Pienarūgščių bakterijų kiekio (pH – 5,7 ir 6,5) pokytis šaltai rūkytose dešrose su *St. xylosus* ir *St. xylosus* ir *P. Pentosaceaus* startinėmis kultūromis. NO₃X – kontrolė su NaNO₃ ir *St. xylosus* kultūromis. NO₂X – kontrolė su NaNO₂ ir *St. xylosus* kultūromis. NO₃XP – kontrolė su NaNO₃ bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceaus* kultūromis. NO₂XP – kontrolė su NaNO₂ bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceaus* kultūromis. SX – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* kultūromis. SXP – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceaus* kultūromis.

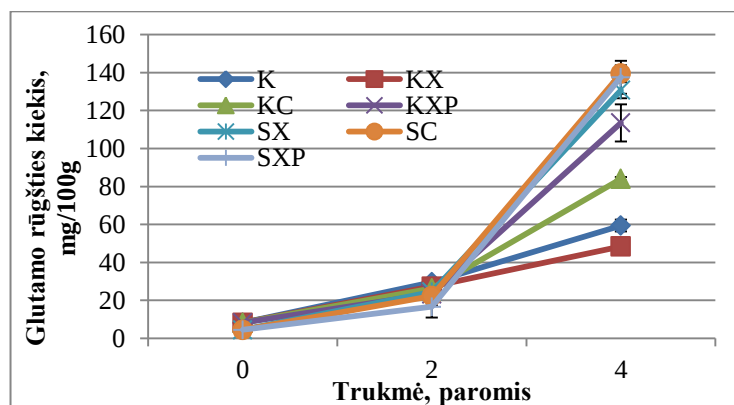
3.3.5. Glutamo rūgšties pokytis modelinių mėsos bandinių ir šaltai rūkytų dešrų fermentacijos metu

Fermentinių dešrų gamybos metu vyksta baltymų proteolizė, susidarant laisvoms amino rūgštims. Mokslininkai tirdami kontrolinėse ir tiriamosiose dešrose vykstančius proteolitinius procesus nustatė, kad susidaro 16 laisvų amino rūgščių, iš kurių daugiausiai: tirozino, alanino, glutamo ir asparto amino rūgščių [151]. Todėl siekiant įvertinti startinių kultūrų ir liofilizuotų salierų sulčių įtaką laisvos glutamo rūgšties susidarymui tirti mėsos bandiniai ir šaltai rūkytos dešros (žr. 52, 53, 54 pav.).

Mėsos bandinių fermentacijos pradžioje kontroliniuose bandiniuose nustatytas laisvos glutamo rūgšties kiekis buvo 1,83 karto didesnis nei tiriamuosiuose su liofilizuotomis salierų sultimis. Po dviejų fermentacijos parų matyti, kad didelio skirtumo tarp kontrolinių ir tiriamųjų bandinių nėra, tačiau fermentacijos pabaigoje jie išryškėjo. Pastebėta, kad didžiausias laisvos glutamo rūgšties kiekis susidarė tuose bandiniuose, kur buvo panaudotas startinių kultūrų mišinys ir atitinkamai siekė 113,57 mg/100g – kontroliniame bandinyje su NaNO₃ (KXP) bei 137,57 mg/100g – tiriamajame bandinyje su

liofilizuotomis salierų sultimis (SXP). Vertinant stafilokokų, pasižyminčių proteolitinėmis savybėmis, augimą nustatyta, kad KXP bandinyje jie augo sparčiausiai visos fermentacijos metu (8,9 KSV/g), todėl ir laisvos glutamo rūgšties čia rasta daugiausiai.

Lyginant tarpusavyje kontrolinius bandinius su NaNO_3 ir tiriamuosius su liofilizuotomis salierų sultimis matyti, kad laisvos glutamo rūgšties daugiau susidarė tiriamuosiuose mėginiuose ir tai sudarė nuo 1,5 iki 2,5 karto. Didelių skirtumų tarp pačių tiriamųjų bandinių nebuvo, gauti rezultatai svyravo nuo 130,73 iki 139,48 mg/kg. Laisvos glutamo rūgšties kiekis koreliuoja su tiriamųjų bandinių pH vertėmis, nes fermentinių dešrų gamybos metu pH nukritus žemiau 5, padidėja miofibrilinių baltymų irimas iki laisvų amino rūgščių [127]. Iš eksperimento metu gautų rezultatų matyti, jog laisva glutamo rūgštis susidaro, nes fermentacijos sąlygos yra tinkamos proteolitiniais fermentams veikti, kurie skaido baltymus iki laisvų amino rūgščių [152].



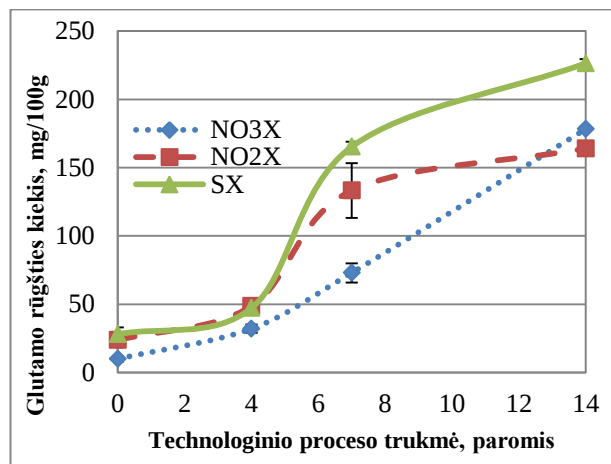
52 pav. Glutamo rūgšties pokytis mėsos bandinių fermentacijos metu. K – kontrolė su NaNO_3 . KX – kontrolė su NaNO_3 ir *St. xylosus* kultūromis. KC – kontrolė su NaNO_3 ir *St. carnosus* kultūromis. KXP – kontrolė su NaNO_3 bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. xylosus* kultūromis. SC – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. carnosus* kultūromis. SXP – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

Glutamo rūgšties pokyčiai dešrų gamybos metu pavaizduoti 53 ir 54 pav. Didelių skirtumų tarp kontrolinių ir tiriamųjų dešrų su liofilizuotomis salierų sultimis 0 parą nenustatyta (10,02 – 27,94 mg/100g). Vykstant dešrų fermentacijai laisvos glutamo rūgšties kiekis augo. Nustatyta, kad laisvų amino rūgščių susidarymui įtakos turi pH, druskos koncentracija, startinės kultūros ir proceso sąlygos (trukmė, temperatūra ir mažas a_w), tai veiksniai lemiantys aminopeptidazių aktyvumą [153].

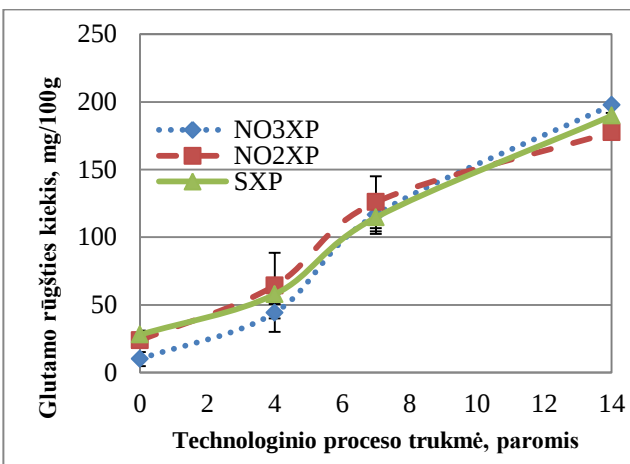
Praėjus 7 paroms nustatyta, kad šaltai rūkytose dešrose su *St. xylosus* daugiausiai glutamo rūgšties buvo tiriamosiose dešrose (SX) su liofilizuotomis salierų sultimis (165 mg/100g), kiek mažiau kontrolinėse su NaNO_2 (NO_2X) – 133,27 mg/100g, o mažiausiai kontrolinėse su NaNO_3 (NO_3X) – 73,01 mg/100g. Dešrose su startinių kultūrų mišiniu reikšmingų skirtumų nenustatyta, jose glutamo rūgšties buvo nuo 114,59 iki 125,9 mg/100g. W. Sun (2011) rašė, kad glutamo rūgšties susidarymą lemia proteolizė, pH mažėjimas, didėjanti NaCl koncentracija ir dešrų dehidratacija [154].

Pasibaigus brandinimui nustatyta, kad kontrolinėse dešrose: NO_3X (164,02 mg/100g), NO_2X (178,23 mg/100g), NO_2XP (177,61 mg/100g), nustatytas panašus rūgšties kiekis, reiškia proteolizė šiuose bandiniuose vyko labai panašiai. Didžiausias kiekis nustatytas SX (226,36 mg/100g), NO_3XP

(197,71 mg/100g) ir SXP (189,79 mg/100g) dešrose, kur proteolitiniai fermentai veikė aktyviausiai. Kaip matyti iš gautų rezultatų, laisvos glutamo rūgšties susidarymui skirtingos startinės kultūros ar liofilizuotų salierų sulčių priedas reikšmingos įtakos neturėjo. Mokslininkai nustatė, kad fermentinių dešrų gamybos metu laisvos glutamo rūgšties susidaro daugiau nei 11 kartų nuo 16 iki 171 mg/100g [155].



53 pav. Glutamo rūgšties kiekio pokytis šaltai rūkytose dešrose su *St. xylosus* startinėmis kultūromis. NO₃X – kontrolė su NaNO₃ ir *St. xylosus* kultūromis. NO₂X – kontrolė su NaNO₂ ir *St. xylosus* kultūromis. SX – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* kultūromis.



54 pav. Glutamo rūgšties kiekio pokytis šaltai rūkytose dešrose su *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* startinėmis kultūromis. NO₃XP – kontrolė su NaNO₃ bei startinių kultūrų mišiniu. NO₂XP – kontrolė su NaNO₂ startinių kultūrų mišiniu. SXP – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei startinių kultūrų mišiniu.

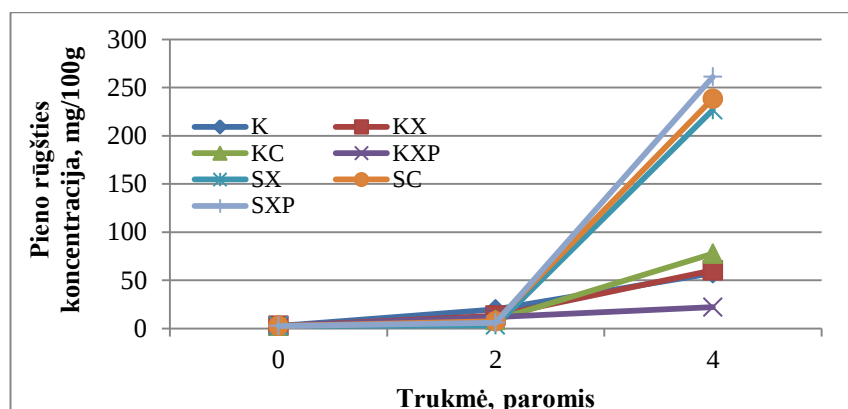
3.3.6. Pieno rūgšties pokytis modelinių mėsos bandinių ir šaltai rūkytų dešrų fermentacijos metu

Europoje gaminamų fermentinių dešrų pirmoji fermentacijos fazė turi būti trumpa, kad mikroorganizmai greitai prisitaikytų ir mėsos masėje užtikrintų greitą pieno rūgšties gamybą ir staigų pH kritimą, taip užkertant kelią daugintis laukinei mikroflorai.

Tik paruoštuose mėsos bandiniuose pieno rūgšties buvo labai mažai (2,69 – 2,71 mg/100g), tačiau praėjus dviem fermentacijos parom išryškėjo skirtumai tarp mėginių (žr. 55 pav.). Kaip parodė rezultatai antrąją parą daugiau pieno rūgšties susidarė kontroliniuose nei tiriamuosiuose bandiniuose su liofilizuotomis salierų sultimis. Kontroliniame bandinyje su NaNO₃ (K) pieno rūgšties kiekis po 2 parų padidėjo 7,5 karto, kai bandinyje su NaNO₃ bei *St. xylosus* startinėmis kultūromis (KX) 5 karta. Mažiausias pokytis pastebėtas bandinyje, kur buvo naudojamas NaNO₃ bei *St. carnosus* (KC) startinės kultūros (8,91 mg/100 g). Lyginant tarpusavyje tiriamuosius bandinius su liofilizuotomis salierų sultimis matyti, kad pokytis buvo kur kas mažesnis.

Pasibaigus fermentacijai pastebėta, kad pieno rūgšties kiekis tiriamuosiuose bandiniuose išaugo daugiau nei 40 kartų, lyginant su antra fermentacijos para. Kontroliniuose bandiniuose augimas buvo lėtesnis. Mažiausias rūgšties kiekis nustatytas KXP (22,18 mg/100 g) bandinyje, o tarp K ir KX bandinių reikšmingo skirtumo nebuvo. Eksperimento metu gauti rezultatai atvirkščiai koreliuoja su pH vertėmis, nes tuose bandiniuose, kur nustatytas didžiausias pieno rūgšties kiekis, ten buvo mažiausia pH vertė. Taip pat nustatyta, kad didėjant pienarūgščių bakterijų skaičiui, auga ir pieno rūgšties kiekis.

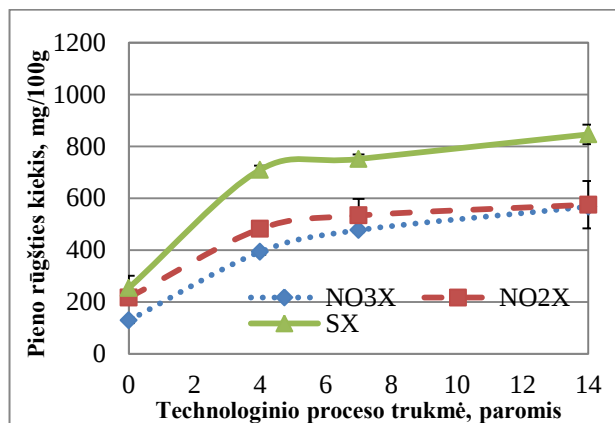
Kaip matyti iš gautų rezultatų, mėsos bandiniuose su liofilizuotomis salierų sultimis susidarė daugiau pieno rūgšties nei kontroliniuose bandiniuose naudojant tas pačias startines kultūras, galimai dėl to, nes jose yra rauginamų cukrų, kuriuos kaip mitybinę terpę naudoja pienarūgštės bakterijos, išskirdamos pieno rūgštį.



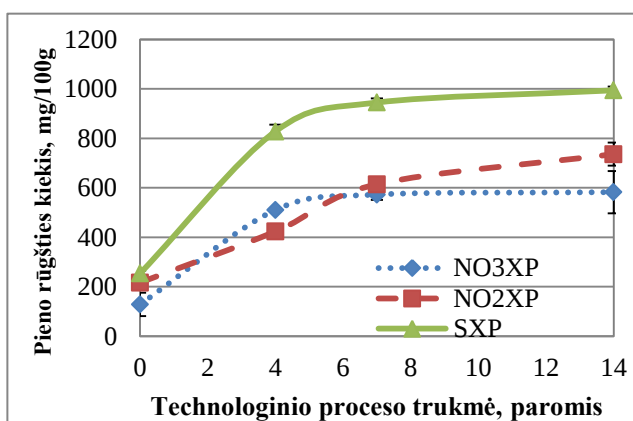
55 pav. Pieno rūgšties pokytis mėsos bandinių fermentacijos metu. K – kontrolė su NaNO_3 . KX – kontrolė su NaNO_3 ir *St. xylosus* kultūromis. KC – kontrolė su NaNO_3 ir *St. carnosus* kultūromis. KXP – kontrolė su NaNO_3 bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. xylosus* kultūromis. SC – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. carnosus* kultūromis. SXP – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

Pradinis pieno rūgšties kiekis dešrose buvo nuo 129,02 mg/100g iki 254,18 mg/100g, o fermentacijos metu nustatytas didžiausias augimas viso technologinio proceso metu (žr. 56 ir 57 pav.). Daugiausiai šios rūgšties susidarė tiriamosiose dešrose su liofilizuotomis salierų sultimis ir *St. xylosus* (SX) – 709,75 mg/100g) bei startinių kultūrų mišiniu (SXP) – 828,37 mg/100g, kiek mažiau kontrolinėse dešrose su NaNO_2 ir *St. xylosus* (NO_2X) – 482,02 mg/100g ir kontrolinėse dešrose su NaNO_3 ir startinių kultūrų mišiniu (NO_3XP) – 510,64 mg/100g. Nustatyta, kad susidaręs pieno rūgšties kiekis atvirkščiai koreliuoja su pH reikšmėmis, tose dešrose, kur susidarė daugiausiai pieno rūgšties, ten nustatyta mažiausia pH reikšmė [156]. Brandinimo metu pieno rūgšties augimo tendencija buvo švelnesnė, NO_2X , SX ir NO_3XP dešrose jos kiekis padidėjo per 50 mg/100g, NO_3X ir SXP per 84 mg/100g, o daugiausiai susidarė kontrolinėse dešrose su NaNO_2 ir startinių kultūrų mišiniu (NO_2XP) nuo 423,64 iki 614,44 mg/100g. Pasibaigus brandinimui nustatyta, kad daugiausiai šios rūgšties buvo tiriamosiose dešrose SX (846,39 mg/100g) ir SXP (994,44 mg/100g).

Dešrose su *St. xylosus* bei *P. pentosaceus* startinėmis kultūromis pieno rūgšties susidarė daugiau nei tose, kur buvo naudojamos *St. xylosus* kultūros. Didesnį jos kiekį tiriamosiose dešrose galėjo lemti redukuojantys cukrai, esantys liofilizuotose salierų sultyse, skatinantys pienarūgščių bakterijų augimą (mitybinė terpė), išsiskiriant pieno rūgščiai ir mažėjant pH (5,04 – 5,15) [157].



56 pav. Pieno rūgšties kiekio pokytis šaltai rūkytose dešrose su *St. xylosus* startinėmis kultūromis. NO₃X – kontrolė su NaNO₃ ir *St. xylosus* kultūromis. NO₂X – kontrolė su NaNO₂ ir *St. xylosus* kultūromis. SX – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* kultūromis.

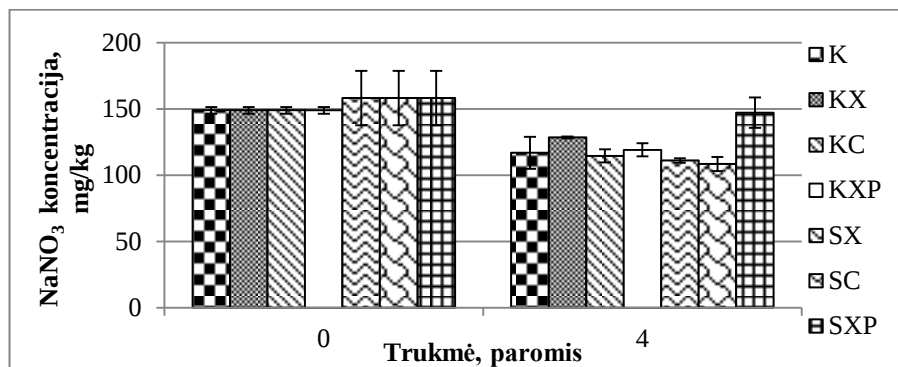


57 pav. Pieno rūgšties kiekio pokytis šaltai rūkytose dešrose su *St. xylosus* startinėmis kultūromis. NO₃XP – kontrolė su NaNO₃ bei startinių kultūrų mišiniu. NO₂XP – kontrolė su NaNO₂ bei startinių kultūrų mišiniu. SXP – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei startinių kultūrų mišiniu.

3.3.7. Nitratų ir nitritų pokytis modelinių mėsos bandinių ir šaltai rūkytų dešrų fermentacijos metu

Dar 1800 metais atlikti tyrimai parodė, kad dėl nitratredukuojančių bakterijų veiklos nitratai skaidomi iki nitritų, kurie mėsos produktams suteikia natūralią spalvą, slopina sporinę patogeninę mikroflorą ir užtikrina produkto kokybę bei saugą [8].

Nitratų pokytis. Tik paruoštuose tiriamuosiuose mėsos bandiniuose su liofilizuotomis salierų sultimis nustatytas neženkliai didesnis nitratų kiekis (158,22 mg/kg) nei kontrolėse (žr. 58 pav.). Po mėsos bandinių fermentacijos matyti, kad labiausiai nitratų kiekis sumažėjo bandiniuose su *St. carnosus* startinėmis kultūromis atitinkamai nuo 34 iki 50 mg/kg, kiek mažesnis pokytis buvo bandiniuose su *St. xylosus* ir siekė nuo 20 iki 47 mg/kg. *St. xylosus* pasižymi nitratų reduktazių aktyvumu, bet jis nėra toks intensyvus kaip *St. carnosus* [121], todėl su šiomis bakterijomis vyksta intensyvesnė nitratų redukcija, kuri užtikrina optimalų spalvos formavimąsi fermentacijos metu [158]. Iš gautų rezultatų matyti, kad nei startinės kultūros, nei liofilizuotų salierų sulčių priedas neturėjo reikšmingos įtakos liekamajam nitratų kiekiui.



58 pav. Nitratų pokytis mėsos bandinių fermentacijos metu. K – kontrolė su NaNO₃. KX – kontrolė su NaNO₃ ir *St. xylosus* kultūromis. KC – kontrolė su NaNO₃ ir *St. carnosus* kultūromis. KXP – kontrolė su NaNO₃ bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. xylosus* kultūromis. SC – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. carnosus* kultūromis. SXP – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

Nustatytas nitratų kiekis tik paruoštose dešrose su NaNO₃ (121,79 mg/kg), NaNO₂ (13,69 mg/kg) bei liofilizuotomis salierų sultimis (162 mg/kg), fermentuojant jas su *St. xylosus* ar startinių kultūrų mišiniu (žr. 59 ir 60 pav.). Pastebėta ta pati tendencija, kurią jau 1996 metais nustatė M. L. Perez – Rodriguez, jog apie 10 – 15 % nitritų įdėtų į frankfurto dešreles buvo rasta kaip nitratai [159]. Nitritai labai reaktyvūs junginiai ir greitai redukuojami iki NO arba oksiduojami iki nitratų. Šią oksidaciją gali sukelti endogeniniai fermentai (katalazė ar ksantino oksidazė), oksidatoriai (vandenilio peroksidas), oksimioglobinas dėl spontaninės redokso reakcijos bei mioglobinas kartu su askorbatais ir deguonimi. Metmioglobiniui reaguojant su askorbatais susidaro mioglobinas, kuris kartu su nitritu oksiduojamas iki metmioglobino ir nitratų [160].

Po 4 fermentacijos parų didžiausias nitratų sumažėjimas nustatytas kontrolinėse dešrose su NaNO₃ (NO₃X ir NO₃XP) bei tiriamosiose dešrose su liofilizuotomis salierų sultimis (SX ir SXP), atitinkamai nuo 1,65 – 1,75 iki 2 – 3 kartų. Startinių kultūrų aktyvumui galėjo turėti įtakos tinkama temperatūra jų augimui bei dauginimuisi dėl ko buvo užtikrinta nitratų redukcija [160]. Dešrose su NaNO₂ nustatytas nitratų padidėjimas per 30 mg/kg, nepriklausomai nuo naudojamų startinių kultūrų.

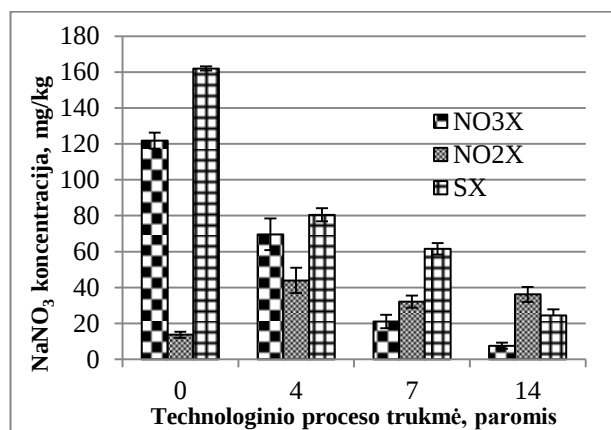
Brandinimo metu visose dešrose nitratų kiekis sumažėjo lyginant su 4 para ir po 7 parų pastebėta, kad tiriamosiose dešrose su liofilizuotomis salierų sultimis liekamasis nitratų kiekis buvo didesnis (53,87 ir 61,49 mg/kg) nei kontrolinėse su NaNO₃ ar NaNO₂. Gaminant dešras su šaldytais porais nustatyta, kad po 7 parų nitratų kiekis jose siekė nuo $24,5 \pm 14$ iki $36,3 \pm 13$ mg/kg, kai dešrose su džiovintais porais buvo kur kas mažesnis (nuo $1,4 \pm 0,4$ iki $2,6 \pm 1$ mg/kg) [161].

Brandinimo pabaigoje dešrose su NaNO₂ liekamasis nitratų kiekis išliko beveik nepakitęs, o tokius rezultatus galėjo lemti tai, kad nitritai šio proceso metu oksiduojami atgal į nitratus [162]. Tačiau lyginant su kitomis dešromis jose nitratų kiekis buvo didžiausias, nepriklausomai nuo naudojamų startinių kultūrų, kai tiriamosiose su liofilizuotomis salierų sultimis ir kontrolinėse dešrose su NaNO₃ sumažėjo, nors D. S. Tsoukalas (2011) nustatė, kad visose kontrolinėse dešrose su NaNO₂

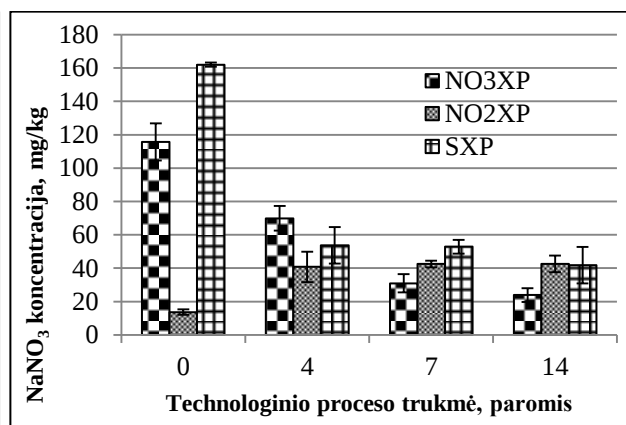
iki brandinimo pabaigos liekamasis nitratų kiekis sumažėjo nuo 30 iki 20 mg/kg [144]. Panašią priklausomybę nustatė A. Marco (2006) gamindamas fermentines dešras su NaNO_2 [163].

Graikiškų dešrų su porų priedu ir *St. carnosus* startinėmis kultūromis gamybos metu pastebėtas panašus liekamojo nitrato pokytis kaip ir mūsų eksperimento metu. Gaminant kontrolines dešras su NaNO_2 0 parą jose nitratų kiekis siekė 8,5 mg/kg, kai tiriamosiose 81,5 mg/kg, praėjus 7 paroms pastebėta, kad kontrolinėse dešrose nitratų kiekis padidėjo (23,3 mg/kg), o tiriamosiose stipriai sumažėjo (18,5 mg/kg). Pasibaigus brandinimo procesui didelių pokyčių vertinant liekamąjį nitratų kiekį kontrolinėse (27,4 mg/kg) ir tiriamosiose dešrose (20,6 mg/kg) nenustatyta [130].

Eksperimento pabaigoje pastebėta, kad skirtingos startinės kultūros turėjo įtakos nitratų redukcijai, bet kaip rašė N. Magrinyà (2009) nitratų kilmė neturėjo reikšmingos įtakos [120]. Geresnėmis nitratreduktazių savybėmis pasižymėjo *St. xylosus* nei startinių kultūrų mišinys, kuris galimai dėl žemesnio pH slopino nitratus skaidančias bakterijas, todėl dešrose su startinių kultūrų mišiniu nustatytas nitrato kiekis buvo didesnis.

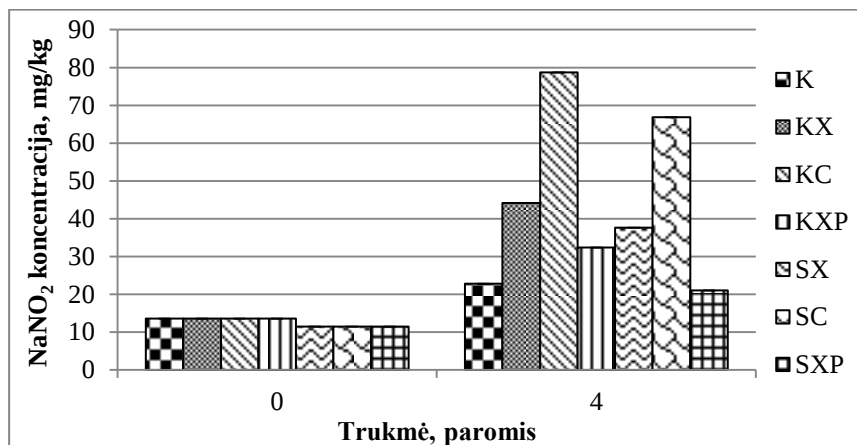


59 pav. Nitratų kiekio pokytis šaltai rūkytose dešrose su *St. xylosus* startinėmis kultūromis. NO_3X – kontrolė su NaNO_3 ir *St. xylosus* kultūromis. NO_2X – kontrolė su NaNO_2 ir *St. xylosus* kultūromis. SX – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* kultūromis.



60 pav. Nitratų kiekio pokytis šaltai rūkytose dešrose su *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* startinėmis kultūromis. NO_3XP – kontrolė su NaNO_3 bei startinių kultūrų mišiniu. NO_2XP – kontrolė su NaNO_2 bei startinių kultūrų mišiniu. SXP – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei startinių kultūrų mišiniu.

Nitritų pokytis. Nitritų kiekis nustatytas visuose mėsos bandiniuose fermentacijos pradžioje ir pabaigoje (žr. 61 pav.). Tik paruoštuose kontroliniuose bandiniuose su NaNO_3 (13,61 mg/kg) nitritų buvo kiek daugiau nei tiriamuosiuose (11,41 mg/kg) su liofilizuotomis salierų sultimis, nepriklausomai nuo naudojamų startinių kultūrų. Atlikus fermentaciją nustatyta, kad didžiausias liekamasis nitritų kiekis buvo bandiniuose su *St. carnosus* startinėmis kultūromis, kur kontroliniame bandinyje su NaNO_3 (KC) susidarė 78,67 mg/kg nitritų, o tiriamajame bandinyje su liofilizuotomis salierų sultimis (SC) – 66,84 mg/kg. Kiek mažesnis liekamasis nitritų kiekis nustatytas bandiniuose su *St. xylosus* startinėmis kultūromis, o ten kur buvo naudojamas startinių kultūrų mišinys nitritų susidarė labai mažai, lyginant su fermentacijos pradžia. Po mėsos fermentacijos nustatyta, kad didesnis liekamasis NaNO_2 kiekis buvo kontroliniuose nei tiriamuosiuose bandiniuose, tokiems rezultatams galėjo turėti įtakos pH, nes esant žemesniam pH vyksta greitesnė nitritų redukcija iki NO [37].



61 pav. Nitritų pokytis mėsos bandinių fermentacijos metu. K – kontrolė su NaNO₃. KX – kontrolė su NaNO₃ ir *St. xylosus* kultūromis. KC – kontrolė su NaNO₃ ir *St. carnosus* kultūromis. KXP – kontrolė su NaNO₃ bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. xylosus* kultūromis. SC – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. carnosus* kultūromis. SXP – mėsos bandinys su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

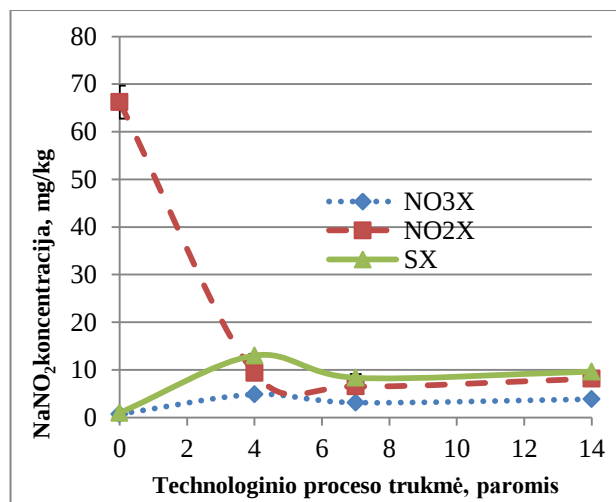
Tik paruoštose kontrolinėse dešrose su NaNO₃ bei tiriamosiose su liofilizuotomis salierų sultimis, nustatytas pradinis **nitritų kiekis** buvo labai mažas (0,72 ir 1 mg/kg), kai dešrose su NaNO₂ (NO₂X ir NO₂XP) siekė 66,20 mg/kg, t. y. 55 % mažiau už įdėtą kiekį (žr. 62 ir 63 pav.). Kiek didesnį liekamąjį nitritų kiekį (50 – 70 %) tik paruoštose šaltai rūkytose dešrose nustatė L. Li (2013) [164], o G. O. Hustad dar 1973 m. pastebėjo, kad dalies nitritų netenkama perdirbimo metu, iš kurių apie 16 % mėsą maišant – kuteruojant, arba negalima jų išmatuoti, nes jie greitai skyla į NO, kuris dalyvauja spalvos susiformavimo procese [162].

Fermentacijos pabaigoje nustatyta, kad didžiausias nitritų pokytis buvo tose dešrose kur naudojamas NaNO₂, ten jo kiekis, nepriklausomai nuo naudojamų startinių kultūrų, sumažėjo 7 kartus. Tokį nitritų pokytį galėjo lemti pH, kuriam esant arti 5,2 – 5,3, labai padidėja nitrito redukcija iki azoto oksido [162], šį virsmą taip pat skatina redukuojančios medžiagos, pavyzdžiui askorbatai [160]. Tiriamosiose dešrose su liofilizuotomis salierų sultimis ir kontrolinėse su NaNO₃ liekamasis nitritų kiekis kiek padidėjo. Tokią pačią tendenciją fermentacijos metu nustatė D. S. Tsoukalas (2011) gaminant kontrolines (su NaNO₂) ir tiriamąsias dešras (su liofilizuotų porų priedu), kur liekamasis nitritų kiekis kontrolinėse dešrose sumažėjo 4 kartus, o tiriamosiose su 1,68 % porų priedu išaugo dvigubai iki 10mg/kg [144]. Eksperimento metu nustatyta, kad praėjus 4 parom visose dešrose nustatytas mažas liekamasis nitritų ir nitratų (žr. 62 ir 63 pav.), tačiau didelis nitrozomioglobino kiekis, taigi skilę nitritai dalyvavo šių pigmentų (žr. 25 ir 26 pav.) susidaryme.

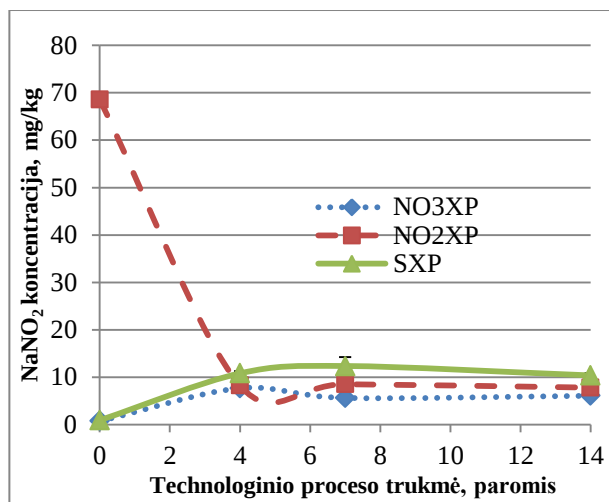
Nuo brandinimo pradžios iki technologinio proceso pabaigos didelių skirtumų tarp šaltai rūkytų dešrų, vertinant liekamąjį nitritų kiekį, nebuvo, tačiau kiek didesnis nustatytas tiriamosiose (apie 10 mg/kg) nei kontrolinėse dešrose. Kaip matyti iš gautų rezultatų, skirtingos startinės kultūros ar liofilizuotų salierų sulčių priedas neturėjo reikšmingos įtakos liekamajam nitritų kiekiui. Ilgesnis technologinis procesas parodo, kad mažas likutinis NaNO₂ kiekis nustatomas dėl visiškos jų redukcijos į NO, kuris reaguodamas su mioglobinu suteikia charakteringą mėsos gaminių spalvą, o

didesnis liekamasis nitritų kiekis gali būti siejamas su mažu nitrozomioglobino susidarymu [160]. Yra duomenų, kad mažas likutinis nitritų kiekis produktuose užtikrina konservacines savybes jų laikymo metu [165].

Panašią liekamojo nitrito pokyčio tendenciją technologinio proceso metu nustatė ir G. A. Fista (2004). Jo gaminamose kontrolinėse dešrose su NaNO_2 praėjus 3 paroms liekamasis nitritų kiekis sumažėjo nuo 86,1 iki 8,1 mg/kg, o tiriamosiose su porais ir startinėmis *St. carnosus* kultūromis iki 2,7 mg/kg. Praėjus 7 paroms tiek kontrolinėse (4,4 mg/kg), tiek tiriamosiose (1,7 mg/kg) dešrose nustatytas nitritų sumažėjimas ir brandinimo pabaigoje (po 14 parų) liekamasis nitritų kiekis beveik nepasikeitė [130].



62 pav. NaNO_2 kiekio pokytis šaltai rūkytose dešrose su *St. xylosus* startinėmis kultūromis. NO_3X – kontrolė su NaNO_3 ir *St. xylosus* kultūromis. NO_2X – kontrolė su NaNO_2 ir *St. xylosus* kultūromis. SX – tiriamosios dešros su liofilizuotu salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* kultūromis.



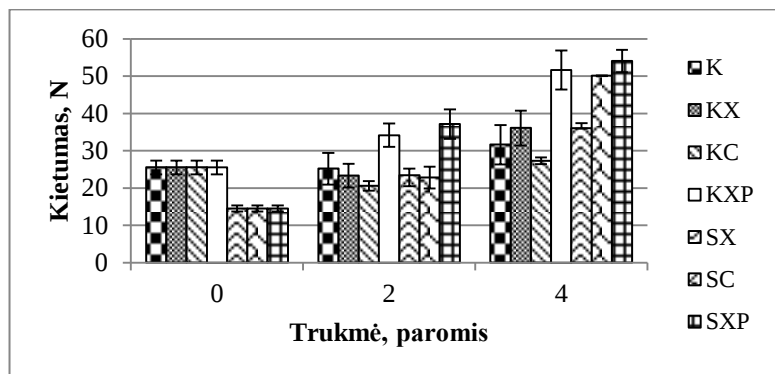
63 pav. NaNO_2 kiekio pokytis šaltai rūkytose dešrose su *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* startinėmis kultūromis. NO_3XP – kontrolė su NaNO_3 bei startinių kultūrų mišiniu. NO_2XP – kontrolė su NaNO_2 bei startinių kultūrų mišiniu. SXP – tiriamosios dešros su liofilizuotu salierų sulčių priedu bei startinių kultūrų mišiniu.

3.3.8. Tekstūros pokyčiai modelinių mėsos bandinių fermentacijos metu

Norint įvertinti skirtingų startinių kultūrų ir liofilizuotų salierų sulčių įtaką mėsos bandinių tekstūros savybėms, 0, 2 ir 4 fermentacijos parą išmatuotas bandinių kietumas (tvirtumas) ir kohezija (žr. 64 ir 65 pav.).

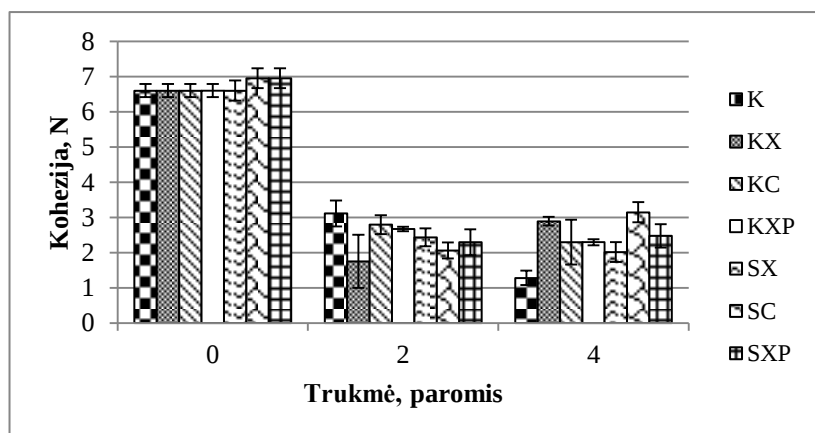
Kietumas. Tik paruoštų kontrolinių bandinių su NaNO_3 kietumas (25,5 N) buvo didesnis nei tiriamųjų su liofilizuotomis salierų sultimis – 14,5 N. Praėjus dviem fermentacijos paroms visuose kontroliniuose bandiniuose, išskyrus kontrolinį su NaNO_3 ir startinių kultūrų mišiniu (KXP), kietumas sumažėjo, labiausiai kontroliniame bandinyje su NaNO_3 bei *St. carnosus* kultūromis (KC) iki 20,5 N. Kiečiausi bandiniai buvo su startinių kultūrų mišiniu: KXP (34,16 N) ir SXP (37,14 N), kiek mažesnės vertės nustatytos tiriamuosiuose bandiniuose su liofilizuotomis salierų sultimis ir *St. xylosus* (SX) ar *St. carnosus* (SC). Fermentacijos pabaigoje nustatyta, kad kietumas padidėjo visuose bandiniuose, tačiau didžiausios vertės išliko bandiniuose su startinių kultūrų mišiniu, kur lyginant su pradinėmis vertėmis padidėjo nuo 2 (kontroliniame) iki 4 kartų (tiriamajame). Vertinant kontroles matyti, kad minkščiausias bandinys buvo su NaNO_3 bei *St. carnosus* (KC) startinėmis kultūromis, o iš tiriamųjų su

lioofilizuotomis salierų sultimis bei *St. xylosus* bakterijomis (SX). Kaip matyti iš gautų rezultatų, kietumas koreliuoja su pH vertėmis, nes kur mažesnės pH vertės, ten nustatytas didesnis kietumas. Fermentacijos pabaigoje tiriamuosiuose bandiniuose pH buvo žemesnis nei mėsos baltymų izoelektrinis taškas (pH 5,3 – 5,4), kuriam esant skatinamas baltymų gelio susiformavimas dėl ko ir padidėja kietumas [166].



64 pav. Kietumo pokytis mėsos bandinių fermentavimo metu. K – kontrolė su NaNO_3 . KX – kontrolė su NaNO_3 ir *St. xylosus* kultūromis. KC – kontrolė su NaNO_3 ir *St. carnosus* kultūromis. KXP – kontrolė su NaNO_3 bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – mėsos bandinys su lioofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. xylosus* kultūromis. SC – mėsos bandinys su lioofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. carnosus* kultūromis. SXP – mėsos bandinys su lioofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

Kohezija. Tik paruoštų kontrolinių ir tiriamųjų su lioofilizuotomis salierų sultimis mėsos bandinių rišlumas buvo labai panašus nuo 6,6 iki 6,9 N (žr. 65 pav.). Vykstant fermentacijos procesui kohezija nuosekliai mažėjo ir pabaigoje nustatyta, kad didžiausias pokytis buvo kontroliniame bandinyje tik su NaNO_3 (K) nuo 6,6 iki 1,28 N, kai mažiausiai kohezija pakito tiriamajame bandinyje su lioofilizuotomis salierų sultimis ir *St. carnosus* (SC), atitinkamai nuo 6,9 iki 3,1 N, lyginant su pradiniais rezultatais. Kituose bandiniuose kohezija nustatyta labai panaši nuo 2,2 iki 2,8 N. Nustatyta, kad vykstant baltymų proteolizei ir pH artėjant prie baltymų izoelektrinio taško, kohezija mažėja [68].



65 pav. Kohezijos pokytis mėsos bandinių fermentavimo metu. K – kontrolė su NaNO_3 . KX – kontrolė su NaNO_3 ir *St. xylosus* kultūromis. KC – kontrolė su NaNO_3 ir *St. carnosus* kultūromis. KXP – kontrolė su NaNO_3 bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – mėsos bandinys su lioofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. xylosus* kultūromis. SC – mėsos bandinys su lioofilizuotų salierų sulčių priedu ir *St. carnosus* kultūromis. SXP – mėsos bandinys su lioofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

3.3.9. Šaltai rūkytų dešrų tekstūros profilio analizė (TPA)

Tekstūros profilio analizė (TPA) tai instrumentinis metodas imituojantis sąlygas, kuriomis maisto produktas veikiamas kramtymo metu [167]. Technologinio proceso pabaigoje atlikta šaltai rūkytų dešrų TPA, nustatant jų struktūros atsistatymo laipsnį, koheziją bei kitas savybes (žr. 3 lentelė). Pastebėta, kad kiek geresnėmis struktūros atsistatymo savybėmis pasižymėjo kontrolinės dešros su NaNO₂ ir *St. xylosus* startinėmis kultūromis (NO₂X) (0,569) bei tiriamosios dešros su liofilizuotomis salierų sultimis ir *St. xylosus* startinėmis kultūromis (SX) (0,549), o blogiausiomis kontrolinės dešros su NaNO₃ ir startinių kultūrų mišiniu (NO₃XP) (0,469). Vertinant startinių kultūrų įtaką reikšmingų skirtumų nenustatyta, nes nuodžiūvis, turintis įtakos struktūros atsistatymui, paskutinę brandinimo savaitę buvo tolygus visuose bandiniuose [144].

Naudojamos startinės kultūros turėjo įtakos **kohezijos** reikšmėms. Didesnės vertės nustatytos dešrose su *St. xylosus* nei su startinių kultūrų mišiniu: didžiausia kontrolinėse dešrose su NaNO₃ ir *St. xylosus* kultūromis (NO₃X) (0,346 N), mažiausia – NO₂X (0,258 N). Dešrose su *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* startinių kultūrų mišiniu kohezija buvo nuo 1,17 iki 1,5 karto mažesnė, o tokius rezultatus galėjo lemti tai, kad šiose dešrose nustatytos mažesnės pH vertės. Teigiama, kad kohezija mažėja pH artėjant prie baltymų izoelektrinio taško [168] bei dėl proteolizės proceso [68].

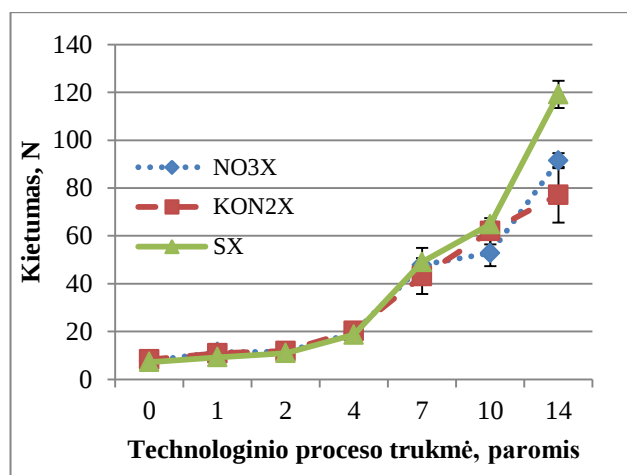
Vertinant pagamintų dešrų **gumiškumą** nustatyta, kad didžiausios vertės buvo NO₃X (31,717) bei SX (34,485) dešrose, o mažiausios NO₂X (18,112) bei NO₃XP (17,931). Iš gautų rezultatų matyti, kad gumiškesnės yra tiriamosios dešros su liofilizuotomis salierų sultimis nei kontrolinės, neatsižvelgiant į naudojamas startines kultūras. Didesnės šaltai rūkytų dešrų **susikramtomumo** vertės buvo tiriamosiose (SX – 19,896, o SXP – 15,249) nei kontrolinėse dešrose. Mažiausios vertės buvo NO₂X (11,966) bei NO₃XP (9,611) dešrose. Ryškaus skirtumo tarp NO₂X ir NO₂XP nebuvo nustatyta, tačiau matyti, kad su *St. xylosus* startinėmis kultūromis NO₃X bei SX dešrose vertės buvo didesnės nei tose, kur panaudotas startinių kultūrų mišinys. Didžiausia dešrų **stangrumo** vertė rasta NO₃X (9,436) dešroje, o mažiausia kontrolinėje dešroje su NaNO₂ ir startinių kultūrų mišiniu (NO₂XP) – 4,767. Kitose dešrose didelių skirtumų nepastebėta, o gautos vertės svyruoja nuo 5,523 iki 6,970.

3 lentelė. Šaltai rūkytų dešrų TPA.

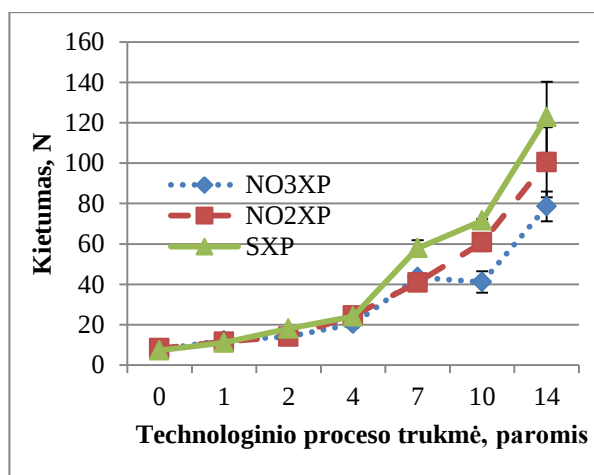
Dešra	Struktūros atsistatymas	Kohezija, N	Gumiškumas	Sukramtomumas	Stangrumas
NO3X	0,469 ± 0,027	0,346 ± 0,028	31,717 ± 0,968	14,823 ± 0,812	9,436 ± 1,032
NO3XP	0,534 ± 0,052	0,231 ± 0,042	17,931 ± 1,488	9,611 ± 1,663	5,523 ± 1,045
NO2X	0,569 ± 0,030	0,258 ± 0,023	18,112 ± 0,796	11,966 ± 1,020	6,282 ± 0,411
NO2XP	0,532 ± 0,035	0,202 ± 0,018	23,185 ± 3,373	12,641 ± 1,109	4,767 ± 0,550
SX	0,549 ± 0,055	0,290 ± 0,014	34,485 ± 0,427	19,896 ± 0,621	6,970 ± 0,325
SXP	0,527 ± 0,032	0,246 ± 0,029	26,701 ± 0,871	15,249 ± 1,723	5,691 ± 0,689

NO₃X – kontrolė su NaNO₃ ir *St. xylosus* kultūromis. NO₂X – kontrolė su NaNO₂ ir *St. xylosus* kultūromis. NO₃XP – kontrolė su NaNO₃ bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. NO₂XP – kontrolė su NaNO₂ bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* kultūromis. SXP – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

Matuojant **kietumą** technologinio proceso pradžioje esminių skirtumų tarp bandinių nenustatyta, gautos vertės buvo nuo 7,25 iki 8,30 N (žr. 66 ir 67 pav.). Per 4 fermentacijos paras visose dešrose, tiek kontrolinėse, tiek tiriamosiose su liofilizuotomis salierų sultimis buvo nustatytas tolygus kietumo didėjimas, o gautos vertės buvo labai panašios nepriklausomai nuo naudojamų startinių kultūrų. Pasibaigus fermentacijai ir prasidėjus brandinimui dešros kietėja sparčiau dėl vandens netekimo [131]. Todėl praėjus 14 parų nustatyta, kad tiriamosios dešros su liofilizuotomis salierų sultimis SX (119,171 N) ir SXP (122,714 N) buvo kietesnės nei kontrolinės, o lyginant startinių kultūrų įtaką, kietesnės buvo tos, kurių gamybai panaudotas startinių kultūrų mišinys. Gauti rezultatai rodo, kad kiečiausios dešros yra tos, kurių pH vertės buvo mažiausios, nes prie baltymų izoelektrinio taško, susidaro baltymų gelis, kuris padidina dešrų kietumą [88].



66 pav. Kietumo pokyčiai šaltai rūkytose dešrose, naudojant *St. xylosus* startines kultūras. NO₃X – kontrolė su NaNO₃ ir *St. xylosus* kultūromis. NO₂X – kontrolė su NaNO₂ ir *St. xylosus* kultūromis. SX – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* kultūromis.



67 pav. Kietumo pokyčiai šaltai rūkytose dešrose, naudojant *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* startines kultūras. NO₃XP – kontrolė su NaNO₃ bei startinių kultūrų mišiniu. NO₂XP – kontrolė su NaNO₂ startinių kultūrų mišiniu. SXP – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei startinių kultūrų mišiniu.

D.S. Tsoukalas (2011) atlikęs instrumentinę TPA taip pat nustatė tą pačią tendenciją, kad tiriamosios dešros su liofilizuotų porų priedu buvo kietesnės, bet turėjo mažesnę koheziją nei kontrolinės su NaNO₂, nors 0,84 % ar 1,68 % liofilizuotų porų priedas įtakos tekstūros parametrų neturėjo [144]. M. M. Calvo (2008) rašė, kad didėjant pomidorų miltelių kiekiui sumažėja fermentinių dešrų gumiškumas ir sukramtomumas, bet padidėja kohezija. 3 % pomidorų miltelių priedas sumažina dešrų kietumą, struktūros atsistatymo laipsnį bei drėgmės kiekį, nes jos tampa sausesnės ir trapesnės [169]. Į dešras įdėjus 100 mg/kg nitrito sumažėja jų kietumas, gumiškumas ir susikramtomumas, o gaminant konservuotą kapotą kumpį įdėjus nuo 0 iki 100 mg/kg nitrito, jis neturi jokios įtakos tekstūrai [170].

3.3.10. Svorio pokyčiai šaltai rūkytose dešrose

Dešrų nuodžiūvis viso technologinio proceso metu buvo labai tolygus (nuo 97,85 iki 61,66 %), o gauta išeiga labai panaši visose dešrose, kuri svyruoja nuo 59,46 iki 63,15 %. G. A. Fista (2004) nustatė, kad gaminant graikiškas dešras: kontrolines su NaNO₂, tiriamąsias tik su porų priedu ir

tiriamąsias su porų priedu ir *St. carnosus* startinėmis kultūromis, nuodžiūvis viso technologinio proceso metu taip pat buvo tolygus. Kontrolinėse dešrose nuodžiūvis siekė 37,73 %, o dešrose tik su porų priedu – 42,83 %, o dešrose su porų priedu ir startinės kultūros – 43,4 % [130]. Kiek didesnius svorio nuostolius galėjo lemti tai, kad šiose dešrose gaunamas labai žemas pH (žemesnis nei mūsų eksperimento metu), kuris tampa artimas mėsos baltymų izoelektriniam taškui, todėl jų vandens rišlumo savybės tampa silpnesnės [144]. Kaip matyti iš gautų rezultatų, nei startinės kultūros, nei liofilizuotų salierų sulčių priedas reikšmingos įtakos svorio pokyčiams įtakos neturėjo.

3.3.11. Vandens aktyvumo (a_w) pokytis šaltai rūkytose dešrose

a_w matavimai atlikti viso technologinio proceso metu, o iš gautų rezultatų matyti, koks kiekis vandens yra prieinamas mikroorganizmams bei jų gyvybinėms funkcijoms palaikyti [171]. Technologinio proceso metu nustatytas tolygus vandens aktyvumo mažėjimas tiek kontrolinėse, tiek tiriamosiose dešrose nuo 0,959 iki 0,854. Lyginant tarpusavyje naudojamų startinių kultūrų įtaką a_w , nenustatyta reikšmingų skirtumų. Tiriamosiose dešrose nustatytas a_w yra kiek mažesnis nei kontrolinėse, to priežastimi galėjo būti liofilizuotose salierų sultyse esantys baltymai, kurie geba surišti laisvą drėgmę, taip sumažindami vandens aktyvumą [172]. Esant stabilioms aplinkos sąlygoms, dauguma gedimo ir patogeninių mikroorganizmų nustoja daugintis esant mažesniai kaip 0,91 a_w [173]. Tokia reikšmė visose dešrose pasiekta praėjus 7 technologinio proceso paroms. Mikrobiologinę saugą lemia ne tik a_w , bet ir pH tarp 4,6 ir 5,3, kuris tiriamosiose dešrose su liofilizuotomis salierų sultimis pasiektas jau po 4 parų, o kontrolinėse su NaNO_2 , praėjus 7 paroms.

3.3.12. Šaltai rūkytų dešrų cheminė sudėtis

Žalios mėsos ir šaltai rūkytų dešrų cheminė sudėtis nustatyta 3.2.1 skyriuje nurodytais cheminiais metodais, o gauti rezultatai pateikti 4 lentelėje. Iš čia matyti, kad vertinant drėgmės ($32,02 \pm 0,12 - 37,03 \pm 0,62$), riebalų ($26,32 \pm 0,41 - 27,80 \pm 0,77$), baltymų ($29,51 \pm 0,27 - 31,99 \pm 0,60$) ir mineralinių medžiagų ($5,01 \pm 0,41 - 6,15 \pm 0,24$) kiekį šaltai rūkytose dešrose reikšmingų skirtumų nebuvo. Kiek kitokius rezultatus gavo J. Ambrosiadis (2004) ir S. N. Papadima (1999) tirdami graikiškų dešrų cheminę sudėtį, kur drėgmės kiekis siekė 43,98 – 49,17 %, baltymų – 17,62 – 19,19 %, riebalų – 29,74 – 33,5% ir pelenų $2,99 - 3,3 \% \pm 0,55$ [174, 175]. Gauti rezultatai parodė, kad nei liofilizuotos salierų sultys, nei startinės kultūros neturėjo įtakos šaltai rūkytų dešrų cheminių komponentų kiekiui.

4 lentelė. Dešrų cheminė sudėtis.

Bandinys	Drėgmė, %	Baltymai, %	Riebalai, %	Mineralinės medžiagos, %	Angliavandeniai, %	Energetinė vertė, kcal
NO ₃ X	37,03 ± 0,62	30,04 ± 0,05	26,95 ± 0,10	5,37 ± 0,17	0,61	365,15
NO ₃ XP	35,27 ± 0,16	29,51 ± 0,27	27,80 ± 0,77	5,48 ± 0,17	1,94	376,02
NO ₂ X	33,86 ± 0,35	30,49 ± 0,71	27,75 ± 0,34	5,01 ± 0,41	2,89	383,24
NO ₂ XP	32,56 ± 0,65	30,04 ± 0,37	28,64 ± 0,68	5,58 ± 0,27	3,19	390,64
SX	34,27 ± 0,41	30,45 ± 0,64	26,32 ± 0,41	6,15 ± 0,24	2,80	369,90
SXP	32,02 ± 0,12	31,99 ± 0,60	27,36 ± 0,40	6,13 ± 0,06	2,50	384,22
Mėsa	73,23 ± 0,05	22,08 ± 0,51	2,47 ± 0,27	1,07 ± 0,07	1,14	115,16

NO₃X – kontrolė su NaNO₃ ir *St. xylosus* kultūromis. NO₂X – kontrolė su NaNO₂ ir *St. xylosus* kultūromis. NO₃XP – kontrolė su NaNO₃ bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. NO₂XP – kontrolė su NaNO₂ bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis. SX – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* kultūromis. SXP – tiriamosios dešros su liofilizuotų salierų sulčių priedu bei *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* kultūromis.

3.4. Liofilizuotų salierų sulčių ir startinių kultūrų įtaka virtų mėsos gaminių technologinių ir cheminių savybių pokyčiams

Žinant liofilizuotų salierų sulčių savybes, pagaminti virti mėsos gaminiai, siekiant įvertinti *St. carnosus* startinių kultūrų ir daržovių produktų įtaką cheminės sudėties komponentų, pH, spalvos koordinačių, pigmentų, nitratų ir nitritų kiekio pokyčiui, lyginant su kontroliniais gaminiais. Dalis gautų rezultatų pristatyti tarptautinėje konferencijoje: 10th *Baltic Conference on Food Science and Technology (FoodBalt – 2015). “Future Food: Innovations, Science and Technology”*.

3.4.1. pH pokytis virtų mėsos produktų gamybos metu

pH yra vienas iš svarbiausių technologinių rodiklių, parodančių naudojamos mėsos kokybę bei pagamintų produktų saugą. Žaliavos, suinjektuotų pusgaminių bei gaminių po terminio apdorojimo pH rezultatai pateikti 5 lentelėje. Iš diagramos matyti, kad žalios mėsos ir pusgaminių pH labai panašus (5,5 – 5,69), taigi, liofilizuotų salierų sulčių priedas šiam rodikliui įtakos neturėjo. B. L. Krause ir J. G. Sebranek (2011) gamindami virtus mėsos gaminius irgi nustatė, kad tarp mėsos be priedų (nuo 5,96 iki 6,05), pusgaminių, injektuotų daržovių sultimis, (nuo 5,83 iki 6,05) ir kontrolinio bandinio su NaNO₂ (nuo 5,90 iki 6,07) reikšmingų skirtumų vertinant pH nėra [176]. Teigiama, jog aktyvusis rūgštingumas (pH) turi įtakos likutiniam nitrito kiekiui ir pažymima, kad jei produkto gamybos metu pH nenukrenta žemiau 5,2, tuomet pagreitėja spalvos susiformavimo reakcijos [177].

Atlikus terminį apdorojimą pastebėta, kad pH šiek tiek padidėjo visuose gaminiuose. Didžiausia vertė buvo tiriamajame (6,23), o kiek mažesnė kontroliniuose bandiniuose 6,07. B. L. Krause ir J. G. Sebranek (2011) virtuose gaminiuose po terminio apdorojimo pH taip pat padidėjo, bet jų atveju didesnė vertė buvo kontroliniame bandinyje su NaNO₂ (6,12) nei tiriamajame su daržovių sulčių priedu (5,97) [178]. Taigi, atlikus eksperimentą matyti, kad reikšmingų skirtumų vertinant pH tarp visų trijų bandinių nebuvo ir šiuo atveju skirtingi sūrymai neturi įtakos galutiniam produkto pH.

5 lentelė. pH pokytis mėsoje be priedų, po injekcijos ir galutiniame produkte (po terminio apdorojimo).

<i>Bandinys</i>	<i>Mėsa be priedų</i>	<i>Mėsa po injekcijos</i>	<i>Mėsa po terminio apdorojimo</i>
Su nitritine druska	5,67 ± 0,04	5,6 ± 0,04	6,08 ± 0,02
Su NaNO ₃ ir <i>St. carnosus</i>	5,52 ± 0,01	5,70 ± 0,05	6,043 ± 0,04
Su liofilizuotomis salierų sultimis ir <i>St. carnosus</i>	5,60 ± 0,04	5,45 ± 0,03	6,23 ± 0,05

3.4.2. Spalvos pokyčiai virtuose mėsos gaminiuose

Žaliavos, pusgaminių bei gaminių po terminio apdorojimo paviršius buvo įvertintas naudojant CIE L*, a*, b* sistemą. Suinjektavus sūrymą, kurio sudėtyje buvo nitritinė druska ar NaNO₃ bei *St. carnosus* startinės kultūros, spalvos pokyčiai plika akimi nebuvo matomi, o suinjektavus sūrymą su liofilizuotos salierų sultimis bei *St. carnosus* startinėmis kultūromis pusgaminių spalva tapo gelsva.

Vertinant mėsos bandinių šviesumą (žr. 6 lentelėje) matyti, kad reikšmingų skirtumų tarp žaliavos ir pusgaminių L* verčių neaptikta. Po injekcijos šviesumas išaugo bandinyje su NaNO₃ bei *St. carnosus* startinėmis kultūromis (53,62), o labiausiai sumažėjo gaminyje su nitritine druska ir siekė 58,3. Po terminio apdorojimo išliko ta pati tendencija: šviesiausias gaminyje buvo su NaNO₃ bei *St. carnosus* startinėmis kultūromis (72,62), o tamsiausias su nitritine druska (68,90). J. E. Hayes, I. Canonico ir P. Allen (2013) gaminiai su nitritine druska buvo šiek tiek tamsesni po terminio apdorojimo ir siekė 58,8 [107].

6 lentelė. L* pokytis mėsoje be priedų, po injekcijos ir galutiniame produkte (po terminio apdorojimo).

<i>Bandinys</i>	<i>Mėsa be priedų</i>	<i>Mėsa po injekcijos</i>	<i>Mėsa po terminio apdorojimo</i>
Su nitritine druska	51,56 ± 2,2	45,72 ± 1,75	68,90 ± 0,17
Su NaNO ₃ ir <i>St. carnosus</i>	52,50 ± 0,65	53,62 ± 1,65	72,62 ± 0,59
Su liofilizuotomis salierų sultimis ir <i>St. carnosus</i>	51,40 ± 0,77	46,91 ± 0,21	71,76 ± 1,08

Rausvumo (a*) pokytis bandiniuose pateiktas 7 lentelėje. Žaliavoje jis buvo pakankamai panašus ir siekė nuo 16,21 iki 17,10, o po injekcijos pastebėta, kad rausvumas padidėjo bandinyje su liofilizuotomis salierų sultimis bei *St. carnosus* startinėmis kultūromis (16,91), o kontroliniuose – a* vertės šiek tiek sumažėjo. Pasibaigus terminiam procesui bandiniuose su nitritine druska ar NaNO₃ bei *St. carnosus* startinėmis kultūromis rausvumo vertės padidėjo, tačiau neženkliai, o gaminyje su liofilizuotomis salierų sultimis bei *St. carnosus* startinėmis kultūromis sumažėjo iki 9,48. B. L. Krause, J. G. Sebranek (2011) nustatė, kad po terminio apdorojimo tiriamajame bandinyje su daržovių sultimis, a* vertė buvo mažesnė nei kontroliniame bandinyje su NaNO₂ ir atitinkamai siekė 6,77 ir 8,62 [176]. Gauti rezultatai koreliuoja su nitrozomioglobino kiekiu, iš kur matyti, kad rausviausias gaminyje yra su nitritine druska, taip pat jame nustatytas didžiausias bendras oksimioglobino ir mioglobino kiekis.

7 lentelė. a* pokytis mėsoje be priedų, po injekcijos ir galutiniame produkte (po terminio apdorojimo).

Bandinys	Mėsa be priedų	Mėsa po injekcijos	Mėsa po terminio apdorojimo
Su nitritine druska	16,21 ± 0,88	11,89 ± 1,69	13,44 ± 0,04
Su NaNO ₃ ir <i>St. carnosus</i>	17,10 ± 0,8	11,26 ± 1,13	12,27 ± 0,39
Su liofilizuotomis salierų sultimis ir <i>St. carnosus</i>	16,26 ± 0,28	16,91 ± 0,49	9,48 ± 0,51

Gelsvumo (b*) verčių pokytis pateiktas 8 lentelėje. Naudojamos žaliavos gelsvumas labai panašus, tačiau po injekcijos pastebėta, kad tiriamajame bandinyje su liofilizuotomis salierų sultimis bei *St. carnosus* startinėmis kultūromis ši vertė išaugo iki 13,19, o kontroliniuose bandiniuose nežymiai sumažėjo. Pamatavus bandinių b* vertes po terminio proceso pastebėta, kad gaminyje su liofilizuotomis salierų sultimis gelsvumas buvo pats didžiausias (9,11). B. L. Krause, J. G. Sebranek (2011) taip pat nustatė, kad gaminyje su daržovių sulčių miltelių priedu b* vertė buvo kiek didesnė (7,71) nei kontroliniame bandinyje (6,28) [176], tokius rezultatus lemia tai, kad daržovės savo sudėtyje turi geltonų pigmentų, dėl kurių ir nustatoma didesnė b* vertė.

8 lentelė. b* pokytis mėsoje be priedų, po injekcijos ir galutiniame produkte (po terminio apdorojimo).

Bandinys	Mėsa be priedų	Mėsa po injekcijos	Mėsa po terminio apdorojimo
Su nitritine druska	10,3 ± 0,64	9,52 ± 0,76	7,4 ± 0,27
Su NaNO ₃ ir <i>St. carnosus</i>	11,12 ± 0,3	10,19 ± 0,65	7,37 ± 0,09
Su liofilizuotomis salierų sultimis ir <i>St. carnosus</i>	10,42 ± 0,31	13,19 ± 0,60	9,11 ± 0,13

3.4.3. Pigmentų kiekio pokytis virtuose mėsos gaminiuose

Bendras pigmentų kiekis, nustatytas virtuose mėsos gaminiuose, pateiktas 9 lentelėje, iš čia matyti, kad bandinyje su NaNO₃ bei *St. carnosus* startinėmis kultūromis šių pigmentų kiekis buvo mažiausias 23,35 ppm, o didžiausias tiriamajame bandinyje su liofilizuotomis salierų sultimis bei *St. carnosus* startinėmis kultūromis – 43,52 ppm. J. J. Sindelar (2007) nustatė, kad bendras pigmentų kiekis tiek kontroliniame bandinyje su NaNO₂, tiek tiriamajame su daržovių sulčių priedu buvo vienodas 70,1 ppm [176].

Nustatytos **mioglobino formos (%)** po gaminių terminio apdorojimo (žr. 9 lentelėje). Oksimioglobino kiekis visuose bandiniuose buvo panašus, bet kiek didesnis gaminyje su NaNO₃ bei *St. carnosus* startinėmis kultūromis (33 %), o tiriamajame su liofilizuotomis salierų sultimis bei *St. carnosus* startinėmis kultūromis ir kontroliniame bandinyje su nitritine druska praktiškai vienodas (28,5 % ir 28,74 %). Didžiausias mioglobino kiekis nustatytas bandinyje su nitritine druska 15,77 %, kiek mažesnis tiriamajame bandinyje su liofilizuotomis salierų sultimis (10,35 %), o mažiausias kontroliniame bandinyje su NaNO₃ (4,81 %). Nors metmioglobino kiekis visuose trijuose bandiniuose buvo labai panašus. Bendras mioglobino ir oksimioglobino, suteikiančių gaminiams raudoną spalvą, kiekis bandinyje su nitritine druska buvo didžiausias ir koreliuoja su a* verte.

Po terminio apdorojimo kontroliniuose bandiniuose bei tiriamajame su liofilizuotomis salierų sultimis nustatytas **nitrozo pigmentų bei nitrozomioglobino kiekis** (žr. 9 lentelėje). Nustatyta, kad

didžiausias nitrozo pigmentų kiekis buvo gaminyje su nitritine druska (21,46 ppm), o mažiausiais gaminyje su NaNO₃ bei *St. carnosus* – 6,38 ppm, kai gaminyje su liofilizuotomis salierų sultimis šių pigmentų buvo 8,99 ppm.

Didžiausias nitrozomioglobino kiekis nustatytas bandinyje su nitritine druska (0,522 g/100 g), o tarp kontrolinio su NaNO₃ bei *St. carnosus* startinėmis kultūromis ir tiriamojo su liofilizuotomis salierų sultimis bei *St. carnosus* startinėmis kultūromis bandinių reikšmingų skirtumų nenustatyta (0,237 ir 0,207 g/100 g). J. J. Sindelar (2007) gamindamas kumpius su NaNO₂ nustatė, kad juose nitrozomioglobino susidaro 36,3 mg/kg, o tiriamuosiuose su skirtingu daržovių sulčių priedu (0,2 % ir 0,35 %) nuo 35,9 iki 41,7 mg/kg [178]. Nitrozomioglobino kiekis koreliuoja su a* spalvos koordinate, nes a* vertė bandinyje su nitritine druska yra didžiausia, o su liofilizuotomis salierų sultimis bei *St. carnosus* startinėmis kultūromis mažiausia.

Kaip matyti iš gautų rezultatų, gaminant virtus mėsos produktus nitrozo pigmentų ir nitrozomioglobino kiekis, lemiantis gaminių spalvą, susidarė labai mažas, lyginant su tuo, kuris buvo nustatytas mėsos bandinių ar šaltai rūkytų dešrų fermentacijos metu (žr. 18 – 23 pav.). Nitratų redukcija iki nitritų intensyviau vyksta, jei pH nežemesnis nei 5,5, nors pusgaminių pH (5,6 – 5,7) buvo artimas nitratų redukcijai, tačiau galima daryti prielaidą, kad laiko tarpas skirtas įvykti reakcijai per trumpas. Nitritų redukcijai tinkamo pH (5,2 – 5,3) [69] net nebuvo pasiekta viso technologinio proceso metu, galimai dėl šios priežasties ir susidarė pakankamai mažas šių pigmentų kiekis.

9 lentelė. Pigmentų kiekis virtuose mėsos gaminiuose po terminio apdorojimo.

Bandinys	Bendras pigmentų kiekis, ppm	Nitrozo pigmentų kiekis, ppm	Nitrozomio-globinas, g/100g	MbO ₂ , %	Mb, %	MetMb, %
Su nitritine druska	41,14 ± 0,48	21,46 ± 1,26	0,522	15,77 ± 0,07	28,74 ± 2,81	58,63 ± 8,66
Su NaNO ₃ ir <i>St. carnosus</i>	23,35 ± 0,39	6,38 ± 0,76	0,273	4,80 ± 1,48	32,99 ± 3,59	62,11 ± 3,04
Su liofilizuotomis salierų sultimis ir <i>St. carnosus</i>	43,52 ± 2,88	8,99 ± 0,00	0,207	10,34 ± 0,96	28,5 ± 5,09	58,88 ± 7,13

3.4.4. Nitratų ir nitritų kiekis virtuose mėsos gaminiuose

Po terminio apdorojimo nustatytas *likutinis nitratų kiekis* (žr. 10 lentelėje), kuris gaminyje su nitritine druska siekė 53,32 mg/kg, o kontroliniame bandinyje su NaNO₃ ir *St. carnosus* startinėmis kultūromis – 114,51 mg/kg. Tiriamajame bandinyje su liofilizuotomis salierų sultimis bei *St. carnosus* startinėmis kultūromis nitratų aptikta šiek tiek mažiau 97,03 mg/kg. Spartesnę nitratų suskaidymą šiame bandinyje galėjo lemti pH, kuris buvo tinkamesnis nitratredukuojančioms bakterijoms veikti. Kadangi gamybos metu dalis nitritų oksiduojami iki nitratų, todėl kontroliniame bandinyje su nitritine druska ir buvo jų rasta [179].

Vertinant *liekamąjį nitritų kiekį* gaminiuose po terminio apdorojimo nustatyta, kad reikšmingo skirtumo tarp bandinių nebuvo (žr. 10 lentelėje). Abiejuose kontroliniuose bandiniuose nustatytas kiek didesnis nei 27 mg/kg nitritų kiekis, o tiriamajame gaminyje su liofilizuotomis salierų sultimis siekė 26,80 mg/kg. Kadangi nitritų redukcija intensyviau vyksta esant žemesniam pH (5,2 – 5,3) [69], o

technologinio proceso metu toks nebuvo pasiektas, todėl ir nitritų susidarė mažai, tačiau dalis susidariusių nitritų visgi virto į NO, kuris reaguodamas su mioglobinu sudaro nitrozomioglobina, suteikiantį gaminiams patrauklią rausvą spalvą [180].

10 lentelė. Liekamasis nitratų ir nitritų kiekis virtuose mėsos gaminiuose po terminio apdorojimo.

Bandinys	Nitratų kiekis, mg/kg	Nitritų kiekis, mg/kg
Su nitritine druska	53,32 ± 12,36	27,76 ± 0,25
Su NaNO ₃ ir <i>St. carnosus</i>	114,51 ± 4,12	27,32 ± 0,31
Su liofilizuotomis salierų sultimis ir <i>St. carnosus</i>	97, 03 ± 20,60	26,80 ± 0,12

3.4.5. Žaliavos ir virtų mėsos gaminių cheminė sudėtis

Naudojantis standartiniais tyrimo metodais nustatyta žaliavos bei virtų mėsos gaminių cheminė sudėtis (žr. 11 lentelėje). Iš gautų rezultatų matyti, kad žaliavos cheminių komponentų kiekis yra tapatus įprastai mėsos sudėčiai. S. M. Van Heerden ir M. F. Smith (2013) nustatė, kad riebalų žalioje mėsoje yra 3,9 % ± 0,17, drėgmės – 73,5 % ± 0,45 [181], o J. R. Williams ir J. C. Howe (2013) ištyrė, kad baltymų kiaulienos nugarinėje yra 22,8 %, riebalų 2,5 %, o drėgmės 74,3 % [182].

Lyginant tarpusavyje virtų mėsos gaminių cheminės sudėties komponentų kiekius, reikšmingų skirtumų nenustatyta. Didžiausias baltymų kiekis buvo gaminyje su NaNO₃ bei startinėmis kultūromis (27,47 %), kiek mažesnis gaminyje su liofilizuotomis salierų sultimis (26,03 %). Riebalų daugiausiai rasta tiriamajame bandinyje su liofilizuotomis salierų sultimis (2,47 %), o kontroliniuose gaminiuose kiek mažiau. Drėgmės kiekis visuose gaminiuose buvo panašus. Daugiausiai mineralinių medžiagų buvo gaminyje su nitritine druska – 2,47 %. Labai panašius cheminės sudėties rezultatus gavo J. J. Sindelar, J. C. Cordray (2007) tirdami kontrolinius (su nitritine druska) ir tiriamuosius (su skirtingu daržovių sulčių priedu) bandinius ir nustatė, kad baltymų kiekis juose svyravo nuo 19,02 % iki 20,09 %, riebalų nuo 2,13 % iki 3,47 %. Mokslininkai nenustatė didelių skirtumų tarp kontrolinių ir tiriamųjų bandinių vertinant drėgmę, o reikšmės svyravo nuo 74,61 % iki 75,57 % [178].

11 lentelė. Cheminės sudėties rezultatai.

Mėsa	Baltymų kiekis, %	Riebalų kiekis, %	Mineralinių medžiagų kiekis, %	Drėgmės kiekis, %	Angliavandenių kiekis, %	Energetinė vertė, kcal	Išėiga, %
Gaminys su nitritine druska	22,42 ± 0,22	2,05 ± 0,14	2,47 ± 0,31	72,64 ± 0,23	0,32	115,33	88
Gaminys su natrio nitratu ir <i>St. carnosus</i>	27,47 ± 0,06	2,19 ± 0,22	1,96 ± 0,32	69,33 ± 0,11	0,87	133,09	82
Gaminys su liofilizuotomis salierų sultimis ir <i>St. carnosus</i>	26,03 ± 0,13	2,47 ± 0,11	1,70 ± 0,07	70,27 ± 0,41	0,77	129,49	81,70
Žalia mėsa	22,24 ± 0,31	2,39 ± 0,21	1,09 ± 0,09	73,93 ± 0,26	0,35	111,88	

Išvados

1. Sublimuotose salierų ir pastarnokų sultyse, pašalinus drėgmę, sausosios medžiagos sukonzentruojamos 3 – 10 kartų, išaugant jų energetinei vertei. Nitratų, turinčių įtakos mėsos spalvai, kiekis liofilizuotose salierų sultyse padidėjo iki $6876,71 \pm 194,336$ mg/kg, o pastarnokų sultyse iki $636,53 \pm 29$ mg/kg. Rauginamų cukrų kiekis abiejuose daržovių produktuose buvo panašus (1,002 – 1,012 g/l).

2. Anaerobinės ir pusiau anaerobinės sąlygos liofilizuotų salierų ir pastarnokų sulčių fermentacijos procesui neturėjo. Panaudojus skirtingas startines kultūras nustatyta, kad mažiausios pH (nuo 4,35 iki 4,58), bet didžiausios pieno (nuo 507,28 iki 911,2 mg/100g) bei glutamo (62,07 mg/100g) rūgščių vertės daržovių produktų fermentacijos metu gautos su *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* startinių kultūrų mišiniu nei su *Staphylococcus spp.* kultūromis.

2.1. Liofilizuotose salierų ir pastarnokų sultyse didžiausias liekamojo nitratų ir nitritų kiekio pokytis nustatytas bandiniuose su *St. carnosus*, kur liekamasis nitratų kiekis sumažėjo nuo 24 iki 42 %, o liekamasis nitritų kiekis išaugo beveik 57 %, lyginant su pradiniu kiekiu.

3. Skirtingos startinės kultūros ir liofilizuotų salierų sulčių priedas turėjo įtakos modelinių mėsos bandinių fermentavimo eigai:

3.1. Nustatyta, kad pH bandiniuose su liofilizuotomis salierų sultimis (4,990 – 5,087) buvo žemesnis, o pieno rūgšties susidarė daugiau (226,83 – 261,17 mg/100 g). Didžiausias glutamo rūgšties kiekis nustatytas bandiniuose su startinių kultūrų mišiniu (113,57 – 137,57 mg/100g).

3.2. Nustatyta, kad mažesnis liekamasis nitratų (108,39 mg/kg) kiekis buvo tiriamuosiuose mėsos bandiniuose su liofilizuotomis salierų sultimis ir *St. carnosus* startinėmis kultūromis, o liekamasis nitritų (66,84 mg/kg) kiekis tiriamuosiuose mėsos bandiniuose su liofilizuotomis salierų sultimis ir startinių kultūrų mišiniu.

3.3. Kontroliniai (16,51 – 16,63) bandiniai su NaNO_3 ar NaNO_2 , nepriklausomai nuo naudojamų startinių kultūrų, buvo raudonesni nei tiriamieji (9,07 – 13,47) su liofilizuotomis salierų sultimis, tačiau pastarieji buvo geltonesni dėl salieruose esančių geltonų pigmentų. Nustatyta, kad mėsos bandiniuose su *Staphylococcus spp.* startinėmis kultūromis buvo didesnis nitrozo pigmentų (19,72 – 30,25 ppm) ir nitrozomioglobino (31,67 – 102,68 g/100g) kiekis, tačiau tiriamuosiuose bandiniuose su liofilizuotomis salierų sultimis šių pigmentų buvo daugiau nei kontroliniuose.

3.4. Visuose mėsos bandiniuose pienarūgščių bakterijų (8,6 – 9,4 KSV/g), stafilokokų (6,7 – 8,9 KSV/g) ir koliforminių (4,3 – 9,1 KSV/g) bakterijų kiekis buvo labai panašus.

4. Dešrose su liofilizuotų salierų sulčių ir *St. xylosus* ar *St. xylosus* ir *P. pentosaceus* startinių kultūrų priedu pasiektos pH (5,04 – 5,15), pieno rūgšties (846,39 – 994,44 mg/100g) ir vandens aktyvumo (0,854 – 0,859) vertės užtikrina mikrobiologinę saugą.

4.1. Nustatyta, kad mažesnis liekamasis nitratų (7,58 – 36,13 mg/kg) ir nitritų (3,85 – 9,64 mg/kg) kiekis buvo dešrose su *St. xylosus* startinėmis kultūromis.

4.2. Nustatyta, kad tiriamosiose šaltai rūkytose dešrose su liofilizuotomis salierų sultimis nitrozo pigmentų (12,47 – 27,12 ppm) ir nitrozomioglobino (7,07 – 23,53 g/100g) kiekis buvo didesnis nei

kontrolinėse, tačiau pastarosios buvo raudonesnės pagal a^* vertes. Nustatyta, kad su startinių kultūrų mišiniu pagamintose dešrose buvo didesnis nitrozo pigmentų (15,08 – 27,12 ppm), nitrozomioglobino (9,52 – 23,53 g/100g) ir mioglobino (22,24 – 36,36 %), tačiau mažesnis bendras pigmentų (93,16 – 158,44 g/100g) ir oksimioglobino (11,08 – 22,76 %) kiekis.

4.3. Visose šaltai rūkytose dešrose stafilokokų (4,4 – 5,2 KSV/g), pienarūgščių (7,7 – 8,3 KSV/g) ir koliforminių bakterijų (1 – 2,6 KSV/g) kiekis buvo panašus, nepriklausomai nuo naudojamų startinių kultūrų.

4.4. Tiriamosios dešros buvo kietesnės (119,17 – 122,71 N) nei kontrolinės (77,19 – 100,46 N). Daugiausiai laisvos glutamo rūgšties (226mg/100g) susidarė tiriamosiose dešrose su liofilizuotomis salierų sultimis ir *St. xylosus*.

4.5. Šaltai rūkytose dešrose tarp drėgmės (32,02 – 37,03), riebalų (26,32 – 27,80), baltymų (29,51 – 31,99) ir mineralinių medžiagų (5,01 – 6,15) kiekio reikšmingų skirtumų nebuvo.

5. Virtuose mėsos gaminiuose su liofilizuotomis salierų sultimis ir *St. carnosus* buvo kiek mažesnis liekamasis nitratų (97,03 mg/kg) ir nitritų (26,88 mg/kg) kiekis, bet didžiausias pH (6,23) lyginant su kontroliniais gaminiais. Kontroliniai (12,27 – 13,44) gaminiai buvo rausvesni už tiriamuosius (9,48), turėjo didesnę nitrozo pigmentų ir nitrozomioglobino kiekį. Reikšmingų skirtumų tarp cheminės sudėties komponentų gaminiuose nenustatyta.

Padėka

Nuoširdžiai dėkoju magistro baigiamojo darbo vadovei doc. Rimantei Vinauskienei už pagalbą, paramą, konsultacijas rašant baigiamąjį darbą.

Norėčiau padėkoti KTU maisto mokslo ir technologijų katedros darbuotojoms: dr. Aušrai Šipailienei, lekt. Inai Jasutienei ir dokt. Viktorijai Eisinaitei, padėjusioms atlikti magistro baigiamojo darbo tyrimus.

Literatūros sąrašas

1. PEGG, R. B. and F. SHAHIDI. *Nitrite curing of meat: The N-nitrosamine problem and nitrite alternatives*. Wiley-Blackwell, 2005. ISBN: 978-0-917678-50-9;
2. TOLDRA, F. *Dry-cured meat products*. Trumbull, CT: Food & Nutrition Press, Inc, 2002. ISBN: 9780917678547;
3. CHASCO, J., G. LIZASO, M.J. BERIAIN. Cured colour development during sausage processing. *Meat Science* [interaktyvus]. 1996, vol. 44, issue 3, p. 203-211. [žiūrėta 2016 m. balandžio 14 d.]. Prieiga per: doi:10.1016/S0309-1740(96)00092-7;
4. WALKER, R. Nitrates, nitrites and N-nitrosocompounds: A review of the occurrence in food and diet and the toxicological implications. *Food Additives and Contaminants*. 1990, Vol. 7, No. 6, pp. 717-768. ISSN 0265-203X.
5. SINDELAR, J.J., et al. Effects of varying levels of vegetable juice powder and incubation time on color, residual nitrate and nitrite, pigment, pH, and trained sensory attributes of ready-to-eat uncured ham. *Journal of Food Science* [interaktyvus]. 2007, 72, pp. 388-395. [žiūrėta 2015 m. rugsėjo 16 d.]. Prieiga per: DOI: 10.1111/j.1750-3841.2007.00404.x
6. National Academy of Sciences. *Alternatives to the current use of nitrite in foods*. Washington, DC: National Academy Press, 1982. ISBN 0309032776
7. Food Standards and Labeling Policy Book [interaktyvus]. 2005 [žiūrėta 2015 m. sausio 15d.]. Prieiga per internetą: http://www.fsis.usda.gov/OPPDE/larc/Policies/Labeling_Policy_Book_082005.pdf
8. SEBRANEK J.G. and J.N. Bacus. Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues? *Meat Science* [interaktyvus]. 2007, vol. 77, pp. 136 – 147 [žiūrėta 2015 m. sausio 15d.]. Prieiga per: doi:10.1016/j.meatsci.2007.03.025;
9. DANIELSSON Sylvia. *Vaisiai, uogos ir daržovės*. Presvika, 2004, p. 96 – 97. ISBN-13: 978-9955567370;
10. GOLD H.J. and C.W. WILSON. The volatile flavor substances of celery. *Journal of Food Science* [interaktyvus]. 1963, vol. 28, pp. 484 – 488 [žiūrėta 2015 m. sausio 15d.]. Prieiga per: DOI: 10.1111/j.1365-2621.1963.tb00231.x;
11. RUZGIENĖ, Rima ir Algirdas MACKEVIČIUS. *Mažasis daržovių ir prieskonių žinynas*. Vilnius: Leidykla „Eugrimas“, 2010 m, pp. 59 – 60. ISBN: 978995579088;
12. United States Department of Agriculture [interaktyvus]. N.d. [žiūrėta 2015m. sausio 17d.]. Prieiga per internetą: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/8774?fgcd=&manu=&facet=&format=&count=&max=35&offset=&sort=&qlookup=celery>;
13. ELDIN Alaa, et al. Yield and Quality of Celeriac (*Apium graveolens* var. *rapaceum* M) As Affected by Harvesting Dates and Cultivars. *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants*. 2011, vol. 3 (2), pp. 137 – 142. ISSN 2079-2158;
14. Self nutrition data [interaktyvus]. N.d. [žiūrėta 2015 m. sausio 17d.]. Prieiga per internetą: <http://nutritiondata.self.com/facts/vegetables-and-vegetable-products/2396/2>
15. Department of Nutrition, National Food Institute [interaktyvus]. 2009 [žiūrėta 2015m. sausio 17d.]. Prieiga per internetą: http://www.foodcomp.dk/v7/fcdb_details.asp?FoodId=0243;
16. Department of Nutrition, National Food Institute [interaktyvus]. 2009 [žiūrėta 2015 m. sausio 17d.]. Prieiga per internetą: http://www.foodcomp.dk/v7/fcdb_details.asp?FoodId=0205;
17. Self nutrition data [interaktyvus]. N.d. [žiūrėta 2015 m. sausio 17d.]. Prieiga per internetą: <http://nutritiondata.self.com/foods-011093000000000000000000-8.html?>;
18. Europos sąjungos komisijos reglamentas (ES) Nr. 1129/2011, 2011 m. lapkričio 11 d., kuriuo iš dalies keičiamas Europos Parlamento ir Tarybos reglamento (EB) Nr. 1333/2008 II priedas sudarant Sąjungos maisto priedų sąrašą;
19. COS, P., et al. Structure activity relationship and classification of flavonoids as inhibitors of xanthine oxidase and superoxide scavengers. *Journal of Natural Products*. 1998, vol. 61(1), pp. 71 – 76. ISSN- 0975-1491
20. POPOVA M., et al. A new coumarin and total phenolic and flavonoids content of Bulgarian celeriac. *Bulgarian Chemical Communications*, 2014, vol. 46, Special Issue A, pp. 88 – 93;
21. LUGASI A. and J. HOVARI. Flavonoid aglycons in foods of plant origin I. Vegetables. *An International Journal of Food Science*. 2000, vol. 29, pp. 349 – 352. ISSN: 0139-3006;
22. EFFIONG, Essien. *Sausage manufacture. Principles and practice*. Cambridge England: CRC Press, 2003. ISBN 0-8493-2007-0
23. MIMICA-DUKIC, N., M. POPOVIC. *Apiaceae species: a promising sources of pharmacologically active compounds. Part I: Petroselinum crispum, Apium graveolens and Pastinaca sativa*. Houston: Phytopharmacology and therapeutic values III, 2008, pp. 147-163. ISBN 1-9336991-1-6
24. SHAD, Anwar Ali, et al. Nutraceutical potential and bioassay of *Apium graveolens* L. grown in Khyber Pakhtunkhwa – Pakistan. *Journal of Medicinal Plants Research*. 2011, vol. 5(20), pp. 5160 – 5166. ISSN 1996-0875
25. VMVT. Ką reikia žinoti apie nitratus? VMVT. N. D. [žiūrėta 2015 spalio 10 d.]. Prieiga per internetą: <http://sena.vmt.lt/uploads/file/docs/Nitratai.pdf>
26. EFSA. Nitrate in vegetables Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain. *The EFSA Journal*. 2008, vol. 689, pp. 1 – 79;

27. PEREZ-OLMOS, R., X. GABIOLA and J.M. HURTADO Sequential Potentiometric Determination of Nitrate and Chloride in Vegetables. *Chemistry Journal*. 2013, vol. 03, Issue 03, pp. 81 – 85. ISSN 2049-954X;
28. MULVEY, Liz, et al. *Alternatives to nitrates and nitrites in organic meat products*. London: Chipping Campden, 2010, pp. 51 – 52
29. Europos sąjungos komisijos reglamentas (ES) Nr. 1129/2011, 2011 m. lapkričio 11 d., kuriuo iš dalies keičiamas Europos Parlamento ir Tarybos reglamento (EB) Nr. 1333/2008 II priedas sudarant Sąjungos maisto priedų sąrašą
30. KAREL, M., M.P. BUERA and Y. ROOS. Effects of glass transitions on processing and storage. In: *The Glassy State in Foods*. Nottingham: Published by Nottingham University Press, 1993. ISBN 10: 1897676204;
31. BARBOSA-CANOVAS, Gustavo V. Impact of drying on biological product quality. In: *Food preservation by moisture control: fundamentals and applications*. Switzerland: CRC Press, 1995. ISBN-10: 1566763584
32. RATII, C. (2001). Hot air and freeze – drying of high – value foods: a review. *Journal of food engineering* [interaktyvus]. 2001, vol. 49, pp. 311 – 319 [žiūrėta 2015 m. sausio 20 d.]. Prieiga per: doi:10.1016/S0260-8774(00)00228-4
33. MOGUNTIA. Pagrindiniai technologiniai ingredientai. *Moguntia*. 2016 [žiūrėta 2016 m. kovo 16 d.]. Prieiga per internetą: <http://moguntia.lt/mesininko-%CE%B1-ir-%CF%89/pagrindiniai-technologiniai-ingredientai/>
34. ARO ARO, J.M., et al. The effect of starter cultures on proteolytic changes and amino acid content in fermented sausages. *Food Chemistry*. 2010, vol. 119, issue 1, pp. 279 – 285. ISSN: 0308-8146;
35. HAMMES, W.P. & C. HERTEL. New developments in meat starter cultures. *Meat Science*. 1998, vol. 60, pp. 125 – 138. ISSN: 0309-1740
36. RAVYTS, F., L. DE VUYST, F. LEROY. Bacterial diversity and functionalities in food fermentations. *Engineering in Life Sciences* [interaktyvus]. 2012, vol. 12, pp. 356–367 [žiūrėta 2015 m. vasario 16 d.]. Prieiga per: DOI: 10.1002/elsc.201100119;
37. LUCKE, F.K. Fermented sausages. In: *Microbiology of Fermented foods*. Springer US, 1997, pp. 441 – 483. ISBN 978-1-4613-7990-4
38. WOLF, Gudrun, et al. Heme dependent and heme independent nitrite reduction by lactic acid bacteria results in different N containing products. *International Journal of Food Microbiology*. 1990, vol.10, pp. 323-330. ISSN: 0168-1605
39. *Pediococcus pentosaceus*. 2011 [žiūrėta 2015 m. lapkričio 15 d.]. Prieiga per internetą: http://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Pediococcus_pentosaceus
40. BACTOFORM™ MEAT MANUAL vol. 1. Fermented sausages with Chr. Hansen starter cultures. Bactoferm™ Meat Manual vol. 1 [interaktyvus]. N.d. [žiūrėta 2016 m. vasario 04d.]. Prieiga per internetą: Hansen Chr. Bactoferm Meat Manual vol. 1. <http://netropolitan.co.nz/wp-content/uploads/2014/10/Chr-Hansen-Meat-Brochure-141009.pdf>
41. KROCKEL, L. Bacterial fermentation of meats. In: *Fermented meats*. London, UK: Chapman and Hall, 1995, p. 69. ISBN 978-1-4615-2163-1
42. NAES, H., et al. Fermentation of dry sausage – The importance of proteolytic and lipolytic activities from lactic acid bacteria. *37th International Congress of Meat science and Technology*. Kulmbach, Germany, 1991, p. 914
43. TOLEDANO, A., et al. Proteolytic activity of lactic acid bacteria strains and fungal biota for potential use as starter cultures in dry-cured ham. *Journal of Food Protection*. 2011, vol. 74, pp. 826-829 [žiūrėta 2016 m. kovo 17 d.]. Prieiga per: DOI: <http://dx.doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-10-471>
44. GURAKAN, G.C., T.F. BOZOGLU, N. WEISS. Identification of *Lactobacillus* strains from Turkish – style dry fermented sausages. *LWT – Food Science and Technology*. 1995, vol. 28, Issue 1, pp. 139 – 144. ISSN: 0023-6438;
45. LUCKE, F.K. Lactic acid bacteria involved in food fermentations and their present and future uses in food industry. In: *Lactic Acid bacteria: Current Advantages in Metabolism, Genetics and Applications*. Berlin: Springer Verlag, 1996, pp. 81 – 99. ISBN: 978-3-642-64850-2
46. HAMMES, W.P., I. BOSCH, G. WOLF. Contribution of *Staphylococcus carnosus* and *Staphylococcus piscifermentans* to the fermentation of protein foods. *Journal of Applied Bacteriology*. 1995, vol. 79, pp. 76 – 83
47. TOLDRA, F. and M. FLORES. The Role of Muscle Proteases and Lipases in Flavor Development During the Processing of Dry – Cured Ham. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 1993, vol. 38(4), pp. 331-352. ISSN: 1040-8398;
48. JOHANSSON, G., et al. Lipolysis, proteolysis and formation of volatile components during ripening of a fermented sausage with *Pediococcus pentosaceus* and *Staphylococcus xylosus* as starter cultures. *Meat Science*. 1994, vol. 38, Issue 2, pp. 203 – 218. SSN: 0309-1740
49. FRANSEN, N.G., M.B. O'CONNELL, E.K. ARENDT. A modified agar medium for the screening of proteolytic activity of starter cultures for meat fermentation purposes. *International Journal of Food Microbiology*. 1997, vol. 36, Issues 2 – 3, pp. 235 – 239. ISSN: 0168-1605
50. BECK, H.C., A.M. HANSEN, F.R. LAURITSEN. Metabolite production and kinetics of branched – chain aldehyde oxidation in *Staphylococcus xylosus*. *Enzyme and Microbial Technology*. 2002, vol. 31, pp. 94-101. ISSN: 0141-0229

51. DIAZ, O., et al. Proteolysis in dry fermented sausages: The effect of selected exogenous proteases. *Meat Science* [interaktyvus]. 1997, vol. 46, pp. 115–128 [žiūrėta 2015 m. spalio 29 d.]. Prieiga per: doi:10.1016/S0309-1740(97)00013-2
52. NEUBAUER, H. and F. GOTZ. Physiology and interaction of nitrate and nitrite reduction in *Staphylococcus carnosus*. *Journal of Bacteriology*. 1996, vol. 178, no. 7, pp. 2005 – 2009
53. JOSEPHSEN, J. and L. JESPERSEN. Starter cultures and fermented products. In: *Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology*. New York: Marcel Dekker, 2004, pp. 23 – 49. ISBN: 978-0-8247-4780-0
54. HARRIS, L.J. The microbiology of vegetable fermentation. In: *Microbiology of Fermented Foods*. London: Blackie Academic and Professional, 1998, pp. 45 – 72. ISBN 978-0-7514-0216-2
55. LEROY, F. and, L. De VUYST. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Trends in Food Science and Technology*. 2004, vol. 15, issue 2, pp. 67 – 78. ISSN: 0924-2244
56. CASABURI, A., et al. Bacterial populations and the volatilome associated to meat spoilage. *Food Microbiology*. 2015, vol. 45, pp. 83–102. ISSN: 0740-0020;
57. M. L. GARCIA-LOPEZ, M. PRIETO and A. OTERO. The physiological attributes of Gram – negative bacteria associated with spoilage of meat and meat products. In: *The microbiology of meat and poultry*. New York: Blackie academic and profesional, 1998, pp. 1 – 34. ISBN 0 7514 0398 9
58. GRAUMANN, G.H. & R.A. HOLLEY. Inhibition of *Escherichia coli* O157:H7 in ripening dry fermented sausage by ground yellow mustard. *Journal of Food Protection*. 2008, vol. 71, pp. 486 – 493.
59. GIDDINGS, G.G. *The basis of color in muscle foods*. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 1977, vol. 9, pp. 81-114.
60. LEDWARD, D.A. Colour of raw and cooked meat. In: *The chemistry of muscle-based foods*. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1992, pp. 128-144. ISBN: 0851862373
61. RENERRE, M. Review: factors involved in the discoloration of beef meat. *International Journal of food science and Technology* [interaktyvus]. 1990, vol. 25, pp. 613 – 630 [žiūrėta 2016 m. sausio 12 d.]. Prieiga per: DOI: 10.1111/j.1365-2621.1990.tb01123.x
62. GOVINDARAJAN, S. Fresh meat colour. *CRC Critical Reviews in Food Technology* [interaktyvus]. 1973, vol. 1, pp. 117-140 [žiūrėta 2015 m. gruodžio 12d.] Prieiga per: DOI:10.1080/10408397309527154
63. MANCINI, R.A. and M.C. HUNT. Current research in meat color. *Meat Science*. 2005, vol. 71, issue 1, pp. 100–121. ISSN: 0309-1740
64. BROWN, W. Duane and L. Bruce MEBINE. Autoxidation of Oxymyoglobins. *The Journal of Biological Chemistry*. 1969, vol. 244, pp. 6696 – 6701
65. CHU, Y., et al. Color and color stability of frozen restructured beef steaks: effect of sodium chloride, tripolyphosphate, nitrogen atmosphere, and processing procedures. *Journal of Food Science* [interaktyvus]. 1987, vol. 52, pp. 869-875 [žiūrėta 2016 m. kovo 13 d.]. Prieiga per: DOI: 10.1111/j.1365-2621.1987.tb14230.x
66. KARAMUCKI, Tadeusz, et al. The influence of myoglobin on the colour of minced pork loin. *Meat Science*. 2013, vol. 94, issue 2, pp. 234 – 238. ISSN: 0309-1740
67. LEDWARD, D.A., et al. Relative role of catalysts and reductants in the formation of metmyoglobin in aerobically stored beef. *Meat Science*. 1977, vol. 1, pp. 149 – 156 [žiūrėta 2015 m. gruodžio 15 d.]. Prieiga per: doi: 10.1016/0309-1740(77)90016-X
68. HONIKEL, K.O. Curing agents. In: *Encyclopedia of meat sciences*. Oxford, UK: Elsevier Ltd, 2004, pp. 195–201. ISBN: 978-0-12-464970-5
69. HONIKEL, K.O. The use and control of nitrate and nitrite for processing of meat products. *Meat Science*. 2008, vol. 78, pp. 68–76. ISSN: 0309-1740
70. SHIVA, S., et al. Nitrite reductase activity of myoglobin regulates respiration and cellular viability in myocardial ischemia-reperfusion injury. *Proceedings of the National Academy of Sciences* [interaktyvus]. 2008, vol. 105, no. 29, p. 10256 – 10261 [žiūrėta 2015 m. gruodžio 17 d.]. Prieiga per: doi: 10.1073/pnas.0801336105
71. FEINER, Gerhad. *Meat products handbook. Practical science and technology*. New York: CRC Press, 2006, p. 347 – 348. ISBN: 978-1-84569-050-2
72. MOLLER, J.K.S. and L.H. SKIBSTED. Nitric oxide and myoglobins. *Chemical Reviews* [interaktyvus]. 2002, vol. 102, pp. 1167–1178 [žiūrėta 2016 m. balandžio 01 d.]. Prieiga per: DOI: 10.1021/cr000078y
73. WALSH, K.A. & D. ROSE. Meat Pigments, Factors affecting the oxidation of nitric oxide myoglobin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [interaktyvus]. 1956, vol. 4(4), pp. 352 – 355 [žiūrėta 2016 m. vasario 13 d.]. Prieiga per: DOI: 10.1021/jf60062a008
74. ANDERSEN, H.J. & L.H. SKIBSTED. Kinetics and mechanism of thermal oxidation and photooxidation of nitrosylmyoglobin in aqueous solution. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [interaktyvus]. 1992, vol. 40, pp. 1741–1750 [žiūrėta 2016 m. vasario 13 d.]. Prieiga per: DOI: 10.1021/jf00022a004
75. ARNOLD, E.V. & D.S. BOHLE. Isolation and oxygenation reactions of nitrosyl myoglobins. *Methods in Enzymology*. 1996, vol. 269, pp. 41 – 55.
76. WADE, R. & C.E. CASTRO. Reactions of NO, NO₂, and NO₂⁻ under argon and in air. *Chemical Research in Toxicology* [interaktyvus]. 1996, vol. 9(8), pp. 1382 – 1390 [žiūrėta 2016 m. sausio 13d.]. Prieiga per: DOI: 10.1021/tx9600457
77. IGNARRO, L. J. Introduction and overview. In: *Nitric Oxide: Biology and Pathobiology*. San Diego, California: Academic press, 2000, pp. 3-19. ISBN 0-12-370420-0

78. TOMPKIN, R.B. Nitrite. In: *Antimicrobials in food (3rd ed.)*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2005. ISBN 9780824740375
79. MOLLER, J.K.S., et al. Microbial formation of nitrite – cured pigment, nitrosylmyoglobin, from metmyoglobin in model systems and smoked fermented sausages by *Lactobacillus fermentum* strains and a commercial starter culture. *European Food Research and Technology*. 2003, vol. 216, pp. 463-469. ISSN 1438-2385
80. DAHL, W.J. *Modified Texture Food Production: A Manual for Patient Care Facilities, 2nd Edition*. Toronto: Dietitians of Canada, 2008.
81. SZCZESNIAK, A.S. Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*. 2002, vol. 13(4), pp. 215–225
82. METEX. What is Food Texture and How is it Measured? *METEX* [interaktyvus]. N.D. [žiūrėta 2016 m. vasario 12 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.ametektest.com/learningzone/library/articles/what-is-food-texture-and-how-is-it-measured#sthash.BKtLHJBf.dpuf>
83. LEPETIT, J. Deformation of collagenous, elastin and muscle fibres in raw meat in relation to anisotropy and length ratio. *Meat Science*. 1989, vol. 26(1), pp. 47–66. ISSN: 0309-1740
84. BARBUT, S. Preservation by chemicals. In: *Poultry products processing*. New York: CRC Press, 2002, pp. 202 – 207. ISBN 1420031740;
85. XIONG, Y. L. Myofibrillar protein from different muscle fiber types: implications of biochemical and functional properties in meat processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [interaktyvus]. 1994, vol. 34, pp. 293–320 [žiūrėta 2015 m. lapkričio 12 d.]. Prieiga per: DOI:10.1080/10408399409527665
86. DROSINOS, E.H., et al. Phenotypic and technological diversity of lactic acid bacteria and staphylococci isolated from traditionally fermented sausages in Southern Greece. *Food Microbiology*, 2007, vol. 24, issue 3, pp. 260 – 270. ISSN: 0740-0020
87. PSZCZOLA, D. E. Tackling meat issues in a lean economy. *Food Technology*. 2010, vol. 64(4), pp. 49–58.
88. MATULIS, Richard J., et al. Sensory Characteristics of Frankfurters as Affected by Salt, Fat, Soy Protein, and Carrageenan. *Journal of Food Science*. 1995, vol. 60, Issue 1, pp. 48–54.
89. O'FLYNN, C.C., et al. The application of high-pressure treatment in the reduction of salt levels in reduced-phosphate breakfast sausages. *Meat Science*. 2014, vol. 96, Issue 3, pp. 1266–1274. ISSN: 0309-1740
90. MOLLY, K., et al. The importance of meat enzymes in ripening and flavor generation in dry fermented sausages. *Food Chemistry*. 1997, vol. 59, pp. Issue 4, 539–545. ISSN: 0308-8146
91. CALKINS, C.R., J.M. HODGEN. A fresh look at meat flavor. *Meat Science*. 2007, vol. 77, issue 1, pp. 63–80. ISSN: 0309-1740
92. LEROY, F., J. VERLUYTEN, L. DE VUYST. Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation. *International Journal of Food Microbiology*. 2006, vol. 106, issue 3, pp. 270–285. ISSN: 0168-1605
93. FLORES, M. and F. TOLDRA. Microbial enzymes for improved fermented meats. *Trends in Food Science & Technology* [interaktyvus]. 2011, vol. 22, pp. 81–90 [žiūrėta 2015 m. spalio 12 d.]. Prieiga per: doi:10.1016/j.tifs.2010.09.007
94. FLORES, M., A. OLIVARES. 2015. Flavor (chap. 25). In: *Handbook of Fermented Meat and Poultry, 2nd ed.* John Wiley and Sons, Ltd, pp. 217–225. ISBN: 978-1-118-52269-1
95. SIMPSON, Benjamin K. *Food Biochemistry and Food Processing 2nd Edition*. Wiley-Blackwell, 2012, pp. 341-342. ISBN: 978-0-8138-0874-1
96. FERREIRA, I.M.P.L.V.O. & O. PINHO. Biogenic amines in Portuguese traditional foods and wines. *Journal of Food Protection*. 2006, vol. 69, pp. 2293 – 2303
97. LEE, Mi-Ai, et al. The antioxidative properties of mustard leaf (*Brassica juncea*) kimchi extracts on refrigerated raw ground pork meat against lipid oxidation. *Meat Science* [interaktyvus]. 2010, vol. 84, issue 3, pp. 498–504 [žiūrėta 2015 m. gruodžio 13 d.]. Prieiga per: doi:10.1016/j.meatsci.2009.10.004
98. LEISTNER, W., W. RODEL & K. KRISPIEN. Microbiology of meat and meat products in high – and intermediate-moisture ranges. In: *Water activity: Influences of food quality*. New York/London/Toronto/Sydney/San Francisco: Academic Press, 1981, pp. 855–916. ISBN: 978-0-12-591350-8
99. HOSPITAL, Xavier F., et al. Technological implications of reducing nitrate and nitrite levels in dry-fermented sausages: Typical microbiota, residual nitrate and nitrite and volatile profile. *Food Control* [interaktyvus]. 2015, vol. 57, pp. 275 – 281 [žiūrėta 2015 m. gruodžio 20 d.]. Prieiga per: doi:10.1016/j.foodcont.2015.04.024
100. Mėsa ir mėsos produktai. Drėgmės kiekio nustatymas (pamatinis metodas) (tpt ISO 1442:1997(E))
101. Mėsa ir mėsos produktai. Azoto kiekio nustatymas (pamatinis metodas) (tpt ISO 937:1978(E))
102. Mėsa ir mėsos produktai. Bendrojo riebalų kiekio nustatymas (tpt ISO 1443:1973(E))
103. Mėsa ir mėsos produktai. Bendrojo pelenų kiekio nustatymas (tpt ISO 936:1998(E))
104. R. PEREZ-OLMOS, et al. Construction and evaluation of ion selective electrodes for nitrate with a summing operational amplifier. Application to tobacco analysis. *Talanta* [interaktyvus]. 2001, vol. 53(4), pp. 741 – 748 [žiūrėta 2016 m. sausio 20 d.]. Prieiga per: doi:10.1016/S0039-9140(00)00526-9
105. Mėsa ir mėsos produktai. Nitritų kiekio nustatymas (pamatinis metodas) (ISO 2918:1975)
106. CHANG, Audrey Chingzu, Tsz Yi YANG, Gerald L. RISKOWSKI. Ascorbic acid, nitrate, and nitrite concentration relationship to the 24 hour light/dark cycle for spinach grown in different conditions. *Food Chemistry*. 2013, vol. 138, issue 1, pp. 382 – 388. ISSN: 0308-8146

107. HAYES, J.E., I. CANONICO, P. ALLEN. Effects of organic tomato pulp powder and nitrite level on the physicochemical, textural and sensory properties of pork luncheon roll. *Meat science*. 2013, vol. 95, issue 3, pp. 755 – 762. ISSN: 0309-1740
108. CARLEZ, Anne, Teresa VECIANA – NOGUES, Jean–Claude CHEFTEL. Changes in Colour and Myoglobin of Minced Beef Meat Due to High Pressure Processing. *LWT – Food Science and Technology*. 1995, vol. 28, Issue 5, pp. 528 – 538. ISSN: 0023-6438
109. Maisto ir pašarų mikrobiologija. Bendrasis mezofilinių pieno rūgšties bakterijų skaičiavimo metodas. Kolonijų skaičiavimo 30 °C temperatūroje būdas (tapatus ISO 15214:1998)
110. Maisto ir pašarų mikrobiologija. Koagulazę gaminančių stafilokokų (*Staphylococcus aureus* ir kitų rūšių) skaičiavimas. Bendrasis metodas. 1 dalis. Metodas, naudojant standžiąją Baird – Parkerio terpę (ISO 6888 – 1:1999+Amd 1:2003)
111. Maisto ir pašarų mikrobiologija. Bendrasis koliforminių bakterijų aptikimo ir skaičiavimo metodas. Labiausiai tikėtino skaičiaus būdas (tapatus ISO 4831:2006)) arba LST ISO 4832:2006 standartu (Maisto ir pašarų mikrobiologija. Bendrasis koliforminių bakterijų skaičiavimo metodas. Kolonijų skaičiavimo metodas (tapatus ISO 4832:2006))
112. Megazyme informacija. Glutamo rūgšties nustatymas įvairiose maisto sistemose
113. Boehringer mannheim/ R – biopharm informacija. Pieno rūgšties nustatymas įvairiose maisto sistemose
114. OVODOVA, Raisa G., et al. Chemical composition and anti – inflammatory activity of pectic polysaccharide isolated from celery stalks. *Food Chemistry*. 2009, vol. 114, no. 2, pp. 610 – 615. ISSN 0308-8146
115. YANG, Jaesik, et al. Selection of functional lactic acid bacteria as starter cultures for the fermentation of Korean leek (*Allium tuberosum Rottler ex Sprengel*). *International Journal of Food Microbiology* [interaktyvus]. 2014, vol. 191, pp. 164 – 171 [žiūrėta 2015 m. balandžio 15d.]. Prieiga per: doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2014.09.016
116. DALMIS, Ulku and Ayla SOYER. Effect of processing methods and starter culture (*Staphylococcus xylosus* and *Pediococcus pentosaceus*) on proteolytic changes in Turkish sausages (sucuk) during ripening and storage. *Meat Science* [interaktyvus]. 2008, vol. 80, issue 2, pp. 345–354 [žiūrėta 2015 m. balandžio 15d.]. Prieiga per: doi:10.1016/j.meatsci.2007.12.022
117. ŠARKINAS, A., A. ŠIPAILIENĖ. Maisto saugumo didinimas natūralių medžiagų priedais. *Veterinarija ir zootechnika*. 2003, vol. 22 (44), pp. 29–32. ISSN 1392-2130
118. GANGOLLI, S.D., et al. Nitrate, nitrite and N-nitroso compounds. *European Journal of Pharmacology* [interaktyvus]. 1994, vol. 292, issue 1, pp. 1 – 38 [žiūrėta 2015 m. birželio 24d.]. Prieiga per: doi:10.1016/0926-6917(94)90022-1
119. WHO Technical Report Series. *Evaluation of certain food additives and contaminants. Sixty-seventh report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*. Rome: World Health Organization, 2007. ISBN 978 92 4 120940 3
120. MAGRINYA N., et al. Effect of tocopherol extract, *Staphylococcus carnosus* culture, and celery concentrate addition on quality parameters of organic and conventional dry-cured sausages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [interaktyvus]. 2009, vol. 57 (19), pp. 8963–8972 [žiūrėta 2015 m. balandžio 10d.]. Prieiga per: doi: 10.1021/jf901104h
121. GOTTERUP, J., et al. Relationship between nitrate/nitrite reductase activities in meat associated *staphylococci* and nitrosylmyoglobin formation in a cured meat model system. *International Journal of Food Microbiology* [interaktyvus]. 2007, vol. 120, issue 3, pp. 303 – 310. Prieiga per: doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2007.08.034
122. Baltvita. Greitos fermentacijos startinės kultūros. *Baltvita*. Prieiga per internetą: http://www.baltvita.lt/lt/maisto_priedai_mesos_kulturos/greitos_fermentacijos_startines_kulturos
123. CARPENTER, C.E., J.R. BROADBENT. External concentration of organic acid anions and pH: key independent variables for studying how organic acids inhibit growth of bacteria in mildly acidic foods. *Journal of Food Science* [interaktyvus]. 2009, vol. 74 (1), pp. 12–15 [žiūrėta 2015m. birželio 08 d.]. Prieiga per: doi: 10.1111/j.1750-3841.2008.00994.x.
124. SHARMA, Vasudha and Hari N. MISHRA. Unstructured kinetic modeling of growth and lactic acid production by *Lactobacillus plantarum* NCDC 414 during fermentation of vegetable juices. *Food Science and Technology*. 2014, vol. 59, issue 1, pp. 1123 – 1128. ISSN: 0023-6438
125. FU, Wenge, A.P. MATHEWS. Lactic acid production from lactose by *Lactobacillus plantarum*: kinetic model and effects of pH, substrate, and oxygen. *Biochemical Engineering Journal* [interaktyvus]. 1999, vol. 3, Issue 3, pp. 163–170 [žiūrėta 2015m. birželio 05 d.]. Prieiga per: doi:10.1016/S1369-703X(99)00014-5
126. JINAP, S. and P. HAJEB. Glutamate. Its applications in food and contribution to health. *Appetite* [interaktyvus]. 2010, vol. 55, pp. 1–10 [žiūrėta 2016m. sausio 04 d.]. Prieiga per: doi:10.1016/j.appet.2010.05.002
127. TOLDRA, F. Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products. *Meat Science*. 1998, vol. 49 (1), pp. 101–110. ISSN: 0309-1740
128. VAN DER WAL, P.G., A.H. BOLINK & G.S. MERCUS. Differences in quality characteristics of normal, PSE and DFD pork. *Meat Science*. 1988, vol. 24, issue 1, pp. 79–84. ISSN: 0309-1740
129. PAPASTAMATIOU, F., et al. Effect of degree of cutting of leek on physicochemical characteristics of Greek traditional sausages. *Meat Science*. 2007, vol. 75, issue 4, pp. 648–654. ISSN: 0309-1740

130. FISTA, G.A., J.G. BLOUKAS & A. SIOMOS. Effect of leek and onion on processing and quality characteristics of Greek traditional sausages. *Meat Science*. 2004, vol. 68, issue 4, pp. 163–172. ISSN: 0309-1740.
131. GONZALEZ – FERNANDEZ, Consuelo, et al. The effect of sugar concentration and starter culture on instrumental and sensory textural properties of chorizo – Spanish dry – cured sausage. *Meat Science*. 2006, vol. 74, issue 3, pp. 467 – 475. ISSN: 0309-1740
132. SPERBER, William H. and Michael P DOYLE. *Compendium of the Microbiological Spoilage of Foods and Beverages*. New York: Springer-Verlag, 2009. ISBN 978-1-4419-0826-1
133. EYILER, Esen and Aydin OZTAN. Production of frankfurters with tomato powder as a natural additive. *LWT – Food Science and Technology*. 2011, vol. 44, issue 1, pp. 307 – 311. ISSN: 0023-6438
134. TERNS, Matthew J., et al. Determining the impact of varying levels of cherry powder and starter culture on quality and sensory attributes of indirectly cured, emulsified cooked sausages. *Meat Science*. 2011, vol. 88, issue 2, pp. 311–318. ISSN: 0309-1740
135. LIN, H.S., et al. Effect of sodium erythorbate and packaging conditions on color stability of sliced bologna. *Journal of Food Science* [interaktyvus]. 1980, vol. 45, issue 1, pp. 115–118, 121 [žiūrėta 2015 m. gruodžio 15d.]. Prieiga per: DOI: 10.1111/j.1365-2621.1980.tb03883.x
136. BABJI, A.S., P.H. OOI and A. ABDULLAH. Determination of Meat Content in Processed Meats Using Currently Available Methods. *Pertanika*. 1989, vol. 12(1), pp. 33–41
137. LINDAHL, G., et al. Impact of RN genotype and storage time on colour characteristics of the pork muscles longissimus and semimembranosus. *Meat science* [interaktyvus]. 2006, vol. 74(4), pp. 746 – 755 [žiūrėta 2016 m. vasario 15 d.]. Prieiga per: DOI: 10.1016/j.meatsci.2006.06.006
138. LI, Peijun, et al. Formation of red myoglobin derivatives and inhibition of spoilage bacteria in raw meat batters by lactic acid bacteria and *Staphylococcus xylosus*. *LWT - Food Science and Technology* [interaktyvus]. 2016, vol. 68, pp. 251–257 [žiūrėta 2016 m. balandžio 12 d.]. Prieiga per: doi:10.1016/j.lwt.2015.12.035;
139. MAC DOUGALL, D. B. Changes in the color and opacity of meat. *Food Chemistry*, 1982, vol. 9, pp. 75–88. ISSN: 0308-8146
140. GROSSI, Alberto, et al. Synergistic cooperation of high pressure and carrot dietary fibre on texture and colour of pork sausages. *Meat Science*. 2011, vol. 89, issue 2, pp. 195–201. ISSN: 0309-1740
141. PEREZ – ALVAREZ, J.A., et al. Physicochemical characteristics of Spanish type of dry – cured sausage. *Food Research International* [interaktyvus]. 1999, vol. 32, issue 9, pp. 599 – 607 [žiūrėta 2015 m. sausio 30 d.]. Prieiga per: doi:10.1016/S0963-9969(99)00104-0
142. CASABURI, A., et al. Biochemical and sensory characteristics of traditional fermented sausages of Vallo di Diano (Southern Italy) as affected by the use of starter cultures. *Meat Science*. 2007, vol. 76, issue 2, pp. 295–307. ISSN: 0309-1740
143. LORENZO, J. M. & D. FRANCO. Fat effect on physio – chemical, microbial and textural changes through the manufacture of dry – cured foal sausage lipolysis, proteolysis and sensory properties. *Meat Science*. 2012, vol. 92, issue 4, pp. 704–714. ISSN: 0309-1740
144. TSOUKALAS, D.S., et al. Effect of freeze – dried leek powder (FDLP) and nitrite level on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science*. 2011, vol. 87, no. 2 pp. 140–145. ISSN: 0309-1740
145. SAMELIS, J., et al. Quantification and characterization of microbial populations associated with naturally fermented Greek dry salami. *Food Microbiology*. 1994, vol. 11, issue 6, pp. 447–460. ISSN: 0740-0020
146. SAMELIS, J. & J. METAXOPOULOS. The microbiology of traditional Greek country – style sausage during manufacture followed by storage at 3 and 12°C in air. *Italian Journal of Food Science*. 1998, vol. 10. no. 2, pp. 155 – 163.
147. BENITO, M.J., et al. Microbiological quality of salchichón and chorizo, traditional Iberian dry – fermented sausages from two different industries, inoculated with autochthonous starter cultures. *Food Control*. 2012, vol. 24, pp. 191–198. ISSN: 0956-7135
148. ESSID, Ines and Mnasser HASSOUNA. Effect of inoculation of selected *Staphylococcus xylosus* and *Lactobacillus plantarum* strains on biochemical, microbiological and textural characteristics of a Tunisian dry fermented sausage. *Food Control*. 2013, vol. 32, issue 2, pp. 707 – 714. ISSN: 0956-7135
149. SOYER, A., A.H. ERTAS & U. UZUMCUOGLU. Effect of processing conditions on the quality of naturally fermented Turkish sausages (sucuks). *Meat Science*. 2005, vol. 69, issue 1, pp. 135–141. ISSN: 0309-1740
150. CASABURI, A., et al. Proteolytic and lipolytic starter cultures and their effect on traditional fermented sausages ripening and sensory traits. *Food Microbiology*. 2008, vol. 25, issue 2, pp. 335 – 347. ISSN: 0740-0020
151. LORENZO, J.M. & D. FRANCO. Fat effect on physio–chemical, microbial and textural changes through the manufacture of dry – cured foal sausage lipolysis, proteolysis and sensory properties. *Meat Science*. 2012, vol. 92, issue 4, pp. 704 – 714. ISSN: 0309-1740;
152. BERIAIN, M.J., G. LIZASO, J. CHASCO. Free amino acids and proteolysis involved in ‘salchichon’ processing. *Food Control*. 2000, vol. 11, Issue 1, pp. 41–47. ISSN: 0956-7135
153. SANZ, Y. and F. TOLDRA. Purification and characterization of an arginine aminopeptidase from *Lactobacillus sakei*. *Applied and Environmental Microbiology* [interaktyvus]. 2002, vol. 68 (4), pp. 1980–1987 [žiūrėta 2016 m. kovo 5 d.]. Prieiga per: DOI: 10.1128/AEM.68.4.1980-1987.2002

154. SUN, W., et al. Effects of composition and oxidation of proteins on their solubility, aggregation and proteolytic susceptibility during processing of Cantonese sausage. *Food Chemistry*. 2011, vol. 124, issue 1, pp. 336–341. ISSN: 0308-8146
155. Dos SANTOSA, Bibiana A., et al. Impact of sodium chloride replacement by salt substitutes on the proteolysis and rheological properties of dry fermented sausages. *Journal of Food Engineering*. 2015, vol. 151, pp. 16–24. ISSN: 0260-8774
156. ERKOSKUN H., S. TAGI and A.H. ERTAS. The effect of different fermentation intervals on the quality characteristics of heat –treated traditional sucuks. *Meat science*. 2010, vol. 85, pp. 174 – 181. ISSN: 0309-1740
157. STAHNKE, L.H. Dried Sausages Fermented with *Staphylococcus xylosus* at different temperatures and with different ingredient levels – Part I. Chemical and Bacteriological Data. *Meat Science*. 1995, vol. 41, no. 2, pp. 179 – 191. ISSN: 0309-1740
158. GOTTERUP, J., et al. Colour formation in fermented sausages by meat-associated *staphylococci* with different nitrite- and nitrate-reductase activities. *Meat Science*. 2008, vol. 78, Issue 4, pp. 492–501. ISSN: 0309-1740
159. PEREZ – RODRIGUEZ, M.L., N. BOSCH – BOSCH & M. GARCIA MATA. Monitoring nitrite and nitrate residues in frankfurters during processing and storage. *Meat Science*. 1996, vol. 44 (1–2), pp. 65–73. ISSN: 0309-1740
160. MAGRINYA N., et al. Effect of fermentation time and vegetable concentrate addition on quality parameters of organic Botifarra Catalana, a cured-cooked sausage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [interaktyvus]. 2012, vol. 60 (27), pp. 6882-6890 [žiūrėta 2016 m. balandžio 14 d.]. Prieiga per: doi: 10.1021/jf301218k. Epub 2012 Jun 26.
161. MAGRA, T.I., J.G. BLOUKAS, G.A. FISTA. Effect of frozen and dried leek on processing and quality characteristics of Greek traditional sausages. *Meat Science*. 2006, vol. 72, issue 2, pp. 280–287. ISSN: 0309-1740
162. HUSTAD, Gerald O., et al. Effect of Sodium Nitrite and Sodium Nitrate on Botulinal Toxin Production and Nitrosamine Formation in Wieners. *Journal of Applied Microbiology*. 1973, vol. 26, no. 1, pp. 22-26.
163. MARCO, A., J.L. NAVARRO & M. FLORES. The influence of nitrite and nitrate on microbial, chemical and sensory parameters of slow dry fermented sausage. *Meat Science*. 2006, vol. 73(4), pp. 660–673. ISSN: 0309-1740
164. LI, L., et al. Effect of plant polyphenols and ascorbic acid on lipid oxidation, residual nitrite and N-nitrosamines formation in dry-cured sausage. *International Journal of Food Science & Technology* [interaktyvus]. 2013, vol. 48, issue 6, pp. 1157–1164 [žiūrėta 2015 m. lapkričio 21 d.]. Prieiga per: DOI: 10.1111/ijfs.12069
165. FERNANDEZ – LOPEZ, J., et al. Physico – chemical and microbiological profiles of „salchichon” (Spanish dry – fermented sausage) enriched with orange fiber. *Meat Science*. 2008, vol. 80, issue 2, pp. 410–417. ISSN: 0309-1740
166. LIAROS, N.G., E. KATSANIDIS & J.G. BLOUKAS. Effect of the ripening time under vacuum and packaging film permeability on processing and quality characteristics of low fat fermented sausages. *Meat Science*. 2009, vol. 83, issue 4, pp. 589 – 598. ISSN: 0309-1740
167. BOURNE, M.C. Texture profile analysis. *Food Technology*. 1978, vol. 32 (7), pp. 62–66
168. SPAZIANI, Massimiliano, Manuela DEL TORRE, Mara Lucia STECCHINI. Changes of physicochemical, microbiological, and textural properties during ripening of Italian low – acid sausages. Proteolysis, sensory and volatile profiles. *Meat Science*. 2009, vol. 81, Issue 1, pp. 77 – 85. ISSN: 0309-1740
169. CALVO, M.M., M.L. GARCIA & M.D. SELGAS. Dry fermented sausages enriched with lycopene from tomato peel. *Meat Science*. 2008, vol. 80, issue 2, pp. 167 – 172. ISSN: 0309-1740
170. RANDALL, C.J. & P. W. VOISEY. A method for measuring the texture of meat and the effect of nitrite and salt addition on the texture of cured meats. *Journal of Texture Studies* [interaktyvus]. 1977, vol. 8(1), pp. 49 – 60 [žiūrėta 2015 m. lapkričio 15 d.]. Prieiga per: DOI: 10.1111/j.1745-4603.1977.tb01165.x
171. TARTE, Rodrigo. *Ingredients in meat products, properties, functionality and applications*. New York: Springer-Verlag, 2009, p. 85–86. ISBN 978-0-387-71326-7
172. FERNANDEZ – GINES, Jose M., et al. Meat Products as Functional Foods: A Review. *Journal of Food Science* [interaktyvus]. 2005, vol. 70, Issue 2, pp. 37 – 43 [žiūrėta 2015 rugsėjo 1 d.]. Prieiga per: DOI: 10.1111/j.1365-2621.2005.tb07110.x
173. MARIANSKI, Stanley. The art of making fermented sausages. Bookmagic LLC, 2008, p. 44 – 45. ISBN-10: 0982426712
174. AMBROSIADIS J., et al. Physicochemical, microbiological and sensory attributes for the characterization of Greek traditional sausages. *Meat Science*. 2004, vol. 66, issue 2, pp. 279–287. ISSN: 0309-1740
175. PAPADIMA S.N., et al. Chemometric model for describing Greek traditional sausages. *Meat Science*. 1999, vol. 51, issue 3, pp. 271–277. ISSN: 0309-1740
176. KRAUSE, B.L., et al. Incubation of curing brines for the production of ready-to-eat, uncured, no-nitrite-or-nitrate-added, ground, cooked and sliced ham. *Meat science*. 2011, vol. 89, issue 4, pp. 507–513. ISSN: 0309-1740
177. SEBRANEK, J.G. Advances in the technology of nitrite use and consideration of alternatives. *Food Technology*. 1979, vol. 33(7), pp. 58 – 62. ISSN: 0015-6639

178. SINDELAR, J.J., et al. Effects of Varying Levels of Vegetable Juice Powder and Incubation Time on Color, Residual Nitrate and Nitrite, Pigment, pH, and Trained Sensory Attributes of Ready – to – Eat Uncured Ham. *Journal of food science*. 2007, vol. 72, issue 6, pp. 388 – 395. ISSN: 0022-1147
179. CASSENS, R.G., et al. Reactions of nitrite in meat. *Food technology*. 1979, vol. 33(7), pp. 46–57. ISSN: 0015-6639
180. DETHMERS, A.E., et al. Effect of added sodium nitrite and sodium nitrate on sensory qualities and nitrosamine formation in thuringer sausage. *Journal of Food Science* [interaktyvus]. 1979, vol. 40(3), pp. 491–495 [žiūrėta 2015 m. spalio 21 d.]. Prieiga per: DOI: 10.1111/j.1365-2621.1975.tb12512.x
181. VAN HEERDEN, S.M. and M.F. SMITH. The nutrient composition of three cuts obtained from P – class South African pork carcasses. *Food chemistry*. 2013, vol. 140, issue 3, pp. 458 – 465. ISSN: 0308-8146
182. WILLIAMS, J.R., et al. Changes in nutrient levels for three fresh pork loin cuts between 1992 and 2010. *Procedia Food Science* [interaktyvus]. 2013, vol. 2, pp. 93 – 98 [žiūrėta 2016 m. sausio 14 d.]. Prieiga per: doi: 10.1016/j.profoo.2013.04.015

PRIEDAI

1 PRIEDAS

a lentelė. Liofilizacijos proceso parametrai

Operacija	Slėgis, mbar	Temperatūra, °C	Trukmė, min.
Džiovinimo etapas			
D01	4	30	240
D02	3	35	240
D03	2	40	240
D04	1	40	240
D05	0,5	45	2
D06	0,5	45	240
Pabaigos etapas			
P01		40	240

b lentelė. Bandiniai liofilizuotų daržovių sulčių fermentacijai.

Pusiau anaerobinės sąlygos	Anaerobinėmis sąlygomis
Salierai + <i>St. carnosus</i> PAN	Salierai + <i>St. carnosus</i>
Salierai + <i>St. xylosus</i> PAN	Salierai + <i>St. xylosus</i>
Salierai + <i>St. xylosus</i> ir <i>P. pentosaceus</i> PAN	Salierai + <i>St. xylosus</i> ir <i>P. pentosaceus</i>
Pastarnokai + <i>St. carnosus</i> PAN	Pastarnokai + <i>St. carnosus</i>
Pastarnokai + <i>St. xylosus</i> PAN	Pastarnokai + <i>St. xylosus</i>
Pastarnokai + <i>St. xylosus</i> ir <i>P. pentosaceus</i> PAN	Pastarnokai + <i>St. xylosus</i> ir <i>P. pentosaceus</i>

c lentelė. Mėsos bandinių receptūros

Bandinys	K	KX	KC	KXP	SX	SC	SXP
Pagrindinės žaliavos, %							
Kiaulienos nugarinė	98,99	98,98	98,98	98,98	88,49	88,49	88,49
Liofilizuotos daržovių sultys	–	–	–	–	2,1	2,1	2,1
Priedai, prieskoniai, %							
NaNO ₃	0,015	0,015	0,015	0,015	–	–	–
Vakuuminė druska	0,995	0,995	0,995	0,995	1	1	1
Vanduo (sulčių rehidratacijai)	–	–	–	–	8,4	8,4	8,4
<i>St. xylosus</i>	–	0,01	–	–	0,01	–	–
<i>St. carnosus</i>	–	–	0,01	–	–	0,01	–
<i>St. xylosus</i> ir <i>P. pentosaceus</i>	–	–	–	0,01	–	–	0,01
Iš viso:	100 %						

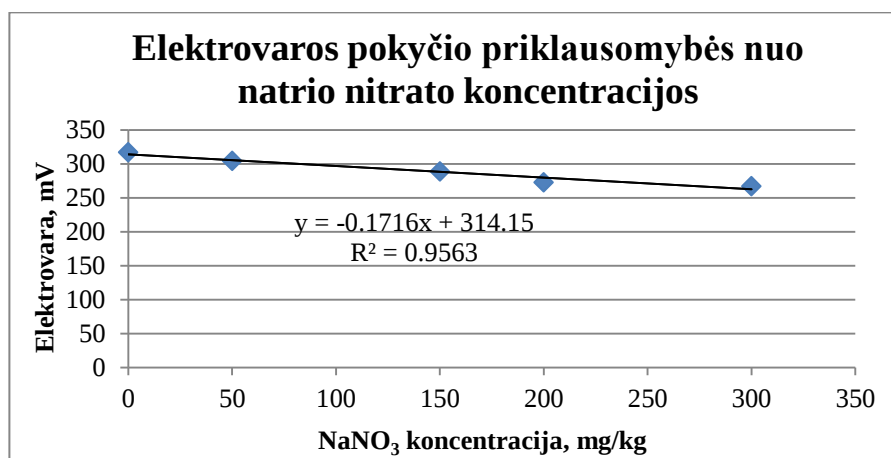
d lentelė. Šaltai rūkytų dešrų receptūros.

Bandinys	NO ₃ X	NO ₂ X	NO ₃ XP	NO ₂ XP	SX	SXP
Pagrindinės žaliavos, %						
Kiaulienos nugarinė	77,72	77,72	77,72	77,72	76,21	76,21
Kiaulių nugaros lašiniai	19,44	19,44	19,44	19,44	19,01	19,01
Priedai, prieskoniai, %						
NaNO ₂	–	0,015	–	0,015	–	–
NaNO ₃	0,015	–	0,015	–	–	–
Vakuuminė druska	2,6	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62
Liofilizuotos daržovių sultys	–	–	–	–	1,955	1,955
Juodieji pipirai	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
<i>St. xylosus</i>	0,015	0,015	–	–	0,015	–
<i>St. xylosus</i> ir <i>P. pentosaceus</i>	–	–	0,015	0,015	–	0,015
Iš viso:	100 %					

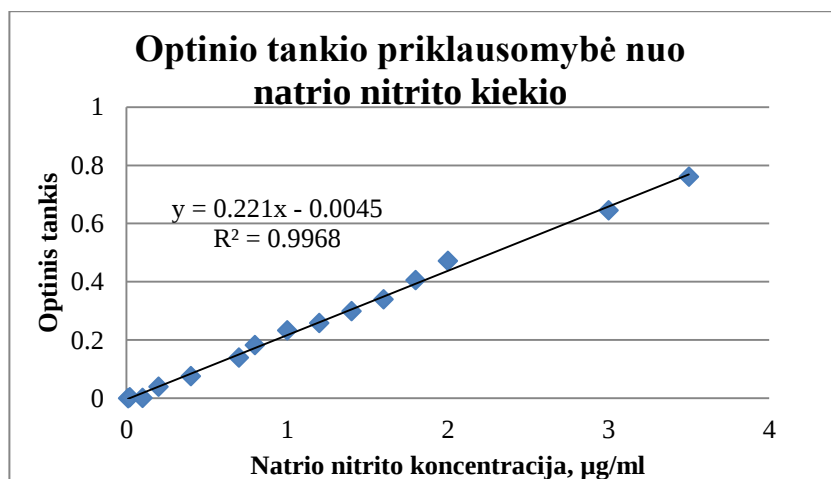
e lentelė. Virtų mėsos gaminių receptūros

Bandinys	1 receptūra	2 receptūra	3 receptūra
Pagrindinės žaliavos, %			
Kiaulienos nugarinė	90	90	90
Sūrymas, %			
Valgomoji druska (2%)	–	1,8	1,8
Vanduo	7,79	8,18	6,55
Liofilizuotos salierų sultys	–	–	1,64
NaNO ₃	–	0,01	–
Nitritinė druska	2,21	–	–
<i>St. Carnosus</i>	–	0,01	0,01
Iš viso:	100 %		

2 PRIEDAS



A pav. Nitratų kalibracinė kreivė.



B pav. Natrio nitrito kalibracinė kreivė.