

**LIETUVOS SVEIKATOS MOKSLŲ UNIVERSITETAS
VETERINARIJOS AKADEMIJA**

Veterinarijos fakultetas

Kamilė Kazakaite

**VIETINĖS KILMĖS BALTYMINIŲ ŽALIAVŲ PRITAIKYMAS SŪRIŲ
UŽKANDŽIŲ GAMYBOJE IR JŲ ĮTAKA KOKYBĖS RODIKLIAMS**

**DEVELOPMENT OF PLANT-BASED PROTEINACEOUS SNACK
TECHNOLOGIES AND THEIR IMPACT OF QUALITY PARAMETERS**

Veterinarinės maisto saugos nuolatinių studijų
MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

Darbo vadovė: Dr. Vytautė Starkutė
Maisto saugos ir kokybės katedra

Kaunas, 2022

**DARBAS ATLIKTAS MAISTO SAUGOS IR KOKYBĖS KATEDROJE
PATVIRTINIMAS APIE ATLIKTO DARBO SAVARANKIŠKUMĄ**

Patvirtinu, kad įteikiamas magistro baigiamasis darbas “Vietinės kilmės baltyminių žaliavų pritaikymas sūrių užkandžių gamyboje ir jų įtaka kokybės rodikliams”.

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

(data)

(autoriaus vardas, pavardė)

(parašas)

PATVIRTINIMAS APIE DARBO LIETUVIŲ KALBOS TAISYKLINGUMĄ

Patvirtinu, kad darbo lietuvių kalba taisyklinga.

(data)

(redaktoriaus vardas, pavardė)

(parašas)

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO VADOVO IŠVADA DĖL DARBO GYNIMO

(data)

(darbo vadovo vardas, pavardė)

(parašas)

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS APROBUOTAS KATEDROJE

(aprobacijos data)

*(katedros (instituto) vedėjo (-os) (vadovo (-ės))
vardas, pavardė)*

(parašas)

Magistro baigiamajo darbo recenzentai

1) _____

2) _____

(vardas, pavardė)

(parašas)

Magistro baigiamųjų darbų gynimo komisijos įvertinimas:

(data)

(gynimo komisijos sekretoriaus (-ės) vardas, pavardė)

(parašas)

TURINYS

SANTRAUKA	5
SUMMARY	6
SANTRUMPOS	7
ĮVADAS	8
1. LITERATŪROS APŽVALGA	10
1.1. Vietinės kilmės žaliavos	10
1.1.2. Baltyminiai užkandžiai ir jų vartojimas	10
1.2. Sėjamas žirnis (<i>Pisum sativum</i>)	11
1.2.1. Sėjamojo žirnio (<i>Pisum sativum</i>) charakteristika	11
1.2.2. Sėjamojo žirnio (<i>Pisum sativum</i>) maistinė vertė	12
1.2.3. Sėjamojo žirnio (<i>Pisum sativum</i>) panaudojimo maisto pramonėje galimybės	13
1.3. Fermentacijos technologija	14
1.3.1. Fermentacijos technologijos pritaikymas maisto pramonėje	14
1.3.2. Fermentacijos technologija kietafaziu būdu	15
1.3.3. Pieno rūgšties bakterijos	15
1.3.4. <i>Lactobacillus plantarum</i> gentis	16
1.3.5. <i>Pediococcus pentosaceus</i> gentis	16
1.3.6. <i>Pisum Sativum</i> žaliavos kietafazė fermentacija	17
1.4. Biogeniniai aminorai	17
1.4.1. Biogeniniai aminorai maiste ir poveikis žmogaus organizmui	17
1.4.2. Fermentacijos metu susidarantys biogeniniai aminorai	18
1.5. Druska	18
1.5.1. Druskos vartojimas, įtaka sveikatai ir jos mažinimo būdai	19
2. TYRIMO METODAI IR MEDŽIAGA	20
2.1. Vykdytų tyrimų schema	20
2.2. Tyrimams naudotų medžiagų charakteristika	20
2.3. Sūrių užkandžių gamyba	21
2.4. Naudoti metodai	22
2.4.1. pH nustatymo metodika	22
2.4.2. Bendro titruojamojo rūgštingumo nustatymo metodika	22

2.4.3. Pieno rūgšties bakterijų, bendro mikroorganizmų kiekio, pelėsinių grybų ir mielių ($\log_{10}$ KSV/g) kiekio analizė	22
2.4.4. Tekstūros savybių analizės metodika	22
2.4.5. Biogeninių aminių analizės metodika	22
2.4.6. Spalvų koordinacių pokyčių vertinimo metodika	23
2.4.7. Drėgmės kiekio nustatymo metodika	23
2.4.8. Juslinių savybių vertinimo metodai	23
2.4.9. Duomenų statistinės analizės metodika	23
3. TYRIMO REZULTATAI	24
3.1. Rūgštingumo rodiklių vertinimas	24
3.2. Mikrobiologinės saugos įvertinimas fermentuotuose sūriuose žirnių užkandžiuose.....	25
3.2.1. Bendro mikroorganizmų kiekio mėginiuose įvertinimas	25
3.2.2. Pelėsinių grybų ir mielių kiekio mėginiuose įvertinimas.....	26
3.2.3. Pieno rūgšties bakterijų kiekio mėginiuose vertinimas.....	27
3.3. Tekstūros rodiklių dinamika	28
3.4. Biogeninių aminių kiekio įvertinimas.....	29
3.5. Spalvų koordinacių pokyčių vertinimas.....	30
3.6. Drėgmės kiekio dinamika	32
3.7. Juslinių savybių vertinimas.....	32
3.7.1. Juslinė profilinė analizė.....	33
3.7.1. Bendras priimtumas	34
4. REZULTATŲ APTARIMAS	35
IŠVADOS.....	39
REKOMENDACIJOS	40
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	41

SANTRAUKA

Vietinės kilmės baltyminių žaliavų pritaikymas sūrių užkandžių gamyboje ir jų įtaka kokybės rodikliams

Kamilė Kazakaitė

Magistro baigiamasis darbas

Šio darbo tikslas buvo parinkti tinkamiausią receptūrą bei apdorojimo laiką baltyminių sūrių užkandžių gamybai, kad būtų užtikrinami optimalūs saugos, kokybės bei juslinių savybių rodikliai. Pagrindiniai darbo uždaviniai buvo pagaminti sūrius užkandžius naudojant augalines žaliavas, įvertinti šių užkandžių kokybės ir saugos rodiklius bei atlikti rezultatų palyginamąją analizę.

Pagaminti keturi skirtingos receptūros sūrių užkandžių mėginiai ir du kontroliniai mėginiai. Šių mėginių kokybės bei saugo rodikliams įvertinti atlikti pH, BTR, sausųjų medžiagų kiekio, drėgnio, spalvų koordinačių, tekstūros, biogeninių aminių kiekio bei mikrobiologinė analizės.

Tyrimo metu nustatyta, kad fermentuotų žirnių užkandžių kokybiniai, saugos bei jusliniai rodikliai kito priklausomai nuo pasirinktos pieno rūgšties bakterijos, fermentacijos laiko bei druskos priedo kiekio. Vykstant fermentacijos procesui mėginių terpė rūgštėjo. Nuo fermentacijos laiko priklausė ir mėginių drėgmės rodiklis – jis vykstant fermentacijai mažėjo. Tekstūros rodikliams parinkta PRB, fermentacijos laikas ir skirtingas druskos priedo kiekis turėjo statistškai reikšmingos įtakos ($p \leq 0,0001$).

Mikrobiologiniai sūrių užkandžių rodikliai reikšmingai priklausė nuo parinktos PRB, fermentacijos laiko ir skirtingo druskos kiekio ($p \leq 0,05$), išskyrus mielių ir pelėsinų grybų kiekį. Didžiausias PRB kiekis nustatytas po 48 val. fermentacijos Pea2/1% mėginyje ($8,44 \log_{10}$ KSV/g). Nuo parinktos PRB, fermentacijos laiko ir skirtingo druskos priedo kiekio reikšmingai priklausė susidaręs biogeninių aminių (feniletilamino, putrescino, kadaverino, tiramino, spermino) kiekis ($p \leq 0,0001$). Šių faktorių įtaka spermino ir histamino susidarymui reikšmingos įtakos neturėjo ($p \geq 0,0001$). Visuose mėginiuose didesni BA kiekiai aptikti po 48 val. nuo fermentacijos proceso pradžios lyginant su rezultatais po 24 val. ($p \leq 0,0001$).

Juslinės profilinės analizės rezultatai parodė, kad geriausiomis juslinėmis savybėmis pasižymėjo mėginys Pea1/1%. Šis mėginys buvo ir labiausiai priimtinas ($97,5 \pm 17,08$ mm).

Taigi galima teigti, kad sūrių fermentuotų užkandžių gamybai parinkus optimalų fermentacijos laiką ir druskos kiekį, galima pagaminti baltyminius, priimtinomis juslinėmis savybėmis pasižyminčius bei saugius biogeninių aminių atžvilgiu, užkandžius.

Raktažodžiai: augaliniai užkandžiai, sūrūs užkandžiai, kietafazė fermentacija, pieno rūgšties bakterijos

SUMMARY

Development of Plant-Based Proteinaceous Snack Technologies And Their Impact Of Quality Parameters

Kamilė Kazakaitė

Master's Thesis

The aim of this thesis was to select the best recipe and the most suitable time of fermentation for proteinaceous pea snacks technology. These indicators should have determined the best safety, quality and sensory parameters for the snacks. Main tasks were to prepare salty plant based snacks, evaluate quality, safety and sensory properties of these snacks.

During the experiment four different recipes salty snacks samples and two control samples were produced. To evaluate samples quality, safety and sensory parameters, pH, TTA, dry material content, moisture, colour coordinates, texture, biogenic amines and microbiological analyses were done.

It was determined during the experiment, that quality, safety and sensory parameters vary depending on chosen LAB, fermentation time and the amount of salt additive. Moisture properties also depended on fermentation time. For texture properties there was statistically significant impact ($p \leq 0.0001$) depending on chosen LAB, fermentation time and salt additive.

Microbiological parameters of salty pea snacks depended on chosen LAB, fermentation time and salt additive and impact was statistically significant ($p \leq 0.05$), except yeast and mold. Biggest amount of LAB was detected in sample Pea2/1% ($8.44 \log_{10}$ CFU/ml) after 24 h of fermentation process. Total microorganisms amount in samples also increased. Biogenic amines (phenylethylamine, putrescine, cadaverine, tyramine and spermidine) number increased depending on chosen LAB, fermentation time and salt additive ($p \leq 0.0001$). These factors didn't have statistically significant impact on spermine and histamine formation ($p \geq 0.0001$). The highest amount of BA was found in samples fermented with *P. pentosaceus*. After 48 h of fermentation bigger BA numbers in all samples were detected ($p \leq 0.0001$).

Sensory analysis showed, that sample fermented with *L. plantarum* and with 1 % salt additive had the best sensory properties (97.5 ± 17.08 mm). This sample also was recognized as the most acceptable.

In summary, by choosing optimal fermentation time and amount of salt, proteinaceous, acceptable sensory properties providing and safe respect biogenic amines, salty snacks can be developed.

Keywords: plant based snacks, salty snacks, solid fermentation, lactic acid bacteria

SANTRUMPOS

PRB – pieno rūgšties bakterijos

KF – kietafazė fermentacija

BA – biogeniniai aminai

BTR – bendras titruojamasis rūgštingumas

BMS – bendras mikroorganizmų skaičius

M/G – mielės ir pelėsiniai grybai

PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų

PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų

Pea1/1% – mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir su 1 proc. druskos priedu

Pea1/3% – mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir su 3 proc. druskos priedu

Pea2/1% – mėginys fermentuotas *P. pentosaceus* ir su 1 proc. druskos priedu

Pea2/3% – mėginys fermentuotas *P. pentosaceus* ir su 3 proc. druskos priedu

IVADAS

Pasaulyje didėjant gyventojų skaičiui ir vis labiau tobulėjant visuomenei, didėja ne tik suvartojamo maisto kiekis, bet ir atsiranda poreikis valgyti kokybiškus, maistingus ir šiolaikinio žmogaus gyvenimo būdą atitinkančius maisto produktus. Įvairias dietas keičia subalansuotas ir sveikas maistas bei gyvenimo būdas. Daugėja aktyvia fizine veikla užsiimančių bei įtemptu tempu gyvenančių žmonių. Atliekant vis daugiau mokslinių tyrimų įrodančių augalinės mitybos naudą žmogaus organizmui, daugėja ir vegetarinę ar veganinę mitybą propaguojančių gyventojų. Tokiems žmonėms svarbu su maistu gauti pakankamą kiekį įvairių mineralų bei vitaminų ir maisto medžiagų, o ypač kokybiškų baltymų.

Kai kuriuose augalinės kilmės produktuose aptinkamas nemažas kiekis baltymų. Štai pavyzdžiui pupelėse yra vidutiniškai apie 25 g baltymų (48), o palyginti jautienoje 26 g 100 g produkto (49). Tačiau augalinės kilmės baltymai pasižymi prastesniu pasisavinamumu žmogaus organizme. Juose yra nepakankamai nepakeičiamųjų ir žmogaus organizmui būtinų aminorugščių kiekis, taip pat augalinės kilmės baltymai sunkiau virškinami. Šiai problemai išspręsti gali būti pasitelkiami įvairūs augalinių produktų ar žaliavų apdorojimo būdai. Vienas jų – fermentacija. Fermentacijos procesui naudojant pieno rūgšties bakterijas, vykstant metabolizmui, baltymų molekulės hidrolizuojamos į mažesnės molekulinės masės junginius ir produktuose padidėja laisvųjų aminorugščių kiekis (38). Dėl šios priežasties baltymai lengviau virškinami ir pasisavinami žmogaus organizme. Taip pat dalyvaujant pieno rūgšties bakterijoms ir vystant fermentacijos procesui, kaip metabolitas išskiriamos ir kai kurios nepakeičiamos aminorugštys, pavyzdžiui lizinas (35). Taigi fermentuojant augalinės kilmės žaliavas ir maisto produktus pagerinamas baltymų pasisavinamumas, o pieno rūgšties bakterijoms išskiriant tokius metabolitus kaip bakteriocinai ir įvairūs inhibitoriai prailginamas ir produktų galiojimo laikas be pagerinama produkto kokybė ir juslinės savybės (37). Tačiau fermentacijos metu susidaro ne tik naudingi, bet ir neigiamą įtaką žmogaus sveikatai turintys junginiai – biogeniniai aminai. Todėl norint užtikrinti produkto saugą, svarbu griežtai kontroliuoti fermentacijos procesą.

Svarbu gaminti ne tik kokybiškus, saugius ir maistingus produktus, bet ir ekonomiškus bei draugišus aplinkai. Tokiomis savybėmis pasižymi kietafazė fermentacija. Tokios fermentacijos metu mikroorganizmų metabolizmas vyksta terpėje, kurioje yra labai mažas vandens aktyvumas arba jo iš viso nėra. Todėl vykdant kietafazę fermentaciją sunaudojama mažiau vandens, sutrumpėja technologinis procesas, o dėl šios priežasties ir gamybos išlaidos (25). Taip pat esant mažam vandens aktyvumui sulėtėja arba iš viso nevyksta patogeninių mikroorganizmų dauginimasis ir taip užtikrinama produkto kokybė bei sauga.

Siekiant dar labiau prisidėti prie draugiškumo aplinkai, maisto produktų gamybai vertėtų rinktis vietinės kilmės žaliavas. Tokiu būdu ne tik paremiami vietos ūkininkai, sumažėja išlaidų žaliavoms kaštai, bet ir užtikrinamas geresnis žaliavų atsekamumas bei glaudesnis ryšys su tiekėjais. Lietuvoje žemdirbystė klesti jau ne vieną dešimtmetį ir kiekvienais metais užauginama vis daugiau augalinės kilmės produktų, kurie pasižymi tokiomis pačiomis geromis ar net geresnėmis savybėmis nei importuojamos egzotinės žaliavos. Beje, remiantis sveikos mitybos rekomendacijomis kasdienėje mityboje svarbu rinktis sezoniškus maisto produktus, o to taip pat galima pasiekti maisto produktų gamybai renkant žaliavas užaugintas Lietuvoje.

Darbo tikslas: sukurti sūrius baltyminius užkandžius, jų gamybai pritaikant vietinės kilmės augalines žaliavas bei įvertinti įtaką jų kokybės rodikliams.

Darbo uždaviniai:

1. Atlikti bandomųjų ir kontrolinių sūrių baltyminių užkandžių gamybą, naudojant augalines žaliavas.
2. Įvertinti pagamintų sūrių baltyminių užkandžių kokybės rodiklius (pH, bendro titruojamojo rūgštingumo, mikrobiologinę taršą, biogeninių aminių susidarymą, spalvų koordinates, drėgmės kiekį, tekstūros savybes, juslines savybes bei bendrą priimtinumą).
3. Atlikti rezultatų palyginamąją analizę.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. Vietinės kilmės žaliavos

Šiomis dienomis, kai turime galimybę importuoti prekes ir maisto produktus ne tik iš Europos Sąjungos, bet ir iš trečiųjų šalių, prekių pasiūla vis labiau auga. Įprastose parduotuvėse galime įsigyti tokių egzotinių vaisių kaip avokadai, ličiai ir kita. Taip pat vis labiau populiarėja ir kitų tautų virtuvės, įskaitant ir jau vartoti paruoštus produktus. Dėl šių priežasčių auga ir konkurencingumas vietinių žaliavų pardavėjams.

1.1.1. Vietinės kilmės žaliavų panaudojimas

Lietuvoje žemės ūkio kultūra gyvuoja jau kelis šimtus metų, o pirmosios užuominos apie lietuvių ūkininkavimą aptinkamos jau Bronzos amžiuje (1). Kismet vis didėjantis Lietuvoje užauginamos produkcijos kiekis ne tik užtikrina žaliavų tiekimą įvairiems gamintojams, bet ir vaidina svarbų vaidmenį šalies ekonomikoje. Deja, gamintojai dažnai renkasi importuojamas žaliavas dėl geresnės kainos ar jų neprieinamumo Lietuvoje. Tačiau renkantis vietinės kilmės žaliavas užtikrinamas jų atsekamumas, šviežumas, kokybė ir galimybė glaudžiai bendradarbiauti su augintojais (2).

Nors vartotojai yra linkę pasitikėti vietiniais tiekėjais ir Lietuvoje gaminamos produkcijos kokybe (1), šiolaikiniam vartotojui nemažai įtakos daro ir socialiniai tinklai bei reklama. Todėl gamintojai pasirinkdami vietinės kilmės žaliavų tiekėjus, kartus skatina ir vartotoją rinktis Lietuvos regionui būdingus produktus. Viena iš pagrindinių sveikos mitybos koncepcijų rekomenduoja rinktis sezoninius, tam tikrai geografiniai zonai būdingus produktus (3), o vietinės kilmės žaliavų naudojimas yra vienas iš pagrindinių būdų šiai koncepcijai įgyvendinti gyventojų mityboje.

1.1.2. Baltyminiai užkandžiai ir jų vartojimas

Žmonėms vis labiau besirūpinant savo sveikata, įskaitant ir mitybos įpročius, sparčiai auga ir susidomėjimas augalinės mitybos principais paremta dieta. Ne visi augalinę mitybą propaguojantys žmonės visiškai pašalina mėsą ir jos produktus iš savo mitybos, tačiau vis dažniau renkasi patiekalus be gyvūninės kilmės produktų (4). Renkantis tokią mitybą svarbu atsižvelgti į būtinų žmogaus sveikatai maisto medžiagų, vitaminų bei mineralų paros suvartojimo normas. Visuomenėje vis dar plačiai paplitusi nuomonė, jog renkantis augalinės kilmės produktus neįmanoma užtikrinti reikamo paros baltymų kiekio. Tačiau daugelis mokslinių tyrimų rodo, jog teisingai subalansuota augalinė mityba, net ir visiškai pašalinus mėsos produktus gali patenkinti baltymų poreikį žmogaus organizme (3).

Kita, sveikos mitybos rekomendacija – valgyti ne mažiau nei keturis kartus per dieną, mažomis porcijomis. Tarp pagrindinių valgymų – pusryčių, pietų ir vakarienės – rekomenduojama suvalgyti ir bent vieną užkandį (priešpiečius ar pavakarius) (3). Skubančiam ir išrankiam šių dienų vartotojui svarbi kuo įvairesnė užkandžių pasiūla atitinkanti jo poreikius. Užkandis turėtų ne tik numalšinti alkio jausmą, tačiau turėti ir kitų naudingų savybių – aukštą maistinę vertę, vitaminų ir mineralų bei būti kokybiškas ir saugus (5).

Dėl šių priežasčių atsiranda poreikis kurti augalinės kilmės, geromis mitybinėmis savybėmis pasižyminčių ir papildomo paruošimo nereikalaujančių bei kokybiškų ir saugių užkandžių gamybos technologijas. Vienas tokių užkandžių – fermentuotas žirnių miltų batonėlis.

1.2. Sėjamas žirnis (*Pisum sativum*)

1.2.1. Sėjamojo žirnio (*Pisum sativum*) charakteristika

Sėjamas žirnis (*Pisum sativum*) – vienas iš plačiausiai paplitusių pupinių (*Fabaceae*) šeimos augalas. Tai nuo 30 cm iki 2 m aukščio užaugti galintis, vienmetis žolinis augalas. Augalo stiebas tuščiaviduris, laipiojantis arba kylantis aukštyn. Lapai plunksniški, o ant ilgų lapkočių auga poromis. Jų dydis gali siekti nuo 1,5 cm iki 8 cm. Lapkočiai baigiasi šakotu ūseliu. Augalo žiedai sudaryti iš penkių taurėlapių ir dažniausiai yra baltos ar rausvai violetinės spalvos, žydi birželio – liepos mėnesiais (6).

Sėjamas žirnis, tai savidulkis augalas, sėjamas pavasarį (balandžio pabaigoje – gegužės pradžioje). Dygti žirniai pradeda esant 4 – 8 °C temperatūrai ir yra pakantūs šalnoms (iki -6 °C), tačiau prastai auga rūgščiose dirvose. Augalas subrandina nuo 2,5 cm iki 10 cm ilgio ankštis. Ankštyje vidutiniškai subrandinamos 7 – 8 sėklos (6). Priklausomai nuo augalo rūšies, sėklos gali būti baltos, gelsvos, žalios, raukšlėtos arba lygios, apvalios ar kiek kampuotos (7). Sėjamojo žirnio augalas ir vaisiai pavaizduoti 1 – aje paveiksle.



1 pav. Sėjamojo žirnio (*Pisum sativum*) augalas ir vaisiai (8)

Sėjamas žirnis laikomas viena seniausiai auginamų augalų rūšių. Azijoje šis augalas buvo auginamas jau prieš 7000 metų. Europoje žirnis paplito VIII-X amžiuje – Prancūzijoje bei Anglijoje

(6). Šiandien daugiausia žirnių užauginama Indijoje ir Kinijoje. Bendras pasaulyje užauginamų žirnių kiekis siekia 22 milijonų tonų per metus (9). Žirnis plačiai paplitęs ir Europos šalyse, o taip pat ir Lietuvoje.

1.2.2. Sėjamojo žirnio (*Pisum sativum*) maistinė vertė

Žirniai apibūdinami kaip daug baltymų turintys augalai. Žirnių sudėtyje baltymai sudaro vidutiniškai 23 proc. Žirnių baltymai pasižymi geru virškinamumu, lyginant su kitomis ankštinių kultūromis. Žirnių baltymai priklauso dviem pagrindinės grupėms – albuminams ir globulinams. Albuminai – tai vandenyje tirpūs baltymai, tuo tarpu globulinai pasižymi turtingesne amino rūgščių sudėtimi. Pagrindinės aminorūgštys – triptofanas, lizinas ir metioninas svarbios žmogaus organizmui ir privalo būti gaunamos su maistu (10). Pavyzdžiui lizinas, nepakeičiamoji amino rūgštis, kuri yra reikšminga palaikant raumenų struktūrą bei yra kolageno sudedamoji dalis, sudaro maždaug 7 proc. žirnių baltymuose esančių aminorūgščių (11). Aminorūgščių sudėtimi žirniai yra artimi sojų puplėms, tačiau skirtingai nei pastarosiose, žirniuose mažiau baltymų sukeliančių alergijas, todėl žirniai nėra laikomi potencialiu alergenu (12).

Žirniuose gausu angliavandenių, jie sudaro apie 60 – 65 proc. žirniuose esančių maisto medžiagų. Didžiąją dalį šių angliavandenių sudaro krakmolai, kuris žirniuose aptinkamas lėtai virškinamoje arba atsparioje virškinimui frakcijoje. Taip pat nemažą dalį angliavandenių apima ir maistinės skaidulos, kurios svarbios normaliai virškinamojo trakto veiklai palaikyti. Cukrų žirniuose palyginti mažai, apie 6 proc., priklausomai nuo rūšies.

Kadangi žirniai apibūdinami kaip baltyminga ankštinė daržovė, juose riebalų itin mažai – vos 1,2 – 1,8 proc. Pagrindinę riebalų dalį žirniuose sudaro oleino ir linoleno riebalų rūgštys. Mažas riebalų rūgščių kiekis žirniuose apsaugo juos nuo lipidų oksidacijos (13).

Lyginant žirnius su kitomis grūdinėmis kultūromis, pavyzdžiui kviečiais, juose aptinkama ir daugiau vitaminų bei mineralų. Pavyzdžiui kalcio žirniuose aptinkama apie 25 mg, o kviečiuose tik apie 12 mg 100 g kviečių. Žirniuose taip pat gausu magnio, fosforo, cinko, geležies ir vario. Visi šie elementai padeda palaikyti normalias žmogaus organizmo funkcijas. B grupės vitaminai – tai pagrindiniai vitaminai aptinkami žirnių sėklose (13). Šie vitaminai svarbūs nervų sistemos veiklai, o folio rūgštis dalyvauja baltymų apykaitoje bei ląstelių dalijimosi ir atsinaujinimo procesuose (14).

Žirniuose yra ne tik maistinė vertė suteikiančių komponentų, bet ir žmogaus organizmui naudingų biocheminių junginių. Izoflavonai (genisteinas ir daidzeinas) žmogaus organizme veikia kaip fitoestrogenai, kurie padeda reguliuoti hormonų veiklą, o moterims veikia kaip prevencija prieš krūties vėžį. Lektinai – itin mažos, neimuninės kilmės baltymų molekulės turinčios priešvėžinių savybių (18). Tačiau kai kurie literatūros šaltiniai nuorodo, kad lektinai gali sukelti raudonųjų kraujo kūnelių agliutinaciją bei veikti kaip fermentų inhibitoriai (13). Saponinai, kurie taip pat aptinkami

žirniuose, padeda sunaikinti vėžinių ląstelių sienelės, taip veikdami prevenciškai (15). Tačiau taip pat gali sutrikdyti cholesterolio apykaitą organizme (13). Bene didžiausia biocheminių junginių dalį žirniuose sudaro fenoliniai junginiai. Šie junginiai veikia kaip antioksidantai ir padeda apsaugoti ląsteles nuo oksidacinio streso taip prevenciškai veikdami prieš vėžį bei širdies ir kraujagyslių ligas (15).

1.2.3. Sėjamojo žirnio (*Pisum sativum*) panaudojimo maisto pramonėje galimybės

Gyvūninės kilmės žaliavos, kviečiai ir soja – tai pagrindiniai baltymų šaltiniai naudojami maisto pramonėje. Tačiau dėl šių žaliavų trūkumų (populiarėjantis vegetarizmas, aukšta kaina, didelis kiekis alergenų, susirūpinimas dėl GMO), pradėta domėtis ir kitomis alternatyvomis. Ieškant žaliavos neturinčios anksčiau minėtų trūkumų, susidomėta žirnių panaudojimu maisto pramonėje. Šie augalai pigesni, turi aukštą maistinę vertę ir mažesnę alergijas sukeliančių baltymų kiekį. Taip pat žirniuose nėra gliuteno, todėl kaip ingredientas jie gali būti naudojami produktams, skirtiems gliuteno netoleruojantiems žmonėms, gaminti.

Žirnių baltymai maisto pramonėje naudojami dėl gerų tirpumo, emulsijas ir gelius sudarančių bei vandenį ir riebalus rišančių savybių. Žirnių baltymų izoliatas naudojamas padažų, makaronų, konditerinių kepinių gamyboje. Taip pat žirnių baltymais praturtinami ir mėsos produktai, šis ingredientas padeda sumažinti riebalų kiekį mėsoje. Tačiau mėsos produktuose žirnių naudojimas yra ribotas dėl specifinio skonio, kuris keičia ir galutinio produkto juslines savybes. Dažniau žirniai naudojami kaip visiški mėsos pakaitalai vegetarinėje mityboje (16).

Makaronai, kuriuose dalis miltų pakeista žirnių baltymais, pasižymi greitesniu virimo procesu ir mažesniais virimo nuostoliais. Taip pat žirnių baltymai plačiai naudojami sportininkų dietoje, gaminant maisto papildus. Formuodami membraną tarp vandens ir riebalų molekulių, jie atlieka emulsiklio funkciją. Putas sudarančios savybės pasitarnauja glaistų, kremų gamyboje. Tačiau lyginant su sojų baltymais, žirnių baltymai pasižymi mažesniu stabilumu. Stabiliausius gelius šie baltymai sudaro pH esant maždaug 7 (16).

Maisto pramonėje plačiai naudojamas ir žirnių krakmolos. Jis pasižymi ypač geromis rišimo savybėmis. Ši žirniuose esančio krakmolo savybė svarbi gaminant ekstruduos užkandžius, dribsnius. Dažniausiai šie produktai gaminami iš kviečių, kukurūzų ar ryžių, tačiau žirniams būdingos ne tik tokios pat geros technologinės savybės, bet pastarieji sudėtyje turi ir daugiau baltymų, mineralų bei skaidulų (13). Gamybos metu pasitelkiant papildomus apdorojimo būdus (apdorojimą ultragarsu ar fermentaciją) šių komponentų kiekis žirniuose gali padidėti.

Nors žirnių ir jų produktų panaudojimas maisto pramonėje gan platus, pagrindinė problema sąlygojanti nepilną šių žaliavų panaudojimą yra itin specifinis žirnių pašalinis skonis ir kvapas. Specifinį skonį žirniams suteikia alkaloidai, alkoholiai, ketonai, įvairios rūgštys ir fenoliniai

junginiai. Pagrindinė šių junginių susidarymo priežastis – riebalų rūgščių oksidacija. Taip pat dalis nepageidaujama poskonį suteikiančių junginių atsiranda žirnius veikiant aukštai temperatūrai ir skylant cukrams bei aminorūgštims (17). Augalų auginimo metu sudėtinga išvengti šių junginių susidarymo, nes tai natūralus procesas vykstantis augaluose ir priklausantis nuo aplinkos temperatūros, drėgmės, deguonies kiekio (18). Tačiau yra žinoma, jog žirnių mirkymas, daiginimas, apdorojimas ultragarsu ar karščiu gali padėti sumažinti pašalinį skonį suteikiančių junginių kiekį. Itin veiksminga ir žirnių bei jų produktų fermentacija. Taip pat šie skoniai galutiniuose produktuose gali būti užmaskuojami įvairiais priedais – druska, cukrumi, rūgštimi, kvaposiomis medžiagomis (17).

1.3. Fermentacijos technologija

Fermentacijos procesas žinomas ir naudojamas jau ne vieną šimtą metų. Žmonės nuo seno fermentaciją naudojo kaip būdą prailginti produktų tinkamumo vartoti terminą, išlaikyti maistą šviežią kuo ilgiau ir pagerinti jo juslines savybes. Šiomis dienomis šis biotechnologinis procesas naudojamas ir dėl įvairių žmogaus organizmui naudingų junginių susidarantių fermentacijos metu (19).

1.3.1. Fermentacijos technologijos pritaikymas maisto pramonėje

Terminas fermentacija, kilęs iš lotyniško žodžio *fermentum* ir apibūdina natūralų biotechnologinį procesą, kurio metu dalyvaujant mikroorganizmams kompleksinės organinės medžiagos suskaidomos į mažesnius junginius (19). Fermentacijoje naudojami įvairūs mikroorganizmai (pavyzdžiui pieno rūgšties bakterijos ar mielės). Šie mikroorganizmai išskiria fermentus (amilazę, proteazę, lipazę ir kitus), kurie hidrolizuoja polisacharidus, baltymus ir riebalus į netoksiškus junginius. Būtent šie junginiai suteikia fermentuotiems produktams išskirtinį skonį, kvapą bei tekstūrą (20). Kitas mikroorganizmų metabolizmo produktas yra bakteriocinai, kurie veikia kaip inhibitoriai, taip slopindami patogeninių mikroorganizmų veiklą ir taip padėdami išlikti fermentuotiems produktams šviežiais (21).

Didžiausia fermentuotų maisto produktų grupę sudaro pieno produktai. Kefyras, pasukos, varškė ir įvairūs sūriai populiarūs dėl didelio probiotikų, aminorūgščių ir vitaminų kiekio. Vitaminų, mineralų ir antioksidantų gausa pasižymi ir fermentuotos daržovės bei vaisiai. Taip pat fermentuojami ir grūdai, ankštinės daržovės ir netgi mėsa. Fermentacijos metu ne tik susidaro nauji, sveikatai naudingi junginiai, bet ir padidėja kai kurių jau esančių fermentuojamuose produktuose junginių. Pavydžiui fermentuojant pieną ženkliai padidėja B grupės vitaminų (22). Dėl šios priežasties kai kurie fermentuoti produktai priskiriami super maistui. Tačiau vertėtų nepamiršti, kad fermentacija, tai natūralus procesas, todėl jos metu gali susidaryti ir ne tokie naudingi ar net žalingi junginiai, kaip pavyzdžiui biogeniniai aminai (23).

1.3.2. Fermentacijos technologija kietafaziu būdu

Kietafazė fermentacija (KF) – tai fermentacijos procesas, kurio metu mikroorganizmų metabolizmas vyksta terpėje, kurioje nėra laisvo vandens arba jo yra labai mažas kiekis. Nors maisto pramonėje populiariesnis tradicinis fermentacijos būdas, kuomet vanduo naudojamas kaip tirpiklis, kietafazė fermentacija pasižymi keliais pranašumais (24).

Dėl mažesnio vandens aktyvumo sumažėja patogeninių mikroorganizmų produkte vystymosi tikimybė. Nesant dideliame vandens kiekiui fermentuojamame produkte užtikrinamas pakankamas maisto medžiagų kiekis fermentacijoje dalyvaujantiems mikroorganizmams. Pagrindinis maisto medžiagų šaltinis tokios fermentacijos metu yra netirpus substratas. Mikroorganizmai naudojami kietafazei fermentacijai turi būti gerai prisitaikę gyvuoti esant mažesniame vandens kiekiui (25). Tokiomis savybėmis pasižymi dauguma grybų, todėl šie mikroorganizmai geriausiai tinka KF technologijos panaudojimui (24). Tačiau KF metu gali būti naudojamos ir pieno rūgšties bakterijos. Tam puikiai tinka *Bacillus* ir *Lactobacillus* gentys (25).

Tokia fermentacija taip pat naudinga aplinkai ir turi ekonominę naudą. Vykstant kietafazė fermentacijai sunaudojama mažiau vandens, sutrumpėja technologinis procesas, o dėl šios priežasties ir gamybos išlaidos (25). Taigi šis fermentacijos būdas yra greitesnis, pigesnis ir saugesnis.

KF jau ilgą laiką naudojama antibiotikų, fermentų, organinių rūgščių gamyboje. Taip pat šio proceso pagalba gaminami skoniai naudojami kitų maisto produktų gamyboje bei išskiriami dažikliai. Maisto pramonėje KF dažniausiai naudojama duonos ir miltinių kepinų gamyboje, sūrio, sojos gamybos technologiniuose procesuose (26). Ši technologija plačiai naudojama ir gyvulių pašarų, siloso gamyboje (27). KF technologija naudojama ir maisto produktų gamybos šalutinių produktų apdorojimui (28).

1.3.3. Pieno rūgšties bakterijos

Pieno rūgšties bakterijos – tai grupė Gram teigiamų, kokių arba lazdelės formos, sporų nesudarančių mikroorganizmų. Šios bakterijos metabolizmo metu išskiria pieno rūgštį, kuri sumažina terpės pH, taip sukuriant nepalankias sąlygas patogeniniams mikroorganizmams daugintis (29). Kaip patogeninių mikroorganizmų augimo inhibitoriai veikia ir tokie PRB išskirti metabolitai kaip hidroksilinės riebalų rūgštys, bioaktyvūs mažos molekulinės masės junginiai bei aminorūgštys (30). Taip pat, pieno rūgšties bakterijos veikia kaip probiotikai ir gerina žarnyno veiklą bei virškinimą (31). Pieno rūgštis, kaip pagrindinis metabolitas, yra išskiriama šių pienarūgščių bakterijų genčių – *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc* ir *Pedicoccus*. Jos skiriamos į dvi pagrindines grupes – homogenines ir heterogenines. Pastarosioms priklauso ir *Lactobacillus plantarum* bei *Pedicoccus pentosaceus* (19).

Metabolitų susidarymui fermentacijos metu įtakos turi keli faktoriai – temperatūra, pH, vandens aktyvumas, deguonies bei druskos kiekis (32). Pieno rūgšties bakterijos yra tolerantiškos didesnei druskos koncentracijai lyginant su kitomis rūšimis (29).

1.3.4. *Lactobacillus plantarum* gentis

Lactobacillus plantarum – atspari rūgštinei virškinamojo trakto terpei pieno rūgšties bakterijų rūšis, auganti anaerobinėmis sąlygomis. Tai viena iš plačiausiai naudojamų pieno rūgšties bakterijų maisto gamyboje. Šiomis bakterijomis fermentuojamas pienas, daržovės, vaisiai, mėsa, taip pat jos naudojamos duonos gaminiuose. Dėl savo atsparumo rūgščiai terpei *L. plantarum* randama ir žmogaus virškinamajame trakte (33). *L. plantarum* be pieno rūgšties išskiria ir acetato bei sukcinato rūgštį. Aktyviausiai šie mikroorganizmai dauginasi esant 28 – 45 °C ir pH 3-9. Tačiau šios bakterijos yra neatsparios aukštai temperatūrai, o esant 60 °C ir daugiau žūva (34).

Esant palankioms sąlygoms *L. plantarum* padeda išsaugoti maisto produktuose esančius vitaminus bei antioksidantus. Taip pat šios bakterijos produkuoja žmogaus organizmui naudingą nepakeičiamą aminorūgštį – liziną (35). Kaip ir kitos pieno rūgšties bakterijos *L. plantarum* išskiria antimikrobinį peptidą, bei inhibuoja patogeninių mikroorganizmų augimą, taip prailgindamos produkto galiojimo laiką.

1.3.5. *Pediococcus pentosaceus* gentis

Pediococcus pentosaceus – neformuojanti sporų, sferinės formos, Gram teigiama pieno rūgšties bakterija. Šie mikroorganizmai pasižymi gan plačiomis pH tolerancijos ribomis 4,5 – 8 pH, bet nėra tokie atsparūs temperatūrai – geriausiai vystosi esant 35 – 40 °C, o esant 50 °C ir daugiau žūva.

Šios bakterijos ir jų genomas yra plačiai tyrinėjamas siekiant jas pritaikyti kuo daugiau maisto pramonės sričių. Jas naudojant gaminamas sūris, dešrelės ir kiti mėsos produktai bei įvairūs augaliniai produktai (36).

Kaip ir *L. plantarum*, *P. pentosaceus* gamina bakteriocinus – medžiagas veikiančias kaip inhibitoriai ir padedančias stabdyti patogeninių mikroorganizmų (pvz. *L. monocytogenes*) dauginimąsi. Egzopolisacharidai, kita junginių grupė išskiriama šių bakterijų, kuri suardo patogeninių mikroorganizmų sienelės (37). Yra nustatyta, kad *L. plantarum* padeda sunaikinti ir žmogaus organizmui žalingus, įvairių mikromicetų gaminamus junginius – mikotoksinus. Bakterijų metabolizmo metu taip pat reguliuojamas polisacharidų ir citokinų kiekis produkte. Šios medžiagos pasižymi priešuždegiminėmis savybėmis (51).

Tiek *L. plantarum*, tiek *P. pentosaceus* ne tik pasižymi aukščiau išvardintomis teigiamomis savybėmis, bet ir aktyviai dalyvauja ir galutinio produkto jausminių savybių formavime. Vykstant

metabolizmui produktuose padidėja trumpos grandinės riebalų rūgščių kiekis, hidrolizuojami baltymai ir taip pagerinamas produktų skonis (35).

1.3.6. *Pisum Sativum* žaliavos kietafazė fermentacija

Žirniuose bei jų produktuose gausu bioaktyvių junginių, tokių kaip įvairūs fenoliniai junginiai, flavonoidai, antioksidantai. Tačiau šie junginiai sunkiai atpalaiduojami žmogaus organizme ir pasižymi menku pasisavinamumu. Fermentuojant žirnius kietafazės fermentacijos būdu, šie junginiai hidrolizuojami ir taip padidėja jų kiekis (38). KF metu hidrolizuojami ir baltymai, todėl galutiniame produkte padidėja laisvųjų aminorūgščių kiekis.

Fermentuojant produktus kietafaziu būdu, juose sumažėja fermentų inhibitorių (tripsino, chemotripsino), kurie blogina žirniuose esančių baltymų virškinamumą, kiekis. Inhibitoriai hidrolizuojami į mažesnės molekulinės masės tirpias baltymų molekules ir taip yra lengviau virškinamos ir pasisavinamos žmogaus organizme (39). Po KF padidėja visų laisvųjų aminorūgščių kiekis, išskyrus arginą ir triptofaną – jų kiekis po fermentacijos išlieka toks pats (40).

Vykstant fermentacijoje dalyvaujančių mikroorganizmų metabolizmui išskiriamos organinės rūgštys. Šios rūgštys suformuoja tirpius junginius su žirniuose esančiais mineralais, taip paversdami mineralus tirpiaisiais. Todėl mineralai lengviau pasisavinami žmogaus organizme (40).

1.4. Biogeniniai aminai

1.4.1. Biogeniniai aminai maiste ir poveikis žmogaus organizmui

Biogeniniai aminai (BA) – mažos molekulinės masės organiniai junginiai, turintys vieną ar kelias amino grupes (41). BA susidaro mikroorganizmų metabolizmo metu, todėl šie aminai vadinami biogeniniais. Metabolizmo metu išskiriamas fermentas dekarboksilazė, kuris veikia laisvasias amino rūgštis pašalindamas iš jų karboksilinę grupę. Taip susidaro kita aminų grupė – biogeniniai aminai ir CO₂. BA susidarymas ir jų kiekis maiste priklauso nuo šių faktorių: vandens aktyvumo, pH, temperatūros, laikymo sąlygų, laisvųjų aminorūgščių kiekio ir produkto apdorojimo būdų (pvz. fermentacijos ar brandinimo) (42). Pagrindiniai BA aptinkami maiste yra histaminas, tiraminas, fenilalaninas, putrescinas, kadaverinas, spermidinas ir kiti. Histaminas ir kadaverinas yra pagrindiniai BA susidarantys žuvyje. Taip pat BA natūralaus metabolizmo metu susidaro ir mėsoje, sūryje, alkoholiniuose gėrimuose (ypač vyne ir aluje) bei kituose produktuose jų apdorojimo metu (42).

Kadangi BA mažomis koncentracijomis kai kuriuose produktuose gali būti aptinkami nuolat, žmogaus organizmas geba šiuos junginius neutralizuoti. Virškinamajame trakte esantis fermentas amino oksidazė padeda detoksikuoti BA organizme. Tačiau dažnai vartojant maisto produktus kuriuose yra didelis kiekis BA galimi tam tikri organizmo veiklos sutrikimai. Taip pat BA poveikį

sustiprina ir produktai, kuriuose yra fermentų inhibitorių, kurie blokuoja BA detoksikaciją organizme (pvz. alkoholiniai gėrimai). Nedideli BA kiekiai gali sukelti pykinimą, prakaitavimą, galvos skausmą. Esant apsinuodijimo atvejui padidėja kraujo spaudimas, pakenkiama širdies veiklai, o taip pat gali prasidėti migrena ar virškinamojo trakto veiklos sutrikimai (41).

1.4.2. Fermentacijos metu susidarantys biogeniniai aminai

Biogeninių aminų susidarymas fermentacijos metu yra vienas iš svarbiausių rodiklių norint užtikrinti fermentuotų maisto produktų kokybę ir saugą. Didžiausią biogeninių aminų kiekį fermentuotuose maisto produktuose ir žaliavose lemia mikroorganizmų išskirti fermentai ir jų kiekis bei laisvųjų aminorūgščių kiekis. Būtent fermentacijos metu, veikiant mikroorganizmų fermentams baltymai suskaldomi į mažesnės molekulinės masės junginius ir laisvųjų aminorūgščių kiekis produkte ypač padidėja. Taip pat fermentacijos metu naudojamos pieno rūgšties bakterijos, kurios dalyvauja BA susidaryme (41). Svarbūs ir pradinės, nefermentuotos žaliavos mikrobiologinės taršos rodikliai, mat kai kurios bakterijos (pavyzdžiui *Pseudomonas* ar *Enterobacteriaceae*) irgi prisideda prie BA susidarymo. Tačiau verta pabrėžti, kad pieno rūgšties bakterijos taip pat išskiria ir bakteriocinus, kurie inhibuoja patogeninių mikroorganizmų veiklą, ko pasekoje BA kiekis produkte gali būti sumažinamas (44).

Kadangi naudojant pieno rūgšties bakterijas fermentacijos metu pagerinamos produktų juslinės savybės ir padidinamas mikroorganizmui naudingų medžiagų kiekis, jos itin plačiai naudojamos maisto pramonėje. Tačiau kaip ir naudingų medžiagų, taip ir biogeninių aminų susidarymas tokios fermentacijos metu tampa neišvengiamas (41). Todėl renkantis žaliavas fermentuotiems maisto produktams gaminti, svarbu atkreipti dėmesį į jų mikrobiologinės taršos rodiklius, taip pat svarbu kontroliuoti fermentacijos procesą (laiką, temperatūrą) ir pasirinkti tinkamas pieno rūgšties bakterijas. Fermentacijos metu svarbu apsaugoti produktą nuo papildomos mikrobiologinės taršos, taip užkertant kelią didesniai patogeninių mikroorganizmų skaičiui produkte ir galimų biogeninių aminų susidarymui (44).

1.5. Druska

Druska – vienas plačiausiai naudojamų prieskonių maisto gamyboje. Druska maisto gamyboje naudojama kaip konservantas – ji sumažina mikroorganizmų aktyvumą maiste. Kita pagrindinė druskos naudojimo maisto produktuose priežastis, tai druskos gebėjimas pagerinti produkto juslines savybes. Išryškindama saldų skonį ir suteikdama sūrumo, druska maskuoja kartų skonį maisto produktuose, o taip pat sąveikauja su baltymais ir riebalais, taip pagerindama produkto tekstūrą (45).

1.5.1. Druskos vartojimas, įtaka sveikatai ir jos mažinimo būdai

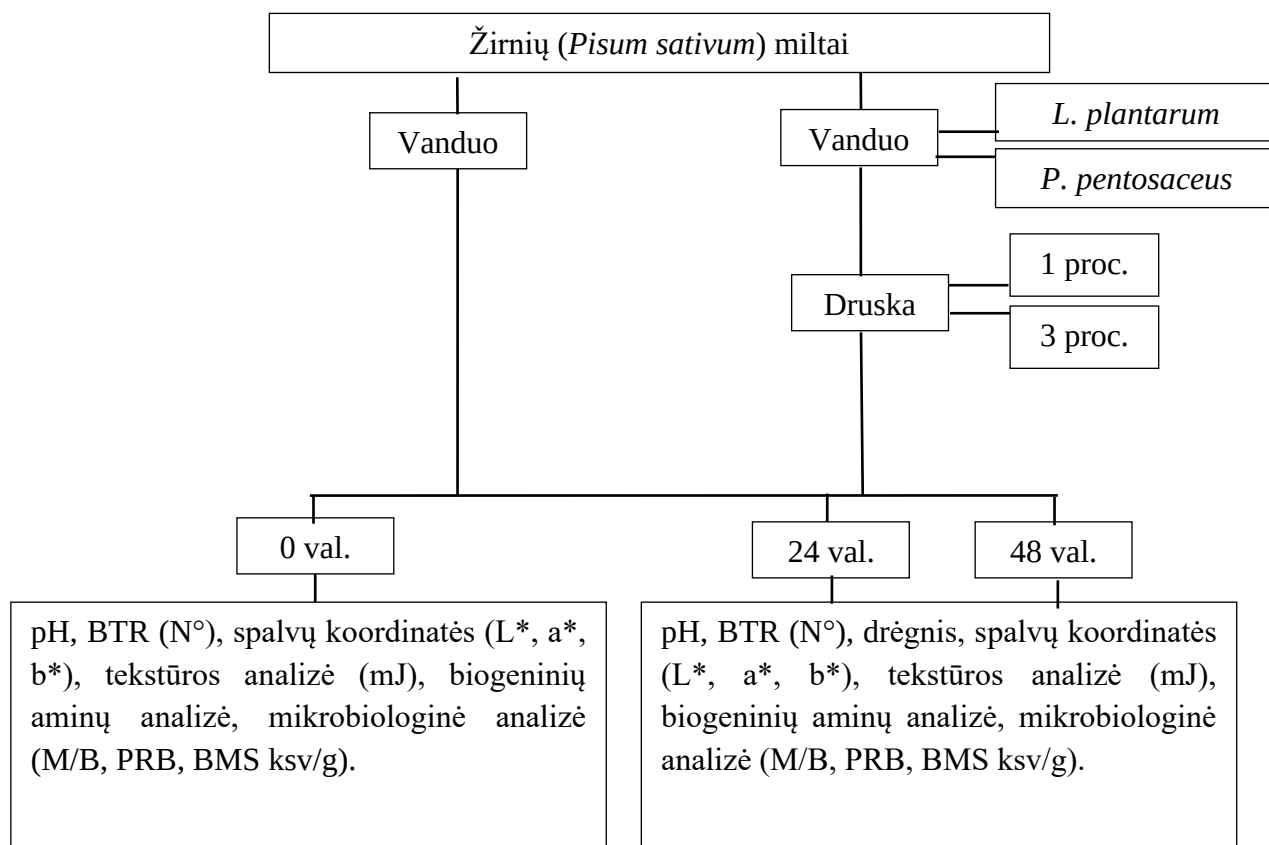
Nors sveikos mitybos koncepcija vis labiau populiarėja, greito maisto ir užkandžių vartojimas vis dar yra neatsiejama žmonių mitybos dalis. Valgant šiuos produktus druskos suvartojama ypač daug. Jos taip pat gausu įvairiuose padažuose, sūryje, sūdytuose mėsos ir žuvies produktuose (46). Tačiau vertėtų atkreipti dėmesį ir į tokius kasdienėje mityboje vartojamus produktus kaip duona, mat joje druskos kiekis taip pat sudaro ne mažą dalį – vidutiniškai apie 2 proc. (47).

Natris esantis druskoje yra svarbus žmogaus organizmui. Jis svarbus nervinei sistemai, raumenų tonuso palaikymui ir normaliai raumenų veiklai užtikrint. Tačiau per didelis druskos vartojimas turi neigiamos įtakos sveikatai. Druskos perteklius mityboje, yra viena iš pagrindinių padidėjusio kraujo spaudimo priežasčių. Padidėjęs kraujo spaudimas sukelia įvairias širdies ir kraujagyslių ligas (pavyzdžiui miokardo infarktą). Vartojant per didelį kiekį druskos, taip pat padidėja ir 2-ojo tipo diabeto bei nutukimo rizika. Druska, tai mineralas, todėl nuolat vartojant didesnę jos kiekį nei rekomenduojama, padidėja inkstų akmenligės tikimybė (46). Remiantis Pasaulio sveikatos organizacijos duomenimis, per dieną žmogus neturėtų suvartoti daugiau nei 5 g druskos 1 kilogramui kūno svorio.

Siekiant sumažinti druskos vartojimą maisto gamintojams rekomenduojama ieškoti būdų kaip sumažinti druskos kiekį produktuose. Tačiau, kaip minėta anksčiau, druska vaidina svarbų vaidmenį užtikrinant produkto tinkamumo vartoti terminą bei jo saugą ir kokybę. Nors šiuos aspektus galima užtikrinti pasitelkiant kitus konservantus ar maisto priedus bei įvairius produkto apdorojimo būdus (fermentaciją, šaldymą, džiovinimą), tai tinka ne visiems produktams (45). Todėl svarbu, kad vartotojai ir patys atkreiptų dėmesį į suvartojamą druskos kiekį. Pagal Europos Parlamento ir Tarybos reglamento (ES) Nr. 1169/2011, 30-tą straipsnį, druskos kiekis turi būti privalomai nurodytas maistingumo deklaracijoje ant maisto produkto etiketės. Vartotojai, rinkdamiesi maisto produktus turėtų atsižvelgti į druskos kiekį juose ir įvertinti gaunamą jos kiekį suvartojus produktą.

2. TYRIMO METODAI IR MEDŽIAGA

2.1. Vykdytų tyrimų schema



2 pav. Tyrimų kryptys

2.2. Tyrimams naudotų medžiagų charakteristika

Sūrių užkandžių gamybai naudoti žirnių miltai „Fasma“ (Lietuva) ir pieno rūgšties bakterijos *Lactobacillus plantarum* ir *Pediococcus pentosaceus* gautos iš Maisto saugos ir kokybės katedros, Augalinių produktų mokslo grupės kolekcijos (LSMU). Skirtingam užkandžių sūrumui išgauti į mėginius įdėta skirtingi kiekiai druskos (1 proc. ir 3 proc.).

Tyrimo metu pagaminti šeši skirtingi ruošiniai sūriams žirnių miltų užkandžiams gaminti (n=3). Du iš šešių mėginių – kontroliniai, nefermentuoti mėginiai be druskos priedo. Mėginių gamyboje naudotos žaliavos ir jų kiekiai pateikti 1 – oje lentelėje.

1 lentelė. Fermentuotų žirnių užkandžių gamyboje naudotos žaliavos ir jų kiekiai

Mėginiai	Žirnių miltai, g	Vanduo, ml	Pieno r. bakterijos padermė	Druska, proc.
PeaK1	120	140	0	0
Pea1/1%	120	140	<i>L. plantarum</i>	1
Pea1/3%	120	140	<i>L. plantarum</i>	3
PeaK2	120	140	0	0
Pea2/1%	120	140	<i>P. pentosaceus</i>	1
Pea2/3%	120	140	<i>P. pentosaceus</i>	3

(Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas *P. pentosaceus* ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas *P. pentosaceus* ir su 3 proc. druskos priedu)

2.3. Sūrių užkandžių gamyba

Mėginių gamybai naudotos šešios stiklinėlės. Dvejuose stiklinėlėse gaminti kontroliniai mėginiai, į jas įpilta po 140 ml vandens ir išmaišyta su 120 g žirnių miltų. Tiriamiesiems mėginiams gaminti į stiklinėles įpilta po 80 ml vandens. Į du mėginius įpilta po 60 ml tirpalo su *L. plantarum* pieno rūgšties bakterijomis, į kitus du – po 60 ml tirpalo su *P. pentosaceus*.

Skirtingam sūrumui suteikti ir skirtingoms galutinių produktų savybėms įvertinti į tiriamuosius mėginius įdėta druskos. Į mėginius, kurie fermentuojami su *L. plantarum* įdėta po 1 proc. (1,2 g) ir 3 proc. (3,6 g) druskos priedo ir atitinkamai po 1 proc. ir 3 proc. druskos priedo į mėginius fermentuojamus su *P. pentosaceus*.

Pagaminti keturi skirtingi tiriamieji mėginiai ir du kontroliniai (3 pav.). Visi šeši mėginiai fermentuoti kietafaziu būdu 30±2 °C temperatūroje 48 val.



3 pav. Pagaminti eksperimentiniai sūrių užkandžių mėginiai su skirtingu druskos priedo kiekiu (asmeninė nuotrauka)

2.4. Naudoti metodai

Pagaminus žirnių miltų užkandžius prieš fermentaciją atlikta mikrobiologinė analizė (PRB, BMS ir M/G kiekio $\log_{10}$ KSV/g produkto). Taip pat iš kart atlikta BTR ir pH analizė. Prieš fermentaciją įvertinti ir tekstūros (mJ) bei spalvų koordinačių (L^* , a^* , b^*) rodikliai. Visi šie tyrimai pakartoti praėjus 24 val. ir 48 val. nuo fermentacijos proceso pradžios, o taip pat atlikta ir BA analizė bei paruoštos masės drėgmės kiekio (proc.) tyrimas.

2.4.1. pH nustatymo metodika

Paruoštuose mėginiuose pH reikšmės nustatytos naudojant elektrinį pH-metrą „Sartorius Professional Meter PP-15“ (Vokietija, pH matavimas 0 – 14). Kiekvienam mėginiui atlikti trys matavimai ir nustatyta vidutinė pH parametro reikšmė.

2.4.2. Bendro titruojamojo rūgštingumo nustatymo metodika

Bendro titruojamojo rūgštingumo (BTR) vertinimui 50 ml distiliuoto vandens buvo sumaišyta su 5 g mėginio ir įlašinti 5 lašai indikatoriaus fenolftaleino. Paruoštas tirpalas titruotas su 0,1 mol/l NaOH tirpalu. BTR vertintas Neimano laipsniais (°N) pagal LST ISO 1189:2013 standartą.

2.4.3. Pieno rūgšties bakterijų, bendro mikroorganizmų kiekio, pelėsinių grybų ir mielių ($\log_{10}$ KSV/g) kiekio analizė

Mielių ir pelėsinių grybų kiekio ($\log_{10}$ KSV/g) analizė atlikta pagal LST ISO 21527-2:2008 standartą. Vadovaujantis LST ISO 15214:2009 standartu nustatytas pieno rūgšties bakterijų ir bendras mikroorganizmų kiekis paruoštuose mėginiuose.

2.4.4. Tekstūros savybių analizės metodika

Mėginių tekstūros analizė atlikta naudojant tekstūros analizatorių *Brookfield* CT3 (Brookfield AMETEK, Inc., Midleboro, Massachusetts, JAV). Kiekvienas mėginys spaustas TA4/1000 cilindru. Analizės metu smigimo greitis 1 mm/s, o gylis 10 mm/s. Cilindro skersmuo 38,1 mm diametro, 20 mm ilgio. Tekstūros matavimas visiems mėginiams kartotas po 3 kartus ir vertinta vidutinė parametro reikšmė (mJ).

2.4.5. Biogeninių aminių analizės metodika

Biogeninių aminių (BA) analizė buvo atlikta pagal Ben-Gigirey, Vieites Baaptista de Sousa, Villa ir Barros-Velazquez metodą (62). Ji atlikta praėjus 24 val. bei 48 val. nuo tiriamųjų mėginių fermentacijos pradžios. Tirtas 7 – ių BA kiekis: feniletilamino, putrescino, kadaverino, histamino, tiramino, spermino ir spermidino.

2.4.6. Spalvų koordinatinių pokyčių vertinimo metodika

Spalvų koordinatinių matavimui naudotas spektrofotometras *J. P. Selecta V11000* (Abreira, Ispanija). Atlikti 3 vertinimai kiekvienam mėginiui, prieš vertinimą spektrofotometras sukalibruotas. Prietaisas fiksuoja spalvų koordinatinių dinamiką, kurios išmatuotos CIE L*, a*, b* skale (NBS vienetai). Prieš vertinant, kiekvieną kartą prietaisas buvo kalibruojamas. Vertinimui naudotas 3 – jų matavimų vidurkis.

2.4.7. Drėgmės kiekio nustatymo metodika

Mėginių drėgmės kiekis buvo nustatytas remiantis LST 1492:2013 standartu. Mėginiai buvo džiovinami 105 °C temperatūroje, 3 val. iki pastovos masės.

2.4.8. Juslinių savybių vertinimo metodai

Juslinėje analizėje dalyvavo 30 vertintojų. Vertintojai supažindinti su vertinimo tvarka ir kriterijais. Vertinimas atliktas po 48 val. nuo fermentacijos pradžios pagal LST ISO 8586 – 1:1997 standartą. Atliekant analizę vertintos 4 mėginių juslinės savybės (baltymų (žirnių) poskonis, aromatas, tekstūros priimtumas, sūrumas) bei bendras priimtumas. Tiriamųjų savybių intensyvumas (nuo mažiausiai juntamos iki intensyviausiai juntamos) vertintos naudojant 140 mm skalę. Vertinimui mėginiai pateikti vienodose stiklinėlėse ir užkoduoti skirtingais raidžių ir skaičių kodais.

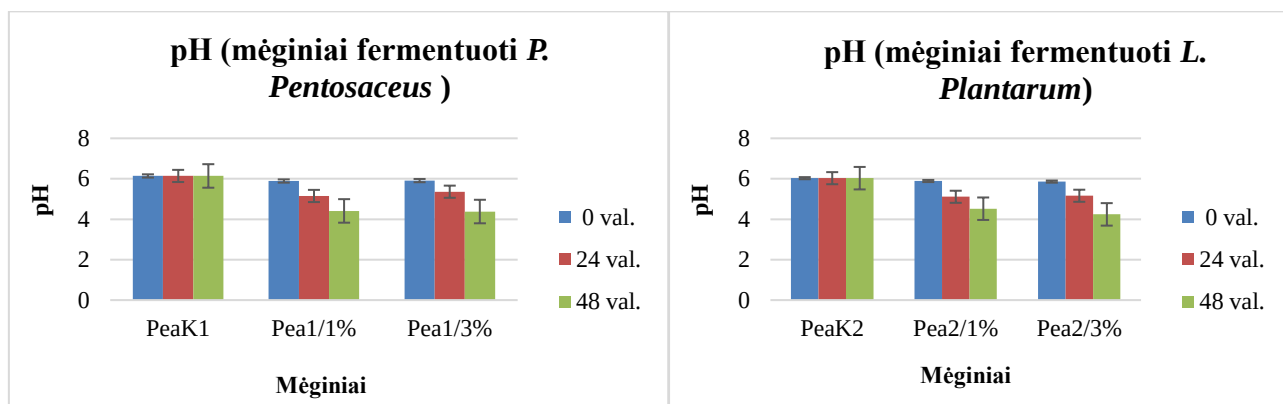
2.4.9. Duomenų statistinės analizės metodika

Atlikus statistinę rezultatų analizę įvertinta vidutinė rodiklių vertė, standartinė paklaida bei nuokrypis. Statistiškai reikšmingu skirtumu laikyta $p \leq 0,05$. Taip pat įvertintas variacijos koeficientas ir rezultatų skirtumo patikimumas. Įvertinta koreliacija tarp rūgtšingumo rodiklių (pH ir BTR). Statistinė analizė atlikta naudojant *IMB Statistics 27.0* ir *MS Excel* statinius programų paketus.

3. TYRIMO REZULTATAI

3.1. Rūgštingumo rodiklių vertinimas

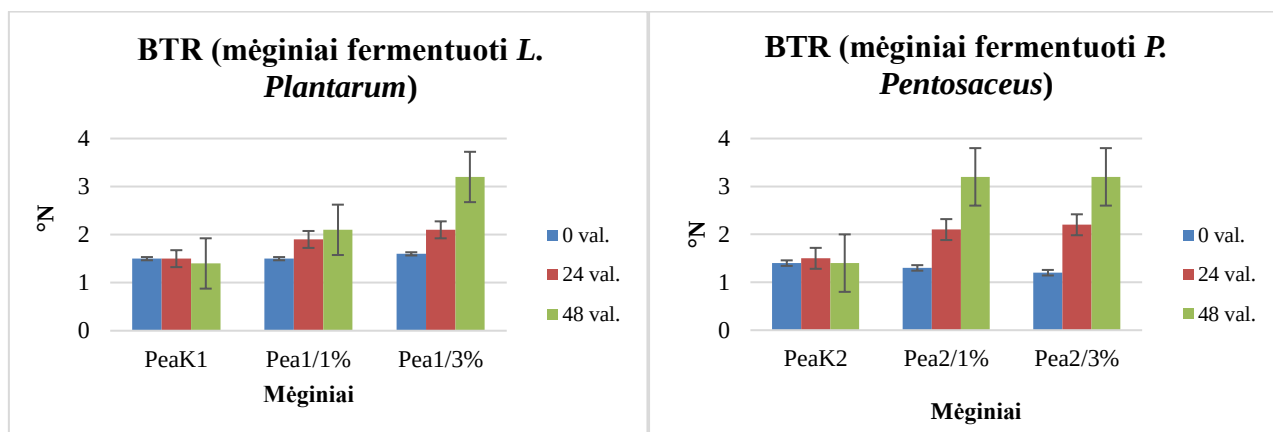
Rūgštingumo rodiklių analizės rezultatai pateikti 4 – tame ir 5 – tame paveiksluose (1-6 priedai). Lyginant nefermentuotų tiriamųjų mėginių (po 0 val.) ir fermentuotų tiriamųjų mėginių (po 24 val. ir 48 val.) pH nustatyta, kad fermentacijos metu pH mažėjo. Aukščiausias pH (PeaK1 $6,23 \pm 0,07$) rodiklis nustatytas kontroliniame, t.y. nefermentuotame mėginyje. Vertinant eksperimentinius sūrių žirnių užkandžių mėginius su druskos priedu, didžiausia pH vertė nustatyta prieš fermentaciją mėginyje su 3 proc. druskos priedu, fermentuotame su *L. plantarum* (Pea1/3% pH $5,91 \pm 0,06$). Po 24 val. fermentacijos aukščiausi tiriamųjų mėginių pH buvo nustatyti taip pat mėginiuose su 3 proc. druskos priedu, tiek mėginyje fermentuotame su *L. plantarum* (Pea1/3% pH $5,36 \pm 0,10$), tiek fermentuotame *P. pentosaceus* (Pea2/3% pH $5,16 \pm 0,16$). Tačiau po 48 val. mėginių su 3 proc. druskos priedu pH mažėjo ir buvo mažesnis vidutiniškai 18 proc., lyginant su mėginiais su mažesniu druskos priedo kiekiu (Pea1/3% pH $4,38 \pm 0,11$; Pea2/3% pH $4,24 \pm 0,08$) (4 pav.) Fermentacijai parinkta pieno rūgšties bakterija, fermentacijos laikas ir druskos priedo kiekis turėjo reikšmingos įtakos pH ($p \leq 0,0001$).



4 pav. Sūrių žirnių užkandžių fermentuotų *L. plantarum* ir *P. pentosaceus* pH kitimo dinamika (Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas *P. pentosaceus* ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas *P. pentosaceus* ir su 3 proc. druskos priedu)

Vertinant BTR rodiklius tiriamuosiuose mėginiuose, nustatyta, kad BTR rodiklis vykstant fermentacijai didėjo. Labiausiai BTR rodiklis padidėjo praėjus 48 val. nuo fermentacijos pradžios, lyginant su rodikliais gautais po 24 val. Didžiausias BTR nustatytas su *P. pentosaceus* fermentuotame mėginyje su 3 proc. druskos priedu praėjus 48 val. nuo fermentacijos pradžios (Pea2/3% BTR $3,27 \pm 1,59$ °N). Mažiausias BTR rodiklis nustatytas prieš fermentaciją mėginyje su 3 proc. druskos ir fermentuotame su *P. pentosaceus* (Pea2/3% BTR $1,23 \pm 0,05$ °N). Vertinant nefermentuotus

kontrolinius mėginius be druskos priedo, ryškaus BTR rodiklio kitimo nenustatyta. Pirmame kontroliniame mėginyje (PeaK1) BTR sumažėjo tik po 48 val., o antrajame (PeaK2) po 24 val. pakilo ir po 48 val. vėl sumažėjo ir buvo toks pats kaip prieš fermentaciją (PeaK2 1,40 °N) (5 pav.). Kaip ir pH, BTR rodikliui reikšmingos įtakos ($p \leq 0,005$) turėjo fermentacijai parinkta pieno rūgšties bakterija, fermentacijos laikas ir druskos priedo kiekis. Taip pat tarp sūrių užkandžių mėginių pH verčių ir BTR nustatyta stipri vidutinė koreliacija ($r = 0,7895$).



5 pav. Sūrių žirnių užkandžių fermentuotų *L. plantarum* ir *P. pentosaceus* BTR kitimo dinamika (Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas *P. pentosaceus* ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas *P. pentosaceus* ir su 3 proc. druskos priedu)

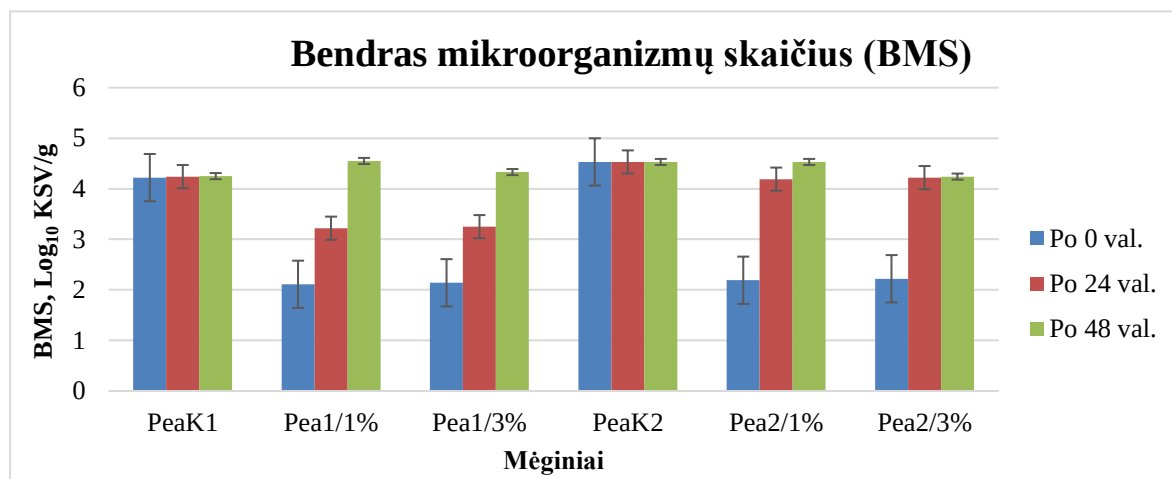
Vertinant pH ir BTR rodiklius prieš fermentaciją bei po 24 val. ir 48 val. fermentacijos, nustatyta, kad pH rodikliai mėginiuose mažėjo, o BTR – didėjo. Atsižvelgiant į šiuos rezultatus, galima teigti, kad vykstant fermentacijai mėginių terpė rūgštėjo.

3.2. Mikrobiologinės saugos įvertinimas fermentuotuose sūriuose žirnių užkandžiuose

3.2.1. Bendro mikroorganizmų kiekio mėginiuose įvertinimas

BMS kiekio analizės rezultatai pateikti 6 – amė paveiksle (7-9 priedai). Vertinant BMS kontroliniuose nefermentuotuose mėginiuose (PeaK1 ir PeaK2) prieš fermentaciją ir praėjus 24 val. ir 48 val. nuo fermentacijos proceso pradžios, viename iš mėginių (PeaK2) kitimo nenustatyta ($4,53 \pm 0,1 \log_{10}$ KSV/g), o PeaK1 mėginyje nustatytas nežymus BMS kiekio padidėjimas (0,7 proc.). Visuose fermentuotuose sūrių užkandžių mėginiuose vykstant fermentacijos procesui BMS buvo beveik dvigubai didesnis nei prieš fermentaciją. Prieš fermentaciją mažiausias BMS nustatytas mėginyje su *L. plantarum* ir 1 proc. druskos (Pea1/1% BMS $2,11 \pm 0,02 \log_{10}$ KSV/g), o tuo tarpu didžiausias BMS eksperimentiniuose mėginiuose prieš fermentaciją nustatytas mėginyje su *P. pentosaceus* ir 3 proc. druskos priedu (Pea2/3% BMS $2,22 \log_{10}$ KSV/g). Praėjus 48 val. nuo

fermentacijos proceso pradžios, didžiausias BMS nustatytas mėginyje fermentuotame su *P. pentosaceus* ir su 1 proc. druskos priedu (Pea2/1% $4,53 \pm 0,01 \log_{10}$ KSV/g). BMS šiame mėginyje sutapo su vienu iš kontrolinių, t.y. nefermentuotų mėginių rezultatu ir buvo $4,53 \pm 0,01 \log_{10}$ KSV/g bei buvo 46,6 proc. didesnis nei mažiausias BMS rodiklis prieš fermentaciją (Pea1/1% $2,11 \pm 0,02 \log_{10}$ KSV/g) (6 pav.). Fermentacijai parinkta pieno rūgšties bakterija, fermentacijos laikas ir druskos priedo kiekis turėjo reikšmingos įtakos BTR ($p \leq 0,005$).



6 pav. Sūrių žirnių užkandžių fermentuotų *L. plantarum* ir *P. pentosaceus* BMS kitimo dinamika (Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas *P. pentosaceus* ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas *P. pentosaceus* ir su 3 proc. druskos priedu).

3.2.2. Pelėsinų grybų ir mielių kiekio mėginiuose įvertinimas

Vertinant pelėsinų grybų bei mielių (M/G) rodiklius prieš fermentaciją nustatyta, kad šių mikroorganizmų skaičius eksperimentiniuose nefermentuotuose mėginiuose buvo didžiausias (PeaK1 M/G $1,22 \log_{10}$ KSV/g, PeaK2 M/G $1,14 \pm 0,02 \log_{10}$ KSV/g). Fermentuotuose mėginiuose M/G skaičius skyrėsi nežymiai. Atitinkamai mėginiuose su 3 proc. druskos priedu buvo $1,08 \log_{10}$ KSV/g ir $1,09 \pm 0,01 \log_{10}$ KSV/g, o su 1 proc. druskos priedu $1,01 \log_{10}$ KSV/g ir $1,03 \pm 0,01 \log_{10}$ KSV/g priklausomai nuo naudotų PRB. Tiek po 24 val., tiek po 48 val. M/G mėginiuose nenustatyta (2 lentelė). Fermentacijai parinkta pieno rūgšties bakterija, fermentacijos laikas ir druskos priedo kiekis neturėjo reikšmingos įtakos M/G kiekiui mėginiuose ($p \geq 0,0001$).

2 lentelė. Sūrių žirnių užkandžių fermentuotų *L. plantarum* ir *P. pentosaceus* M/G kitimo dinamika

Mielių ir pelėsinių grybų kiekis, log ₁₀ KSV/g			
Mėginys	Po 0 val.	Po 24 val.	Po 48 val.
PeaK1	1,22	0	0
Pea1/1%	1,01	0	0
Pea1/3%	1,08	0	0
PeaK2	1,14	0	0
Pea2/1%	1,03	0	0
Pea2/3%	1,09	0	0
(Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 3 proc. druskos priedu)			

Įvertinus šiuos rezultatus galima teigti, kad fermentacijos prieno rūgšties bakterijomis metu mielės ir pelėsiniai grybai žuva.

3.3.3. Pieno rūgšties bakterijų kiekio mėginiuose vertinimas

PRB analizės rezultatai pateikti 3 – ioje lentelėje (11, 12 priedai). Prieš fermentaciją PRB neaptikta nei viename mėginyje. Vertinant PRB kiekį tiriamuosiuose mėginiuose po 48 val. nuo fermentacijos proceso pradžios didžiausias jų kiekis nustatytas mėginyje fermentuotame su *P. pentosaceus* ir 1 proc. druskos priedu (Pea2/1% PRB 8,44 log₁₀ KSV/g). Šis rodiklis buvo didžiausias lyginant su visais nustatytais PRB rodikliais. Mažiausias PRB kiekis nustatytas mėginyje fermentuotame su *L. plantarum* ir su 1 proc. druskos priedu (Pea1/1% PRB 7,82±0,01 log₁₀ KSV/g) ir buvo 7,3 proc. mažesnis nei didžiausiu PRB kiekiu pasižymėjusiame Pea2/1% mėginyje. Kontroliniuose, t.y. nefermentuotuose mėginiuose be priedų, kaip ir prieš fermentaciją, taip ir po jos – PRB nenustatyta. Vertinant mėginius fermentuotus su *P. pentosaceus* po 24 val. ir 48 val. nustatytas PRB kiekio padidėjimas vidutiniškai 2,6 proc. (3 lentelė). PRB kiekiui fermentacijos laikas ir skirtingas druskos kiekis turi statistiškai reikšmingos įtakos ($p \leq 0,0001$).

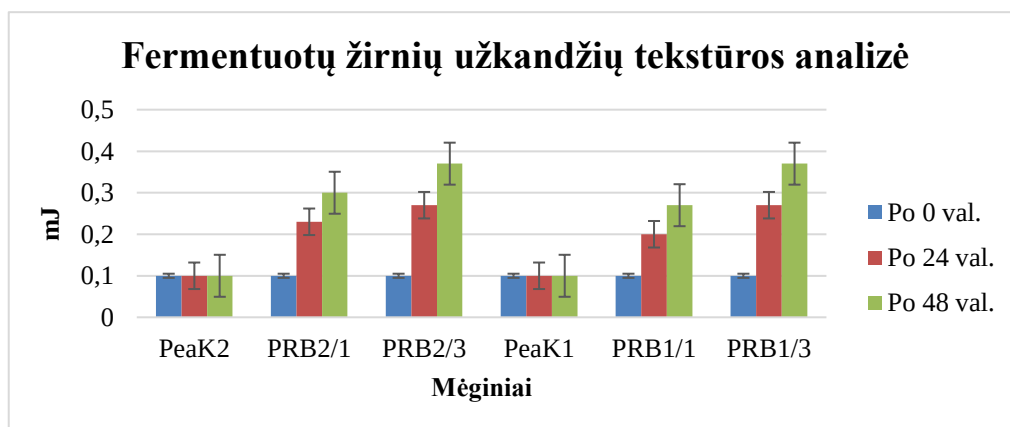
3 lentelė. Sūrių žirnių užkandžių PRB kitimo dinamika

Pieno rūgšties bakterijų kiekis, $\log_{10}$ KSV/g			
Mėginys	Po 0 val.	Po 24 val.	Po 48 val.
PeaK1	0	0	0
Pea1/1%	0	7,82±0,1	8,22±0,1
Pea1/3%	0	9,02±0,1	8,32±0,1
PeaK2	0	0	0
Pea2/1%	0	8,13±0,1	8,44±0,1
Pea2/3%	0	8,22±0,1	8,35±0,1

(Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas *P. pentosaceus* ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas *P. pentosaceus* ir su 3 proc. druskos priedu)

3.3. Tekstūros rodiklių dinamika

Eksperimentinių mėginių tekstūros dinamika vystant fermentacijai pavaizduota 7 – am paveiklėse (13, 14 priedai). Vertinant eksperimentinių sūrių užkandžių mėginių tekstūros savybes nustatyta, kad nefermentuotuose mėginiuose be priedų laikui bėgant ji nekito ir buvo 0,1 mJ. Tačiau eksperimentiniuose fermentuotuose mėginiuose su druskos priedu tekstūra fermentacijos proceso metu tvirtėjo. Tvirtčiausia ji buvo mėginiuose, fermentuotuose tiek su *L. plantarum* tiek su *P. pentosaceus* po 48 val. (Pea1/1%, Pea1/3%, Pea2/3% 0,37±0,06 mJ). Mažiausiai tvirta tekstūra nustatyta po 24 val., mėginyje fermentuotame su *L. plantarum* ir 1 proc. druskos priedu (Pea1/1% 0,2 mJ). Didžiausias tekstūros tvirtumo skirtumas tarp mėginių – 46 proc. (7 pav.). Parinkta PRB, fermentacijos laikas ir priedo kiekis turėjo reikšmingos įtakos tekstūros rodiklių kitimui ($p \leq 0,0001$).



7 pav. Fermentuotų žirnių užkandžių tekstūros rodiklių dinamika (Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas *P. pentosaceus* ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas *P. pentosaceus* ir su 3 proc. druskos priedu)

3.4. Biogeninių aminų kiekio įvertinimas

4 – oje ir 5 – oje lentelėje pateikti biogeninių aminų: feniletilamino, putrescino, kadaverino, histamino, tiramino, spermino ir spermidino analizės rezultatai. BA analizė atlikta praėjus 24 val. (4 lentelė) ir praėjus 48 val. (5 lentelė) nuo fermentacijos pradžios. Histamino, tiramino ir spermidino nenustatyta nei viename analizuojamame mėginyje per visą fermentacijos laiką. Visuose mėginiuose tiek po 24 val. tiek po 48 val. fermentacijos nustatyta feniletilamino ir putrescino. Daugiausia feniletilamino aptikta mėginyje fermentuotame su *P. pentosaceus* bei 1 proc. druskos po 48 val. (Pea2/1% 96,21±5,33 mg/g). Daugiausia feniletilamino šiame mėginyje buvo nustatyta ir praėjus 24 val. nuo fermentacijos proceso pradžios (Pea2/1% 95,03±5,01 mg/g). Po 24 val. mažiausiai feniletilamino nustatyta abejuose nefermentuotuose mėginiuose be priedų, atitinkamai 80,00±3,9 mg/g ir 81,44±3,85 mg/g. Praėjus 48 val. nuo fermentacijos proceso pradžios, feniletilamino nors ir mažiausiai, lyginant su kitais mėginiais, bet aptikta 9 proc. daugiau nei praėjus 24 val. Mėginyje fermentuotame *P. pentosaceus* ir su 1 proc. druskos priedu taip pat aptikta ir daugiausiai putrescino, tiek po 24 val. (Pea2/1% 13,22±0,90 mg/g), tiek po 48 val. nuo fermentacijos proceso pradžios (Pea2/1% 14,37±0,98 mg/g), tai yra 6,6 proc. daugiau nei kontroliniuose nefermentuotuose mėginiuose be priedų. Kadaverino aptikta tik mėginiuose fermentuotuose su *P. pentosaceus*. Jo kiekis eksperimentiniuose mėginiuose su skirtinga druskos koncentracija po 48 val. buvo panašus (Pea2/1% 8,41±0,61 mg/g ir Pea2/3% 8,55±0,65 mg/g). Šiuose dviejuose mėginiuose taip pat aptiktas ir spermidinas. Lyginant abu mėginius fermentuotus su *P. pentosaceus*, bet su skirtingu druskos priedo kiekiu (1 proc. ir 3 proc.) 18 proc. didesnis spermidino kiekis po 48 val. nustatytas mėginyje su 3 proc. druskos (Pea2/3 25,44±1,11 mg/g). Spermidino taip pat aptikta ir kitame mėginyje su 3 proc. druskos, tačiau fermentuotame su *L. plantarum* (Pea1/3% 21,13±1,08 mg/g).

Vertinant bendrą BA kiekį tirtuose mėginiuose, daugiausia jų nustatyta mėginiuose fermentuotuose *P. pentosaceus*. Juose aptikta keturi skirtingi BA (feniletilaminas, putrescinas, sperminas ir spermidinas), kai tuo tarpu kituose eksperimentiniuose sūrių užkandžių mėginiuose aptikta tik po du ir tris. Taip pat mažesni BA kiekiai aptikti praėjus 24 val. nuo fermentacijos pradžios, lyginant su aptiktu kiekiu po 48 val. fermentacijos (4 lentelė). Feniletilamino, putrescino, kadaverino, tiramino ir spermino rodiklių kitimui statistiškai reikšmingos įtakos turėjo parinkta PRB bei fermentacijos proceso laikas ($p \leq 0,0001$). Histamino ir spermino susidarymui šie faktoriai statistiškai reikšmingos įtakos neturėjo ($p \geq 0,0001$).

4 lentelė. Fermentuotų žirnių užkandžių BA dinamika po 24 val. fermentacijos

Mėginiai	Biogeniniai aminai, mg/kg						
	Feniletil- aminas	Putrescinas	Kadave- rinas	Hista- minas	Tirami- nas	Sperminas	Spermi- dinas
PeaK1	80,0±3,90	7,97±0,57	0	0	0	0	0
Pea1/1%	92,00±5,02	9,00±0,71	0	0	0	0	0
Pea1/3%	88,22±4,51	10,12±0,92	0	0	0	19,49±1,01	0
PeaK2	81,44±3,85	7,88±0,44	0	0	0	0	0
Pea2/1%	95,03±5,01	13,22±0,90	6,99±0,52	0	0	18,92±0,9	0
Pea2/3%	85,32±4,98	9,87±0,69	7,91±0,59	0	0	23,77±1,03	0

(Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas *P. pentosaceus* ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas *P. pentosaceus* ir su 3 proc. druskos priedu)

5 lentelė. Fermentuotų žirnių užkandžių BA dinamika po 48 val. fermentacijos

Mėginiai	Biogeniniai aminai, mg/kg						
	Feniletil- aminas	Putrescinas	Kadave- rinas	Histami- nas	Tirami- nas	Sperminas	Spermidi- nas
PeaK1	88,2±4,20	8,44±0,66	0	0	0	0	0
Pea1/1%	94,00±5,12	9,18±0,77	0	0	0	0	0
Pea1/3%	92,18±4,98	12,28±0,81	0	0	0	21,13±1,08	0
PeaK2	89,88±4,55	8,12±0,59	0	0	0	0	0
Pea2/1%	96,21±5,33	14,37±0,98	8,41±0,61	0	0	20,88±0,99	0
Pea2/3%	90,18±5,26	10,14±0,79	8,55±0,65	0	0	25,44±1,11	0

(Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas *P. pentosaceus* ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas *P. pentosaceus* ir su 3 proc. druskos priedu)

3.5. Spalvų koordinacių pokyčių vertinimas

Vidutinės spalvų koordinacių vertės (L^* , a^* , b^*) pateiktos 6 – oje lentelėje. Vertinant kontrolinių, t.y. nefermentuotų mėginių be priedų šviesumą nustatyta, kad laikui bėgant mėginiai tamsėjo. Mėginių tamsėjimas nustatytas ir vertinant fermentuotų mėginių su druskos priedu šviesumo rodiklius. Šviesiausias mėginys prieš fermentaciją buvo mėginys fermentuotas su *P. pentosaceus* ir 3 proc. druskos priedu (Pea2/3% L^* 48,55±1,95). Lyginant su kitais mėginiais, šis mėginys šviesiausiu išliko visą fermentacijos laiką. Tamsiausias mėginys po 48 val. nuo fermentacijos proceso pradžios buvo taip pat fermentuotas su *P. pentosaceus*, bet 1 proc. druskos priedu (Pea2/1% L^* 61,77±6,76).

Vykstant fermentacijos procesui mėginiai rausvėjo ir rausviausi buvo po 48 val. Didžiausiu rausvumu po 48 val. pasižymėjo eksperimentinis mėginys fermentuotas su *P. pentosaceus* ir su 3 proc. druskos priedu (Pea2/3% a^* 3,29±0,24). Mažiausiai rausvas mėginys tiek prieš fermentaciją, tiek po 24 val. ir 48 val. išliko mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir su 1 proc. druskos priedu,

atitinkamai rausvumas $0,91 \pm 0,05$ prieš fermentaciją ir $1,98 \pm 0,01$ po 48 val. fermentacijos. Kontroliniai mėginiai taip pat pasižymėjo mažu rausvumu ir taip pat kaip ir tiriamieji mėginiai laikui bėgant rausvėjo. Rausviausi buvo po 48 val. (PeaK1 a* $1,63 \pm 0,35$, PeaK2 – $2,26 \pm 0,33$).

Mėginių gelsvumas vykstant fermentacijai taip pat intensyvėjo. Mažiausiai gelsvas tiriamasis mėginys prieš fermentaciją buvo mėginys fermentuotas su *P. pentosaceus* ir 3 proc. druskos priedu (Pea2/3% b* $19,84 \pm 0,97$), tačiau po fermentacijos mažiausiai gelsvas buvo mėginys taip pat fermentuotas su *P. pentosaceus*, bet su 1 proc. druskos (Pea2/1% b* $19,08 \pm 13,85$) ir buvo 3,8 proc. rausvesnis už mėginį Pea2/3%.

6 lentelė. Fermentuotų žirnių užkandžių spalvų koordinatėjų dinamika

Spalvų koordinatės				
Fermentacijos laikas	Mėginiai	L*	a*	b*
0 val.	PeaK1	$58,54 \pm 2,61$	$0,77 \pm 0,11$	$22,83 \pm 1,20$
	PeaK2	$57,07 \pm 3,07$	$1,09 \pm 0,08$	$23,27 \pm 1,40$
	Pea1/1%	$51,71 \pm 1,76$	$0,91 \pm 0,05$	$20,32 \pm 0,84$
	Pea1/3%	$51,98 \pm 4,13$	$1,12 \pm 0,12$	$20,74 \pm 1,93$
	Pea2/1%	$51,60 \pm 4,64$	$1,52 \pm 0,23$	$21,34 \pm 2,25$
	Pea2/3%	$48,55 \pm 1,95$	$1,48 \pm 0,11$	$19,84 \pm 0,97$
24 val.	PeaK1	$64,63 \pm 2,18$	$1,43 \pm 0,25$	$26,73 \pm 2,27$
	PeaK2	$60,47 \pm 1,45$	$1,98 \pm 0,56$	$27,50 \pm 1,82$
	Pea1/1%	$57,10 \pm 5,59$	$1,53 \pm 0,05$	$26,16 \pm 1,43$
	Pea1/3%	$58,30 \pm 5,53$	$2,20 \pm 0,56$	$27,48 \pm 3,49$
	Pea2/1%	$59,85 \pm 7,51$	$2,63 \pm 1,00$	$26,55 \pm 3,51$
	Pea2/3%	$54,45 \pm 1,83$	$2,92 \pm 0,15$	$23,81 \pm 1,57$
48 val.	PeaK1	$65,99 \pm 2,63$	$1,63 \pm 0,35$	$29,02 \pm 3,72$
	PeaK2	$62,38 \pm 1,14$	$2,26 \pm 0,33$	$20,14 \pm 14,63$
	Pea1/1%	$58,91 \pm 5,49$	$1,98 \pm 0,01$	$28,29 \pm 1,40$
	Pea1/3%	$60,40 \pm 4,57$	$2,79 \pm 0,69$	$29,62 \pm 3,83$
	Pea2/1%	$61,77 \pm 6,76$	$3,05 \pm 1,13$	$19,08 \pm 13,85$
	Pea2/3%	$46,33 \pm 20,18$	$3,29 \pm 0,24$	$25,20 \pm 1,38$
(Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 3 proc. druskos priedu; L* - šviesumas; a* - rausvumas; b* - gelsvumas)				

Įvertinus žirnių užkandžių spalvų dinamiką fermentacijos proceso metu nustatyta, kad mėginių spalviniai rodikliai intensyvėjo ir intensyviausiu rausvumu (a*), gelsvumu (b*) bei tamsumu (L*) mėginiai pasižymėjo praėjus 48 val. nuo fermentacijos proceso pradžios. Lyginant su tiriamaisiais mėginiais fermentuotais su *L. plantarum*, mėginiai fermentuoti su *P. pentosaceus* buvo tamsesni ir rausvesni, tačiau mažiau gelsvi. Spalvų kitimo dinamikai parinkta PRB, fermentacijos laikas bei priedo kiekis turėjo statistiškai reikšmingos įtakos ($p \leq 0,0001$), išskyrus mėginių gelsvumą – šiam

rodikliui parinkta PRB, fermentacijos laikas bei priedo kiekis neturėjo statistiškai reikšmingos įtakos ($p \geq 0,05$).

3.6. Drėgmės kiekio dinamika

Drėgmės kiekis mėginiuose vertintas praėjus 24 val. ir 48 val. nuo fermentacijos proceso pradžios. Drėgmės rodiklių dinamika vykstant fermentacijos procesui pavaizduota 7 – oje lentelėje. Tiek kontroliniuose nefermentuotuose mėginiuose be priedų, tiek tiriamuosiuose fermentuotuose mėginiuose su druskos priedu vykstant fermentacijos procesui drėgmės kiekis mažėjo. Po 24 val. fermentacijos mažiausia drėgme pasižymėjo nefermentuoti kontroliniai mėginiai be priedų, o iš eksperimentinių fermentuotų mėginių – mėginys fermentuotas su *L. plantarum* ir 1 proc. druskos priedu (Pea1/1% $33,33 \pm 0,58$ proc.). Drėgniausias mėginys buvo taip pat fermentuotas su *L. plantarum*, bet su 3 proc. druskos (Pea1/3% $36,33 \pm 0,58$ proc.). Po 48 val. kontroliniai mėginiai be priedų išliko mažiausiai drėgni, o drėgniausiu tiriamuoju mėginiu su priedais išliko *L. plantarum* fermentuotas mėginys su 3 proc. druskos priedu (Pea1/3% $34,67 \pm 1,53$ proc.). Lyginant drėgniausio mėginio (Pea1/3%) drėgmės rodiklio rezultatus prieš ir po 48 val. fermentacijos nustatytas drėgmės sumažėjimas 4,6 proc. (7 lentelė). Fermentuotų žirnių užkandžių drėgnumo rodikliui parinkta PRB, fermentacijos laikas bei priedo kiekis turėjo statistiškai reikšmingos įtakos ($p \leq 0,0001$).

7 lentelė. Fermentuotų žirnių užkandžių drėgmės kiekio dinamika

Mėginys	Drėgnis, proc.	
	Po 24 val.	Po 48 val.
PeaK1	$29,00 \pm 1,00$	$27,67 \pm 1,53$
Pea1/1%	$33,33 \pm 0,58$	$31,33 \pm 0,58$
Pea1/3%	$36,33 \pm 0,58$	$34,67 \pm 1,53$
PeaK2	$31,67 \pm 1,53$	$30,33 \pm 0,58$
Pea2/1%	$35,67 \pm 1,15$	$33,67 \pm 0,58$
Pea2/3%	$36,00 \pm 1,00$	$32,67 \pm 1,53$
(Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 3 proc. druskos priedu)		

3.7. Juslinių savybių vertinimas

Juslinės analizės metu vertintos penkios fermentuotų žirnių miltų batonėlių juslinės savybės (baltymų (žirnių) poskonis, kvapo intensyvumas, sūrumas, tekstūros priimtumas, bendras skonio intensyvumas) bei bendras priimtumas. Rezultatai pateikti 8 – ame paveiksle.

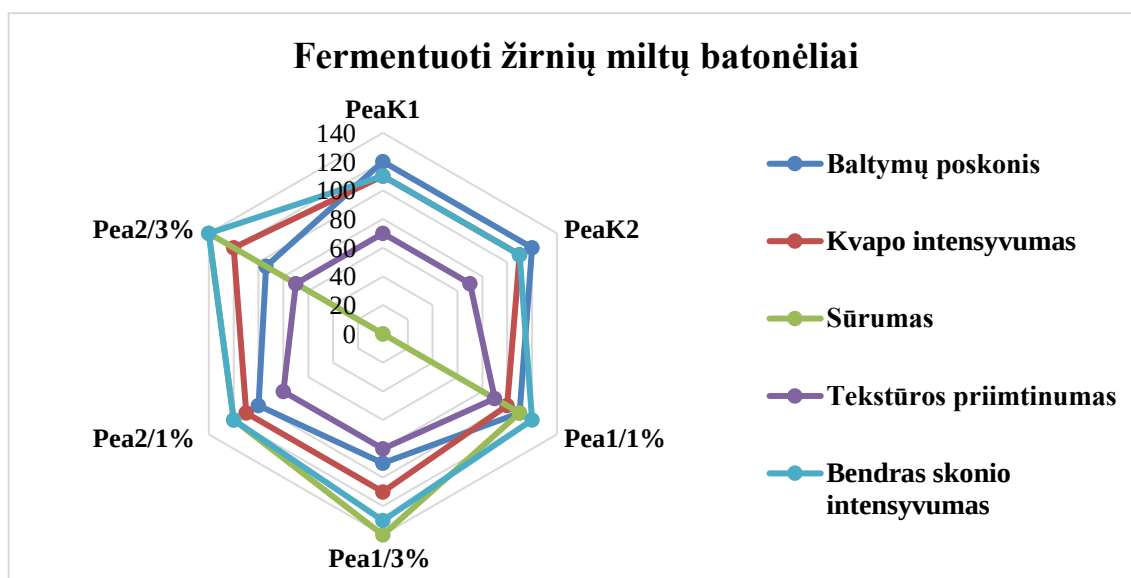
3.7.1. Juslinė profilinė analizė

Analizė atlikta po 48 val. nuo fermentacijos proceso pradžios. Vertinant baltymų poskonį nustatyta, kad labiausiai jis buvo jaučiamas kontroliniuose, t.y. nefermentuotuose mėginiuose be priedų (PeaK1 $113 \pm 17,01$ mm ir PeaK2 $107,5 \pm 15$ mm). Vertinant fermentuotus mėginius su priedais, mažiausiai juntamu baltymų poskoniu pasižymėjo mėginys fermentuotas su *L. plantarum* ir 3 proc. druskos priedu (Pea1/3%, $91,25 \pm 8,54$ mm). Baltymų poskonis šiame sūriame žirnių užkandyje buvo juntamas vidutiniškai 17,23 proc. mažiau nei nefermentuotuose mėginiuose be priedų.

Vertinant kvapo intensyvumą nuo mažiausiai intensyvaus iki intensyviausio nustatyta, kad intensyviausiu kvapu pasižymėjo mėginys fermentuotas su *P. pentosaceus* ir 3 proc. druskos priedu (Pea2/3% $110 \pm 11,55$ mm). Tačiau tiek kiti eksperimentiniai mėginiai, tiek ir kontroliniai nefermentuoti mėginiai be priedų pasižymėjo gana intensyviu kvapu ir šios juslinės savybės rodiklis svyravo nuo $98,50 \pm 16,20$ mm iki $110 \pm 11,55$ mm ribose.

Sūrumo rodiklis kontroliniuose nefermentuotuose mėginiuose nevertintas, kadangi šiuose mėginiuose nebuvo druskos priedo. Kituose eksperimentiniuose fermentuotuose žirnių užkandžių mėginiuose sūrumo rodiklis vertintas nuo mažiausiai sūraus iki sūriausio. Nors įvertintus rezultatus nustatyta, kad visi mėginiai buvo pakankamai sūrūs ($102,5 \pm 9,57$ mm – $128 \pm 8,54$ mm), sūriausias iš jų buvo mėginys fermentuotas su *L. plantarum* ir 3 proc. druskos priedu (Pea2/3% 128 ± 54 mm). Šis mėginys buvo 25,6 proc. sūresnis nei mažiausiai sūrus mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir 1 proc. druskos priedu (Pea1/1%, $102,5 \pm 9,57$ mm).

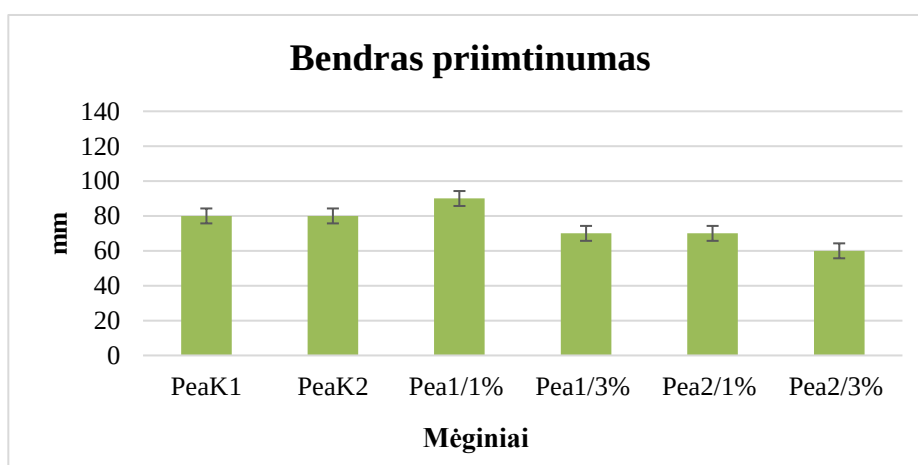
Tekstūros rodiklis vertintas nuo mažiausiai priimtinos iki priimtinausios. Mažiausiai priimtina tekstūra buvo mėginio fermentuoto su *P. pentosaceus* ir 3 proc. druskos priedu (Pea2/3% $65 \pm 25,17$ mm). Šio mėginio tekstūra buvo trapiusia, mažiausiai vienaalytė. 26,92 proc. priimtinesne tekstūra pasižymėjo mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir su 1 proc. druskos priedu (Pea1/1%, $82,5 \pm 9,57$ mm). Visi vertinti mėginiai pasižymėjo gana intensyviu skoniu. Intensyviausias skonis nustatytas eksperimentiniuose fermentuotuose mėginiuose su didesniu druskos priedu (Pea1/3%, $117,5 \pm 18,93$ mm; Pea2/3%, $125 \pm 19,15$ mm). Mažiau intensyvesniu skoniu pasižymėjo mėginiai su mažesniu druskos priedo kiekiu (Pea1/1% $112,5 \pm 9,57$ ir Pea2/1% $110 \pm 8,16$ mm), tačiau šių mėginių skonis buvo vidutiniškai 8,25 proc. mažiau intensyvus nei intensyviausiu skoniu pasižyminčio mėginio. Nefermentuoti kontroliniai mėginiai be priedų taip pat pasižymėjo intensyviu skoniu, tačiau mažiau intensyviu nei fermentuotuose mėginiuose su druskos priedu – $95 \pm 12,91$ mm ir $97,5 \pm 8,16$ mm (8 pav.).



8 pav. Fermentuotų žirnių užkandžių juslinė profilinė analizė (Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas *P. pentosaceus* ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas *P. pentosaceus* ir su 3 proc. druskos priedu)

3.7.1. Bendras priimtumas

Bendro priimtumo vertinimo rezultatai pateikti 9 – ame paveiksle. Vertinant bendrą ekperimentinių mėginių priimtumą, mažiausiai priimtinas buvo mėginys fermentuotas su *P. pentosaceus* ir su 3 proc. druskos priedu (Pea2/3%, $47,5 \pm 17,08$ mm). 2,05 karto priimtinesnis už šį mėginį buvo mėginys fermentuotas su *L. plantarum* ir su mažesniu – 1 proc. druskos priedu (Pea1/1%, $97,5 \pm 17,08$ mm). Šis eksperimentinis žirnių užkandžių mėginys taip pat pasižymėjo ir priimtinausia tekstūra, buvo mažiausiai sūrus bei jame buvo mažiausiai juntamas baltymų poskonis (9 pav.).



9 pav. Fermentuotų žirnių užkandžių bendras priimtumas (Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas *P. pentosaceus* ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas *P. pentosaceus* ir su 3 proc. druskos priedu)

4. REZULTATŲ APTARIMAS

Vis intensyvėjant gyvenimo tempui ir pasaulyje vis didėjant žmonių populiacijai, atsiranda ir kokybiškų, saugių, aukštą maistinę vertę turinčių maisto produktų poreikis. Šiomis dienomis ypač populiarėjant augalinei mitybai ir vegetarizmui, svarbu, kad tokią mitybą atitinkantys maisto produktai būtų turtingi ne tik įvairiais vitaminais ar mineralais, bet ir pasižymėtų aukštą biologinę vertę turinčiais baltymais. Tačiau nepaisant didelio baltymų kiekio kai kuriuose augaliniuose produktuose, tokiuose kaip pavyzdžiui pupelės (25 g baltymų 100 g pupelių (48)) ar žirniai (23 g 100 g žirnių (49)), nemažiau svarbus ir jų pasisavinamumas žmogaus organizme.

Siekiant pagerinti augalinių produktų maistines savybes bei kokybę pasitelkiami įvairūs jų apdorojimo būdai, pavyzdžiui apdorojimas ultragarsu ar fermentacija. Pastarojo proceso metu prailginamas maisto produktų tinkamumo vartoti terminas, pagerinamos juslinės savybės, padidinamas laisvųjų aminorugščių kiekis, o kartu ir baltymų virškinamumas (39). Pritaikant kietafazės fermentacijos technologiją, sutrumpėja gamybos laikas bei sumažinami ekonominiai nuostoliai (25).

Atlikus pH rodiklių vertinimą prieš fermentaciją ir po, nustatyta, kad vykstat fermentacijai jis mažėjo. Prieš fermentaciją pH mėginiuose kito ribose nuo $5,91 \pm 0,07$ iki $6,23 \pm 0,07$. Praėjus 24 val. didžiausia reikšmė eksperimentiniuose fermentuotuose mėginiuose buvo $5,36 \pm 0,10$ mėginyje fermentuotame su *L. plantarum* ir 3 proc. druskos priedu. Praėjus 48 val. didžiausia pH reikšmė nustatyta mėginyje fermentuotame su *P. pentosaceus* ir 1 proc. druskos priedu ($Pea2/1\%$ $4,52 \pm 0,04$). Ši reikšmė buvo 1,41 karto mažesnė nei reikšmė nustatyta prieš fermentaciją tame pačiame mėginyje. E. Bartkienės ir kitų teigimu (2020 m.), mažesnė druskos koncentracija mėginiuose nulemia mažesnes pH vertes (51). Tačiau mūsų atliktas tyrimas parodė, kad eksperimentiniuose žirnių užkandžiuose mažesnis pH buvo nustatytas mėginiuose su didesniu druskos kiekiu, pavyzdžiui praėjus 48 val. nuo fermentacijos pradžios vidutiniškai 1,01 karto mažesnis pH nustatytas mėginiuose su 3 proc. druskos, lyginant su mėginiais su 1 proc. druskos.

Vertinant BTR rodiklius vykstant fermentacijos procesui žirnių miltų batonėliuose nustatyta, kad jis didėjo. Prieš fermentaciją BTR rodiklis mėginiuose svyravo nuo $1,23 \pm 0,05$ °N iki $1,7 \pm 0,08$ °N. Praėjus 48 val. nuo fermentacijos proceso pradžios šis rodiklis jau svyravo nuo 1,4 °N iki $3,27 \pm 1,59$ °N. Fasoyiro ir kitų atliktas tyrimas (2017 m.) su džiovintais ir keptais užkandžiais su žirnių miltų priedu parodė, kad BTR rodiklių didėjimas laikymo metu priklauso nuo mikroorganizmų skaičiaus padidėjimo ir jų metabolizmo bei cheminių junginių degradacijos apdorojimo metu. Minėtų autorių atlikto tyrimo metu, didesnis BTR rodiklio kitimas nustatytas keptuose mėginiuose. Autorių teigimu, didesnę BTR rodiklio reikšmę gali nulemti terminis apdorojimas, kurio metu esant aukštai temperatūrai vyksta cheminių junginių skilimas bei žuva mikroorganizmai esantys produkte (52).

Didžiausias BTR rodiklis mūsų tirtuose mėginiuose nustatytas po 48 val. fermentacijos pieno rūgšties bakterijomis mėginyje fermentuotame su *P. pentosaceus* ir 3 proc. druskos priedu. Šis rodiklis net 2,66 karto didesnis nei rodiklis nustatytas tame pačiame mėginyje prieš fermentaciją. Tiek pH, tiek BTR rodikliui, statistiškai reikšmingos įtakos ($p \leq 0,05$) turėjo fermentacijai parinkta pieno rūgšties bakterija, fermentacijos laikas ir druskos priedo kiekis. Taip pat tarp sūrių užkandžių mėginių pH verčių ir BTR nustatyta stipri vidutinė koreliacija ($r = 0,7895$).

Pagamintų žirnių miltų batonelių drėgmės rodiklis fermentacijos proceso metu mažėjo. Drėgniausias mėginys fermentuotas *L. plantarum* ir 3 proc. druskos priedu, po 48 val. buvo 1,08 karto mažiau drėgnas nei po 24 val fermentacijos. Drėgmės kiekis nepriklausė nuo druskos kiekio tirtuose mėginiuose. Drėgmės kiekis žirnių miltų užkandžiuose fermentuotuose su *L. plantarum* po 48 val. fermentacijos buvo didesnis mėginyje su 3 proc. druskos kiekiu, o fermentuotuose su *P. pentosaceus* – mėginyje su 1 proc. druskos priedu. Fermentuotų žirnių užkandžių drėgnumo rodikliui parinkta PRB, fermentacijos laikas bei priedo kiekis turėjo statistiškai reikšmingos įtakos ($p \leq 0,0001$).

Vykstant fermentacijos procesui, kito ir produktų mikrobiologiniai rodikliai. Svarbiausias kitimas, kuris užtikrina galutinio fermentuoto produkto kokybę yra mielių ir pelėsinių grybų skaičiaus kitimas. Atlikto tyrimo metu įvertinus mielių ir pelėsinių grybų skaičių prieš fermentaciją, jų mėginiuose aptikta vidutiniškai $1,09 \pm 0,08 \log_{10}$ KSV/g. Tačiau jau po 24 val. nuo fermentacijos proceso pradžios, nei mielių nei pelėsinių grybų neaptikta nei viename mėginyje. Vertinant PRB, pastarųjų neaptikta nei viename mėginyje prieš fermentaciją. Vykstant mikroorganizmų metabolizmui ir dauginimuisi fermentacijos metu, didėjo ir PRB kiekis ir po 24 val. nuo fermentacijos pradžios jų eksperimentiniuose mėginiuose su PRB ir druskos priedu aptikta jau vidutiniškai $8,05 \pm 0,17 \log_{10}$ KSV/g, o po 48 val. – 4,5 proc. daugiau. Tokius rezultatus aprašė ir E. Bartkienė bei kiti (51). Kaip ir mūsų, jų atliktame tyrime didesnis PRB kiekis aptiktas mėginiuose su didesniu druskos kiekiu. Didėjo ir BMS mėginiuose ir po fermentacijos didžiausias buvo mėginyje fermentuotame su *L. plantarum* ir 1 proc. druskos priedu – du kartus didesnis nei prieš fermentaciją. BMS ir PRB kiekiui fermentacijos laikas ir skirtingas druskos kiekis turėjo statistiškai reikšmingos įtakos ($p \leq 0,0001$), o mielėms ir grybams – neturėjo ($p \geq 0,0001$).

Tyrimo metu vertintas biogeninių aminų pagamintuose žirnių miltų užkandžiuose kiekis. Nors fermentacija apibūdinamas kaip saugus ir daug pranašumų turintis maisto apdorojimo būdas, svarbu parinkti tinkamą šio proceso laiką ir kitas sąlygas. Fermentuotuose žirnių užkandžiuose neaptikta nei histamino, nei tiramino – pagrindinių BA sukeliančių galvos skausmus bei virškinamojo trakto sutrikimus (42). Tačiau atlikus tyrimą nustatyta, kad fermentacijos metu susidaro tokie biogeniniai aminai kaip feniletilaminas, putrescinas, kadaverinas ir sperminas. Tačiau kadaverinas ir sperminas aptikti ne visuose mėginiuose. Šie BA nustatyti tik mėginiuose fermentuotuose su *P. pentosaceus*. Praėjus 48 val. nuo fermentacijos proceso pradžios BA kiekiai buvo didesni lyginant su

rezultatais gautais po 24 val. Pavyzdžiui feniletilamino žirnių miltų batonėlyje fermentuotame su *L. plantarum* ir su 3 proc. druskos priedu po 48 val. nuo fermentacijos proceso pradžios aptikta 4,2 proc. daugiau nei po 24 val. Feniletilamino, putrescino, kadaverino, tiramino ir spermino rodiklių kitimui statistiškai reikšmingos įtakos turėjo parinkta PRB bei fermentacijos proceso laikas ($p \leq 0,0001$). Histamino ir spermino susidarymui šie faktoriai statistiškai reikšmingos įtakos neturėjo ($p \geq 0,0001$). Mokslinių tyrimų atliktų vertinant BA susidarymą fermentuotuose augaliniuose maisto produktuose metu nustatyta, kad svarbiausi faktoriai lemiantys jų susidarymą bei kiekį yra temperatūra, startinės kultūros parinkimas, mikrobiologinė produkto ar žaliavų tarša prieš fermentaciją bei vandens aktyvumas. Young Kyoung Park ir kitų autorių atlikto tyrimo (2019 m.) su tradiciniais Azijos sojų pupelių produktais metu nustatyta, kad šiuose produktuose susidaro ir mūsų tyrime neaptikti itin kenksmingi histaminas ir tiraminas, todėl norint užtikrinti produktų saugą svarbu parinkti tinkamą produktų fermentacijos laiką bei užtikrinti kitus parametrus (55).

Tekstūros rodikliai fermentacijos metu kito nežymiai. Mažiausiai tvirta tekstūra pasižymėjusio eksperimentinio mėginio su druskos priedu prieš fermentaciją tvirtumas nuo tvirčiausia tekstūra pasižymėjusios mėginio po fermentacijos skyrėsi 3,7 karto. E. Bartkienės ir kitų atlikto tyrimo metu nustatyta, kad tvirtesne tekstūra pasižymi fermentuoti žirnių miltų užkandžių mėginiai su didesniu druskos priedu (51). Mūsų atlikto tyrimo metu taip pat gauti tokie rezultatai – mėginių su 1 proc. druskos priedu tekstūra buvo vidutiniškai 1,05 karto mažiau tvirta. Mėginių tekstūra kito ir priklausomai nuo fermentacijos laiko, mėginių po 48 val. nuo fermentacijos proceso pradžios tekstūra sutvirtėjo vidutiniškai 3 kartus labiau, lyginant su rezultatais prieš fermentaciją. Parinkta PRB, fermentacijos laikas ir priedo kiekis turėjo reikšmingos įtakos tekstūros rodiklių kitimui ($p \leq 0,0001$).

Produkto spalva yra viena iš pagrindinių savybių apibūdinančių jo išvaizdą ir padedančių vartotojui nuspręsti apie produkto priimtinumą prieš jį ragaujant. Atlikto tyrimo metu nustatyta, kad vykstant fermentacijos procesui, tiek mėginių gelsvumas, tiek rausvumas intensyvėjo. Po fermentacijos mėginiai taip pat buvo ir tamsesni. Tokius rezultatus galėjo lemti drėgmės kiekio pasikeitimas fermentacijos proceso metu bei pieno rūgšties bakterijų išskirti metabolitai. Sajad Ahmad Wani ir kiti, atliko tyrimą (2021 m.) su ekstruduotais ryžių ir kukurūzų miltų užkandžiais praturtintais įvairiais priedais, o tarp jų ir su žirnių miltų priedu. Atliktas tyrimas taip pat parodė, kad mėginių spalva kinta ne tik priklausomai nuo priedo kiekio, bet ir apdorojimo proceso bei laikymo laiko (54). Spalvų kitimo dinamikai parinkta PRB, fermentacijos laikas bei priedo kiekis turėjo statistiškai reikšmingos įtakos ($p \leq 0,0001$), išskyrus mėginių gelsvumą – šiam rodikliui parinkta PRB, fermentacijos laikas bei priedo kiekis neturėjo statistiškai reikšmingos įtakos ($p \geq 0,05$).

Juslinės analizės metu vertinant penkias skirtingas mėginių juslines savybes nustatyta, kad visi mėginiai pasižymėjo gan intensyviu skoniu bei kvapu. Nefermentuoti mėginiai be priedų

pasižymėjo itin intensyviu baltymų poskoniu. Fermentuotuose mėginiuose jis buvo juntamas kiek mažiau, pavyzdžiui mėginyje fermentuotame *L. plantarum* su 3 proc. druskos priedu, jis buvo juntamas 1,24 karto mažiau nei nefermentuotuose mėginiuose be priedų. Bendrai visi mėginiai su druskos priedu buvo įvertinti kaip sūrūs. Vertinant ne tik vartotojui itin svarbias skonines savybes, ne mažiau svarbi ir produktų tekstūra, kuri pagamintuose žirnių užkandžiuose vertintojams pasirodė vidutiniškai priimtina. Skirtingai nuo N. O. Khiabani ir kitų mokslininkų atliktų tyrimų (2021 m.) rezultatų, kurių metu augaliniai sūriai su žirnių baltymų izoliato priedu buvo vertinami kaip itin priimtini ir priimtinas didėjo priklausomai nuo žirnių priedo padidėjimo (53), mūsų tirtų mėginių bendras priimtinas svyravo nuo $47,5 \pm 17,08$ mm iki $97,5 \pm 17,08$ mm, 140 mm skalėje.

Apibendrinant galima teigti, kad naudojant vietinės kilmės žaliavas ir jų apdorojimui pasitelkiant kietafazės fermentacijos metodą, galima sukurti priimtinais jauslinėmis savybėmis pasižyminčius baltyminius sūrius užkandžius. Tačiau norint užtikrinti tokių užkandžių mikrobiologinės taršos ir kitus maisto saugos rodiklius, svarbu kontroliuoti fermentacijos proceso laiką bei pasirinkti tinkamas pieno rūgšties bakterijas ir priedo kiekį.

IŠVADOS

1. Sūrių užkandžių gamybai naudojant vietinės kilmės *Pisum Sativum* žaliavą bei taikant KF fermentacijos technologiją, skirtingomis pieno rūgšties bakterijomis, visi užkandžiai pasižymėjo geromis juslinėmis savybėmis, o lyginant tarpusavyje priimtinausias mėginys buvo Pea1/1% ($97,5 \pm 17,08$ mm).
2. Sūrių užkandžių kokybiniai rodikliai kito priklausomai nuo parinktos receptūros:
 - 2.1. Mažiausia pH reikšmė nustatyta mėginyje Pea2/3% po 48 val. nuo fermentacijos proceso pradžios; visuose eksperimentiniuose mėginiuose pH vertės mažėjo ir buvo vidutiniškai 18 proc. mažesnės nei prieš fermentaciją ($p \leq 0,005$);
 - 2.2. Visuose eksperimentiniuose užkandžių mėginiuose, BTR rodikliai po 48 val. fermentacijos buvo vidutiniškai 55 proc. didesni nei prieš fermentaciją ($p \leq 0,005$);
 - 2.3. Didžiausias PRB kiekis po 48 val. fermentacijos, buvo mėginyje Pea2/1% - 8,44 KSV/g $\log_{10}$, lyginant mėginius tarpusavyje;
 - 2.4. Po 48 val. fermentacijos, tvirčiausia tekstūra nustatyta mėginiuose Pea1/3%, Pea1/3% ir Pea2/3% ($0,37 \pm 0,6$ mJ), o mažiausiai tvirta tekstūra – Pea2/1% ($0,30 \pm 0,10$ mJ);
 - 2.5. BA kiekis mėginiuose kito priklausomai nuo parinktos PRB, druskos priedo kiekio ir fermentacijos laiko ($p \leq 0,0001$), o didžiausias BA kiekis nustatytas mėginiuose fermentuotuose su *P. pentosaceus* (Pea2/1%; Pea2/3%);
 - 2.6. Spalvų koordinatės kito priklausomai nuo pasirinktos PRB, fermentacijos laiko ir druskos priedo kiekio ($p \geq 0,0001$); lyginant rezultatus prieš ir po fermentacijos visi mėginiai pasižymėjo intensyvesniu rausvumu (a^*), gelsvumu (b^*) bei tamsumu (L^*).
 - 2.7. Drėgmės kiekis kito priklausomai nuo fermentacijos laiko ir didžiausias drėgnis nustatytas po 48 val. fermentacijos Pea1/3% mėginyje, tačiau šis mėginys buvo 4,57 proc. mažiau drėgnas nei prieš fermentaciją ($p \leq 0,0001$);
3. Fermentacijai naudota bakterija, fermentacijos laikas ir skirtingas druskos priedo kiekis, turėjo nevienareikšmės įtakos tirtiems rodikliams:
 - 3.1. Didžiausias PRB kiekis sūriuose žirnių užkandžiuose buvo mėginyje Pea2/1% (8,44 $\log_{10}$ KSV/g), o mažiausias BMS kiekis nustatytas mėginyje Pea2/3% (4,24 $\log_{10}$ KSV/g) ($p \leq 0,0001$);
 - 3.2. Mažiausias suminis BA kiekis buvo nustatytas mėginyje Pea1/1%, po 24 val. fermentacijos ($p \leq 0,0001$);

REKOMENDACIJOS

1. Fermentuotų žirnių užkandžių kokybės rodikliams, saugai bei juslinėms savybėms įtakos turėjo naudota PRB, fermentacijos laikas bei priedo kiekis.
2. Įvertinus vertintų kokybės ir saugos rodiklių faktorių įtaką, fermentuotiems baltyminiams užkandžiams, rekomenduojame naudoti *L. plantarum* pieno rūgšties bakteriją, <1 proc. druskos priedą ir užkandžius rekomenduojama fermentuoti 24 val.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Zikienė K, Pilelienė L. Research of factors influencing customer switching behaviour in farmers' markets in Lithuania, 2016
2. Volkov A, Žičkienė A, Morkunas M, Baležentis T, Ribašauskienė E, Streimikiene D. A Multi Criteria Approach for Assessing the Economic Resilience of Agriculture: The Case of Lithuania. Sustainability (Basel, Switzerland) 2021 Feb 22;;13(4):2370.
3. Simon and Schuster, P.J. Skerrett. Eat, Drink, and Be Healthy: The Harvard Medical School Guide to Healthy Eating, 2011;352
4. Williams K, Patel H, et al. Healthy Plant-Based Diet. J Am Coll Cardiol. 2017 Jul, 70 (4) 423–425
5. Hess JM, Jonnalagadda SS, Slavin JL. What Is a Snack, Why Do We Snack, and How Can We Choose Better Snacks? A Review of the Definitions of Snacking, Motivations to Snack, Contributions to Dietary Intake, and Recommendations for Improvement. Advances in nutrition (Bethesda, Md.) 2016 May;7(3):466-475.
6. Hacisalihoglu G, Beisel NS, Settles AM. Characterization of pea seed nutritional value within a diverse population of *Pisum sativum*. PloS one 2021;16(11).
7. Rungruangmaitree R, Jiraungkoorskul W. Pea, *Pisum sativum*, and Its Anticancer Activity. Pharmacogn Rev. 2017;11(21):39-42.
8. Hirst, K. Kris. Pea (*Pisum sativum* L.) Domestication - The History of Peas and Humans. ThoughtCo, Feb. 16, 2021.
9. Kumari T, Deka SC. Potential health benefits of garden pea seeds and pods: A review. Legume science 2021 Jun;3
10. Lam ACY, Can Karaca A, Tyler RT, Nickerson MT. Pea protein isolates: Structure, extraction, and functionality. Food reviews international 2018 Feb 17;34(2):126-147.
11. Shen S, Hou H, Ding C, Bing D, Lu Z. Protein content correlates with starch morphology, composition and physicochemical properties in field peas. Canadian journal of plant science 2016 Jun;96(3):404-412
12. Taylor SL, Marsh JT, Koppelman SJ, Kabourek JL, Johnson PE, Baumert JL. A perspective on pea allergy and pea allergens. Trends Food Sci Technol 2021;116:186-198.
13. Tulbek MC, Lam RSH, Wang Y(), Asavajaru P, Lam A. Chapter 9 - Pea: A Sustainable Vegetable Protein Crop. In: Nadathur SR, Wanasundara JPD, Scanlin L, editors. Sustainable Protein Sources San Diego: Academic Press; 2017. p. 145-164.
14. Kennedy DO. B vitamins and the brain: mechanisms, dose and efficacy – a review. Nutrients 2016 Jan 27;8(2):68.

15. Rungruangmaitree R, Jiraungkoorskul W. Pea, *Pisum sativum*, and Its Anticancer Activity. *Pharmacogn Rev.* 2017;11(21):39-42.
16. Lu ZX, He JF, Zhang YC, Bing DJ. Composition, physicochemical properties of pea protein and its application in functional foods. *Critical reviews in food science and nutrition* 2020 Aug 21;;60(15):2593-2605.
17. Roland WSU, Pouvreau LAM, Curran J, Velde vd, Fred, Kok d, Peter M.T. Flavor Aspects of Pulse Ingredients. *Cereal chemistry* 2017;94(1):58-65.
18. Bi S, Lao F, Pan X, Shen Q, Liu Y, Wu J. Flavor formation and regulation of peas (*Pisum sativum* L.) seed milk via enzyme activity inhibition and off-flavor compounds control release. *Food Chem* 2022;380:132203.
19. Shiferaw Terefe N, Augustin MA. Fermentation for tailoring the technological and health related functionality of food products. *Critical reviews in food science and nutrition* 2020 Sep 24;60(17):2887-2913.
20. Mani A, Chandra B, Viswavidyalaya K. Food Preservation by Fermentation and Fermented food products. 2018 -02.
21. Adebo OA, Njobeh PB, Adeboye AS, Adebisi JA, Sobowale SS, Ogundele OM, et al. Advances in Fermentation Technology for Novel Food Products. *Innovations in Technologies for Fermented Food and Beverage Industries Cham: Springer International Publishing*; 2018. p. 71-87.
22. Xiang H, Sun-Waterhouse D, Waterhouse GIN, Cui C, Ruan Z. Fermentation-enabled wellness foods: A fresh perspective. *Food Science and Human Wellness* 2019;8(3):203-243.
23. Licandro H, Ho PH, Nguyen TKC, Petchkongkaew A, Nguyen HV, Chu-Ky S, et al. How fermentation by lactic acid bacteria can address safety issues in legumes food products? *Food Control* 2020;110:106957.
24. Soccol CR, Costa, Eduardo Scopel Ferreira da, Letti LAJ, Karp SG, Woiciechowski AL, Vandenberghe, Luciana Porto de Souza. Recent developments and innovations in solid state fermentation. *Biotechnology Research and Innovation* 2017;1(1):52-71.
25. López-Gómez JP, Manan MA, Webb C. Chapter 7 - Solid-state fermentation of food industry wastes. In: Kosseva MR, Webb C, editors. *Food Industry Wastes (Second Edition)*: Academic Press; 2020. p. 135-161.
26. Ghosh JS. Solid State Fermentation and Food Processing: A Short Review. *Journal of nutrition & food sciences* 2016;6.
27. Lizardi-Jiménez MA, Hernández-Martínez R. Solid state fermentation (SSF): diversity of applications to valorize waste and biomass. *3 Biotech* 2017 Apr 25;;7(1):44-9.

28. Cano y Postigo, Luis O., Jacobo-Velázquez DA, Guajardo-Flores D, Garcia Amezquita LE, García-Cayuela T. Solid-state fermentation for enhancing the nutraceutical content of agrifood by-products: Recent advances and its industrial feasibility. *Food Bioscience* 2021;41:100926.
29. Mani A, Chandra B, Viswavidyalaya K. Food Preservation by Fermentation and Fermented food products. 2018 -02
30. Varsha KK, Nampoothiri KM. Appraisal of lactic acid bacteria as protective cultures. *Food Control* 2016;69:61-64.
31. Moradi M, Kousheh SA, Almasi H, Alizadeh A, Guimarães JT, Yılmaz N, et al. Postbiotics produced by lactic acid bacteria: The next frontier in food safety. *Comprehensive reviews in food science and food safety* 2020 Nov;19(6):3390-3415.
32. Hu Y, Zhang L, Wen R, Chen Q, Kong B. Role of lactic acid bacteria in flavor development in traditional Chinese fermented foods: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*; 1-15.
33. Cao P, Wu L, Wu Z, Pan D, Zeng X, Guo Y, et al. Effects of oligosaccharides on the fermentation properties of *Lactobacillus plantarum*. *J Dairy Sci* 2019;102(4):2863-2872.
34. Arasu MV, Al-Dhabi NA, Ilavenil S, Choi KC, Srigopalram S. In vitro importance of probiotic *Lactobacillus plantarum* related to medical field. *Saudi Journal of Biological Sciences* 2016;23(1, Supplement):S6-S10.
35. Xiang H, Sun-Waterhouse D, Waterhouse GIN, Cui C, Ruan Z. Fermentation-enabled wellness foods: A fresh perspective. *Food Science and Human Wellness* 2019;8(3):203-243.
36. Jiang S, Cai L, Lv L, Li L. *Pediococcus pentosaceus*, a future additive or probiotic candidate. *Microbial cell factories* 2021 Feb 16;;20(1):45.
37. Jiang J, Yang B, Ross RP, Stanton C, Zhao J, Zhang H, et al. Comparative Genomics of *Pediococcus pentosaceus* Isolated From Different Niches Reveals Genetic Diversity in Carbohydrate Metabolism and Immune System. *Front Microbiol* 2020 -02-26;11.
38. De Villa R, Roasa J, Mine Y, Tsao R. Impact of solid-state fermentation on factors and mechanisms influencing the bioactive compounds of grains and processing by-products. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2021;1-26.
39. Kumitch HM, Stone AK, Nickerson MT, Korber DR, Tanaka T. Effect of fermentation time on the physicochemical and functional properties of pea protein-enriched flour fermented by *Aspergillus oryzae* and *Aspergillus niger*. *Cereal chemistry* 2020 Mar;97(2):416-428.
40. Çabuk B, Nosworthy MG, Stone AK, et al. Effect of Fermentation on the Protein Digestibility and Levels of Non-Nutritive Compounds of Pea Protein Concentrate. *Food Technol Biotechnol*. 2018;56(2):257-264.

41. Alvarez MA, Moreno-Arribas MV. The problem of biogenic amines in fermented foods and the use of potential biogenic amine-degrading microorganisms as a solution. *Trends Food Sci Technol* 2014;39(2):146-155.
42. Dabadé DS, Jacxsens L, Miclotte L, Abatih E, Devlieghere F, De Meulenaer B. Survey of multiple biogenic amines and correlation to microbiological quality and free amino acids in foods. *Food Control* 2021;120:107497.
43. Ahangari H, Kurbanoglu S, Ehsani A, Uslu B. Latest trends for biogenic amines detection in foods: Enzymatic biosensors and nanozymes applications. *Trends Food Sci Technol* 2021;112:75-87.
44. Li B, Lu S. The Importance of Amine-degrading Enzymes on the Biogenic Amine Degradation in Fermented Foods: A review. *Process Biochemistry* 2020;99:331-339.
45. Parniakov O, Mikhrovskaya M, Toepfl S, Roselló-Soto E, Pinto CA, Saraiva JA, et al. Chapter 6 - Current and future strategies to reduce salt consumption. In: Barba FJ, Putnik P, Kovačević DB, editors. *Agri-Food Industry Strategies for Healthy Diets and Sustainability*: Academic Press; 2020. p. 155-175.
46. Bhattacharya S, Bera OP, Saleem SM, Hossain MM, Varshney DS, Kaur R, et al. Dietary salt consumption pattern as an antecedent risk factor for hypertension: Status, vision, and future recommendations. *Clinical Nutrition ESPEN* 2022;47:422-430
47. Antúnez L, Alcaire F, Giménez A, Ares G. Can sodium warnings modify preferences? A case study with white bread. *Food Res Int* 2020;134:109239.
48. Yi-Shen Z, Shuai S, FitzGerald R. Mung bean proteins and peptides: nutritional, functional and bioactive properties. *Food Nutr Res.* 2018;62:10.29219/fnr.v62.1290. Published 2018 Feb 15. doi:10.29219/fnr.v62.1290
49. Albracht-Schulte K, Islam T, Johnson P, Moustaid-Moussa N. Systematic Review of Beef Protein Effects on Gut Microbiota: Implications for Health. *Advances in nutrition (Bethesda, Md.)* 2021 Feb 01;12(1):102-114.
50. Ben-Gigirey, B.; Vieites Baaptista de Sousa, J.M.; Villa, T.G.; Barros-Velazquez, J. Histamine and Cadaverine Production by Bacteria Isolated from Fresh and Frozen Albacore (*Thunnus Alalunga*). *J. Food Prot.* 1999, 62, 933–939, doi:10.4315/0362-028x-62.8.933
51. Gunasekaran YK, Lele V, Sakiene V, Zavistanaviciute P, Zokaityte E, Klupsaite D, Bartkevics V, P.F. Guine, Bartkiene E, et al. Plant-based proteinaceous snacks: Effect of fermentation and ultrasonication on end-product characteristics. *Food Sci Nutr* 2020 -08-03;8(9):4746.
52. Fasoyiro SB, Arowora KA, Ajani AO. Storage and Sensory Qualities of Extrudate-Like Maize-Pigeon Pea Snacks Processed by Low-Cost Technology. *Journal of food processing and preservation* 2017 Aug;41(4):e13000.

53. Omrani Khiabani, N, Motamedzadegan, A, Naghizadeh Raisi, S, Alimi, M. Chemical, textural, rheological, and sensorial properties of wheyless feta cheese as influenced by replacement of milk protein concentrate with pea protein isolate. *J Texture Stud.* 2020; 51: 488– 500
54. Wani SA, Ganie NA, Kumar P. Quality characteristics, fatty acid profile and glycemic index of extrusion processed snacks enriched with the multicomponent mixture of cereals and legumes. *Legume science* 2021 Jun;3(2):n/a.
55. Mah J, Park YK, Jin YH, Lee J, Hwang H. Bacterial Production and Control of Biogenic Amines Asian Fermented Soybean Foods. *Foods* 2019 Feb 25,;8(2):85.

PRIEDAI

1 priedas. Sūrių žirnių užkandžių fermentuotų *L. plantarum* ir *P. pentosaceus* pH po 0 val.

pH po 0 val						
Meginiai	PeaK1	PeaK2	Pea1/1%	Pea1/3%	Pea2/1%	Pea2/3%
1.	6,21	6,08	6,01	5,94	6,02	5,84
2.	6,30	6,05	6,03	5,91	5,97	5,98
3.	6,17	6,04	6,02	5,96	6,01	5,92
Stulpelio statistika						
Vidurkis	6,23	6,06	6,02	5,94	6,00	5,91
Stand. nuokrypis	0,07	0,02	0,01	0,03	0,03	0,07
(Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 3 proc. druskos priedu)						

2 priedas. Sūrių žirnių užkandžių fermentuotų *L. plantarum* ir *P. pentosaceus* pH po 24 val.

pH po 24 val						
Meginiai	PeaK1	PeaK2	Pea1/1%	Pea1/3%	Pea2/1%	Pea2/3%
1.	6,09	6,01	5,22	5,25	5,17	5,33
2.	6,19	6,03	5,14	5,45	5,12	5,14
3.	6,13	6,05	5,09	5,38	5,05	5,01
Stulpelio statistika						
Vidurkis	6,14	6,03	5,15	5,36	5,11	5,16
Stand. nuokrypis	0,05	0,02	0,07	0,10	0,06	0,16
(Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 3 proc. druskos priedu)						

3 priedas. Sūrių žirnių užkandžių fermentuotų *L. plantarum* ir *P. pentosaceus* pH po 48 val.

pH po 48 val						
Meginiai	PeaK1	PeaK2	Pea1/1%	Pea1/3%	Pea2/1%	Pea2/3%
1.	6,09	6,01	4,45	4,42	4,55	4,33
2.	6,19	6,03	4,51	4,47	4,52	4,18
3.	6,13	6,05	4,28	4,26	4,48	4,2
Stulpelio statistika						
Vidurkis	6,14	6,03	4,41	4,38	4,52	4,24
Stand. nuokrypis	0,05	0,02	0,12	0,11	0,04	0,08
(Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 3 proc. druskos priedu)						

4 priedas. Sūrių žirnių užkandžių fermentuotų *L. plantarum* ir *P. pentosaceus* BTR rezultatai po 0 val.

BTR (°N) po 0 val						
Meginiai	PeaK1	PeaK2	PRB1/1%	PRB1/3%	PRB2/1%	PRB2/3%
1.	1,5	1,4	1,5	1,6	1,3	1,2
2.	1,5	1,4	1,4	1,8	1,3	1,3
3.	1,4	1,4	1,5	1,7	1,3	1,2
Stulpelio statistika						
Vidurkis	1,47	1,40	1,47	1,70	1,30	1,23
Stand. nuokrypis	0,05	0,00	0,05	0,08	0,00	0,05
(Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 3 proc. druskos priedu)						

5 priedas. Sūrių žirnių užkandžių fermentuotų *L. plantarum* ir *P. pentosaceus* BTR rezultatai po 24 val.

BTR (°N) po 24 val						
Meginiai	PeaK1	PeaK2	PRB1/1%	PRB1/3%	PRB2/1%	PRB2/3%
1.	1,5	1,5	1,9	2,1	2,1	2,2
2.	1,5	1,4	1,9	2,2	2,1	2,2
3.	1,5	1,4	1,8	2,3	2,1	2,2
Stulpelio statistika						
Vidurkis	1,50	1,43	1,87	2,20	2,10	2,20
Stand. nuokrypis	0	0,05	0,05	0,08	0	0
(Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 3 proc. druskos priedu)						

6 priedas. Sūrių žirnių užkandžių fermentuotų *L. plantarum* ir *P. pentosaceus* BTR rezultatai po 48 val.

BTR (°N) po 48 val						
Meginiai	PeaK1	PeaK2	PRB1/1%	PRB1/3%	PRB2/1%	PRB2/3%
1.	1,4	1,4	3,1	3,2	3,5	3,7
2.	1,4	1,4	1,5	1,6	1,5	1,5
3.	1,4	1,4	4,2	4,5	4,7	4,6
Stulpelio statistika						
Vidurkis	1,40	1,40	2,93	3,10	3,23	3,27
Stand. nuokrypis	0,00	0,00	1,36	1,45	1,62	1,59
(Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 3 proc. druskos priedu)						

7 priedas. Sūrių žirnių užkandžių fermentuotų *L. plantarum* ir *P. pentosaceus* BMS kiekis po 0 val.

BMS (KSV/g log ₁₀) po 0 val						
Meginiai	PeaK1	PeaK2	PRB1/1%	PRB1/3%	PRB2/1%	PRB2/3%
1.	4,22	4,52	2,08	2,14	2,18	2,21
2.	4,22	4,54	2,13	2,15	2,19	2,22
3.	4,23	4,52	2,12	2,14	2,20	2,22
Stulpelio statistika						
Vidurkis	4,22	4,53	2,11	2,14	2,19	2,22
Stand. nuokrypis	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00
(Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 3 proc. druskos priedu)						

8 priedas. Sūrių žirnių užkandžių fermentuotų *L. plantarum* ir *P. pentosaceus* BMS kiekis po 24 val.

BMS (KSV/g log ₁₀) po 24 val						
Meginiai	PeaK1	PeaK2	PRB1/1%	PRB1/3%	PRB2/1%	PRB2/3%
1.	4,23	4,52	3,22	3,14	4,18	4,21
2.	4,24	4,54	3,22	3,15	4,19	4,22
3.	4,24	4,52	3,23	3,15	4,19	4,22
Stulpelio statistika						
Vidurkis	4,24	4,53	3,22	3,15	4,19	4,22
Stand. nuokrypis	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
(Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 3 proc. druskos priedu)						

9 priedas. Sūrių žirnių užkandžių fermentuotų *L. plantarum* ir *P. pentosaceus* BMS kiekis po 48 val.

BMS (KSV/g log ₁₀) po 48 val.						
Meginiai	PeaK1	PeaK2	PRB1/1%	PRB1/3%	PRB2/1%	PRB2/3%
1.	4,25	4,52	4,34	4,33	4,52	4,22
2.	4,25	4,54	4,55	4,33	4,55	4,25
3.	4,26	4,52	4,56	4,33	4,52	4,25
Stulpelio statistika						
Vidurkis	4,25	4,53	4,48	4,33	4,53	4,24
Stand. nuokrypis	0,00	0,01	0,10	0,00	0,01	0,01
(Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 3 proc. druskos priedu)						

10 priedas. Sūrių žirnių užkandžių fermentuotų *L. plantarum* ir *P. pentosaceus* M/G skaičius po 0 val.

M/G (KSV/g log ₁₀) po 0 val.						
Meginiai	PeaK1	PeaK2	PRB1/1%	PRB1/3%	PRB2/1%	PRB2/3%
1.	1,22	1,11	1,01	1,08	1,03	1,08
2.	1,22	1,15	1,01	1,08	1,02	1,09
3.	1,22	1,15	1,01	1,07	1,04	1,11
Stulpelio statistika						
Vidurkis	1,22	1,14	1,01	1,08	1,03	1,09
Stand. nuokrypis	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01
(Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 3 proc. druskos priedu)						

11 priedas Sūrių žirnių užkandžių fermentuotų *L. plantarum* ir *P. pentosaceus* PRB skaičius po 24 val.

PRB (KSV/g log ₁₀) po 24 val.						
Meginiai	PeaK1	PeaK2	PRB1/1%	PRB1/3%	PRB2/1%	PRB2/3%
1.	0	0	7,82	8,02	8,12	8,22
2.	0	0	7,82	8,03	8,14	8,22
3.	0	0	7,83	8,02	8,12	8,23
Stulpelio statistika						
Vidurkis	0,00	0,00	7,82	8,02	8,13	8,22
Stand. nuokrypis	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
(Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 3 proc. druskos priedu)						

12 priedas. Sūrių žirnių užkandžių fermentuotų *L. plantarum* ir *P. pentosaceus* PRB skaičius po 48 val.

PRB (KSV/g log ₁₀) po 48 val.						
Meginiai	PeaK1	PeaK2	PRB1/1%	PRB1/3%	PRB2/1%	PRB2/3%
1.	0	0	8,22	8,32	8,44	8,35
2.	0	0	8,22	8,32	8,44	8,35
3.	0	0	8,22	8,32	8,44	8,35
Stulpelio statistika						
Vidurkis	0	0	8,22	8,32	8,44	8,35
Stand. nuokrypis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 3 proc. druskos priedu)						

13 priedas. Sūrių žirnių užkandžių fermentuotų *L. plantarum* ir *P. pentosaceus* testūros rodiklis po 24 val.

Tekstūra (mJ) po 24 val.						
Meginiai	PeaK1	PeaK2	PRB1/1%	PRB1/3%	PRB2/1%	PRB2/3%
1.	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2
2.	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
3.	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,3
Stulpelio statistika						
Vidurkis	0,10	0,10	0,20	0,27	0,23	0,27
Stand. nuokrypis	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10
(Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 3 proc. druskos priedu)						

14 priedas. Sūrių žirnių užkandžių fermentuotų *L. plantarum* ir *P. pentosaceus* testūros rodiklis po 48 val.

Tekstūra (mJ) po 48 val.						
Meginiai	PeaK1	PeaK2	PRB1/1%	PRB1/3%	PRB2/1%	PRB2/3%
1.	0,1	0,1	0,4	0,4	0,3	0,3
2.	0,1	0,1	0,4	0,3	0,4	0,4
3.	0,1	0,1	0,3	0,4	0,2	0,4
Stulpelio statistika						
Vidurkis	0,1	0,1	0,37	0,37	0,3	0,37
Stand. nuokrypis	0,00	0,00	0,06	0,06	0,10	0,06
(Pastaba: PeaK1 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea1/1% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea1/3% – mėginys fermentuotas <i>L. plantarum</i> ir su 3 proc. druskos priedu, PeaK2 – kontrolinis mėginys be PRB ir priedų, Pea2/1% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 1 proc. druskos priedu, Pea2/3% – mėginys fermentuotas <i>P. pentosaceus</i> ir su 3 proc. druskos priedu)						