

LIETUVOS SVEIKATOS MOKSLŲ UNIVERSITETAS

VETERINARIJOS AKADEMIJA

VETERINARIJOS FAKULTETAS

TOMAS ŽVALIAUSKAS

**PADIDINTOS BIOLOGINĖS VERTĖS BALTYMINGŲ AUGALINIŲ  
BIOPRODUKTŲ – PABARSTŲ GAMYBA MAISTO PAGARDINIMUI  
IR VERTĖS DIDINIMUI**

**DEVELOPMENT OF HIGHER BIOLOGICAL VALUE SPRINKLES  
FROM PROTEINACEOUS PLANTS BIO-PRODUCTS FOR FOOD  
SENSORY PROPERTIES AND VALUE IMPROVEMENT**

Veterinarinės maisto saugos nuolatinių studijų

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

Darbo vadovė: prof. dr. Elena Bartkienė

KAUNAS 2017

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

Patvirtinu, kad įteikiamas magistro baigiamasis darbas „Padidintos biologinės vertės baltymingų augalinių bioproduktų – pabarstų gamyba maisto pagardinimui ir vertės didinimui“:

1. yra atliktas mano pačio;
2. nebuvo naudojamas kitame universitete Lietuvoje ir užsienyje;
3. nenaudojau šaltinių, kurie nėra nurodyti darbe, ir pateikiu visą naudotos literatūros sąrašą.

Tomas Žvaliauskas  
(data) (autoriaus vardas, pavardė) (parašas)

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

Patvirtinu lietuvių kalbos taisyklingumą atliktame darbe.

Tomas Žvaliauskas  
(data) (autoriaus vardas, pavardė) (parašas)

**MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO VADOVO IŠVADOS DĖL DARBO GYNIMO**

.....  
.....  
.....

prof. dr. Elena Bartkienė  
(data) (darbo vadovo vardas, pavardė) (parašas)

**MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS APROBUOTAS MAISTO SAUGOS IR KOKYBĖS  
KATEDROJE**

prof. dr. Mindaugas Malakauskas  
(aprobacijos data) (katedros vedėjo vardas, pavardė) (parašas)

**Magistrinio darbo recenzentai**

- 1) \_\_\_\_\_
- 2) \_\_\_\_\_  
(vardas, pavardė) (parašas)

**Baigiamųjų darbų gynimo komisijos įvertinimas**

(data) (gynimo komisijos sekretorės vardas, pavardė) (parašas)

# TURINYS

SANTRAUKA .....	5
SUMMARY .....	6
SANTRUMPOS .....	7
ĮVADAS .....	8
1. LITERATŪROS APŽVALGA .....	10
1.1. Kanapės ir jų produktai, jų cheminės sudėties specifika, panaudojimas maisto pramonėje .....	10
1.2. Sojų cheminės sudėties specifika, panaudojimas maisto pramonėje .....	11
1.3. Topinambai, jų cheminė sudėtis, panaudojimas maisto pramonėje .....	13
1.4. Savitos cheminės sudėties augalų panaudojimas mityboje ligų prevencijai .....	14
1.5. Pieno rūgšties bakterijos ir jų taikymas maisto produktų vertės didinimui .....	15
2. TYRIMŲ METODIKA .....	17
2.1. Pagrindinės tyrimų kryptys ir jų pagrindimas .....	17
2.2. Tyrimo objektai, medžiagos ir jų paruošimas analizei .....	18
2.3. Tyrimo metodai .....	18
2.3.1. Kanapių sėklų, kanapių baltymų, topinambų ir sojų pH nustatymas .....	18
2.3.2. BTR tyrimo metodika .....	18
2.3.3. Drėgmės kiekio nustatymo metodika .....	19
2.3.4. Bendro mezofilinių pieno rūgšties bakterijų kiekio tyrimo metodika .....	19
2.3.5. Biogeninių aminių analizės metodika .....	19
2.3.6. Antiradikalinio aktyvumo (DPPH) fermentuotuose mėginiuose tyrimo metodika .....	19
2.3.7. Bendro fenolinių junginių kiekio mėginiuose tyrimo metodika .....	20
2.3.8. Baltymų virškinamumo <i>in vitro</i> tyrimo metodika .....	20
2.3.9. Bioproduktų bendro priimtimumo vertinimas .....	20
2.3.10. Matematinė statistinė analizė .....	20
3. REZULTATAI .....	21
3.1. Fermentuotų bioproduktų rūgštingumo rodikliai .....	21
3.2. Pieno rūgšties bakterijų kolonijas sudarančių vienetų skaičius bioproduktuose .....	22
3.3. Fermentuotų bioproduktų drėgnis ir jo sąsajos su rūgštingumo rodikliais .....	23
3.4. Skirtinguose bioproduktų mėginiuose esantys biogeninių aminių kiekiai .....	24

3.4.1. 2-feniletilamino kiekio palyginamasis vertinimas .....	24
3.4.2. Putrescino kiekio palyginamasis vertinimas .....	25
3.4.3. Kadaverdino kiekio palyginamasis vertinimas .....	26
3.4.4. Histamino kiekio palyginamasis vertinimas .....	27
3.4.5. Tiramino kiekio palyginamasis vertinimas .....	28
3.4.6. Spermidino kiekio palyginamasis vertinimas .....	28
3.4.7. Spermino kiekio palyginamasis vertinimas.....	29
3.5. Bioproduktų virškinamumo rodikliai.....	30
3.6. Bendras fenolinių junginių kiekis bei antiradikalinis aktyvumas bioproduktuose .....	31
3.7. Bendras priimtinumumas .....	32
4. REZULTATŲ APTARIMAS .....	34
IŠVADOS .....	36
LITERATŪROS SĄRAŠAS .....	37
PRIEDAI .....	44

# SANTRAUKA

**Darbo autorius:** Tomas Žvaliauskas

**Darbo tema:** Padidintos biologinės vertės baltymingų augalinių bioproduktų – pabarstų gamyba maisto pagardinimui ir vertės didinimui.

**Darbo tikslas:** parinkti baltymingus augalus padidintos biologinės vertės užkandžių gamybai, o jų biologinės vertės pagerinimui pritaikyti biotechnologinius procesus.

**Darbo atlikimo vieta ir laikas:** Magistrinis darbas buvo atliktas Lietuvos sveikatos mokslų universitete, Veterinarijos akademijoje, Maisto saugos ir kokybės katedroje, 2015-2017 metais.

**Darbo apimtis:** 43 puslapiai, 14 paveikslų, 3 lentelės, 76 literatūros šaltiniai ir 10 priedų.

Darbo tikslui įgyvendinti, buvo parinkti skirtingi augaliniai produktai (kanapių sėklos, kanapių baltymai, topinambai ir soju miltai). Parinkti augalai buvo fermentuoti skirtingomis pieno rūgšties bakterijomis (*L. coryniformis*, *L. casei*, *L. plantarum*, *L. brevis*) ir įvertinta skirting mikroorganizmų, naudotų fermentacijai įtaka sukurtų produktų rūgštingumo rodikliams (pH ir BTR), drėgniui, PRB KVS/g., biogeninių aminių kiekiui, antiradikaliniam aktyvumui (DPPH), bendram fenolinių junginių kiekiui (BFJ), virškinamumui *in vitro*.

Nustatyta, kad fermentuotuose produktuose biogeninių aminių kiekis neviršijo rekomenduojamų sveikatai kenksmingų normų. Fermentacija PRB didino bioproduktų rūgštingumą, pagerino juslines savybes bei padidino baltymų virškinamumą *in vitro* (vidutiniškai padidėjo 24,01 proc.). Tačiau bioproduktuose sumažėjo bendras fenolinių junginių kiekis (nuo 962,73 mg GAE/100g iki 532,11 mg GAE/100g), o radikalų surišimo geba padidėjo.

Apibendrinant galima teigti, kad augalinių produktų fermentacija parinktomis PRB yra puiki alternatyva didesnės vertės augalinių baltymingų užkandžių gamybai.

**Raktažodžiai:** *Lactobacillus coryniformis*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, baltymai, virškinamumas, fermentacija, pabarstai.

## SUMMARY

**Thesis author:** Tomas Žvaliauskas

**Thesis title:** Development of higher biological value sprinkles from proteinaceous plants bio-products for food sensory properties and value improvement.

**Thesis goal:** to select proteinaceous plants for higher biological value sprinkles development, and to adapt biotechnological solutions for their biological value improvement.

**Thesis location and time:** Final Master thesis was prepared in Lithuanian University of Health Sciences, Veterinary Academy, Department of Food Safety and Quality, 2015 – 2017 year.

**Thesis consists of:** 43 pages text without appendices, 14 figures, 3 tables, 76 bibliographical entries and 10 appendices.

In order to achieve the aim of the thesis, different plant products were chosen (*Cannabis sativa* seeds, hemp proteins, topinambours, and defatted soya flour). The chosen plants with different lactic acid bacteria (*L. coryniformis*, *L. casei*, *L. plantarum*, *L. brevis*) were fermented and the influence of fermentation process on developed bio-products acidity parameters (pH and total titratable acidity (TTA)), moisture content, lactic acid bacteria count (LAB cfu/g), biogenic amines formation, anti-radical activity (DPPH), total phenolic compounds (TPCC) content, and digestibility *in vitro* was evaluated.

It was found, that biogenic amines content in developed bio-products did not exceed the recommended unhealthy for consumers levels. LAB used for selected plants fermentation increased acidity of bio-products, improved overall acceptability, and increased protein digestibility *in vitro* (on average 24.01 %). However, total amount of phenolic compounds in developed bio-products decreased from 962.73 mg GAE/100g to 532.11 mg GAE/100g, while anti-radical activity increased.

We conclude, that by using selected LAB for the selected proteinaceous plants fermentation it is possible to develop higher biological value sprinkles, which could be recommended for food sensory properties and value improvement.

**Key Words:** *Lactobacillus coryniformis*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, proteins, digestibility, fermentation, sprinkles.

## SANTRUMPOS

$^{\circ}\text{C}$  - Celsijaus laipsnis

THC - tetrahidrokanabinolis

BTR – bendras titruojamasis rūgštingumas

g - gramas

DPPH – antiradikalinis aktyvumas

BFJ – bendras fenolinių junginių kiekis

KSV – kolonijas sudarantys vienetai

pH – aktyvusis rūgštingumas; vandenilio jonų ( $\text{H}^+$ ) koncentracijos tirpale matas, parodantis tirpalo rūgštingumą ar šarmingumą

PRB – pieno rūgšties bakterijos

proc. – procentai

$^{\circ}\text{N}$  - Neimano laipsnis

*P* – Veiksnių įtakos rodikliams patikimumas

## IVADAS

Paprastai tariant, mitybą galima pavadinti, kaip maisto panaudojimas gyvų organizmų normaliam augimui, reprodukcijai bei jų sveikatos priežiūrai. Daugumas žmonių net nepamąsto kokias maisto medžiagas jie suvartoja valgydami maistą. Žmonės, sėsdami prie stalo valgyti, valgo maistą, o ne maisto medžiagas. Todėl jie susikoncentruoja ties valgomo maisto skoniu, kvapu, tekstūra, estetika (1). Sportininkams, kariams, žmonėms dirbantiems sunkų fizinį darbą ar kitiems, kurie nuolat patiria sunku fizinį ir psichologinį krūvį, gali pasireikšti imuninės sistemos susilpnėjimas bei su šia sistema susijusios ligos. Patiriant didelį fizinį krūvį, organizmas, reikalauja pagrindinių maisto medžiagų, tokių kaip, baltymai, taip pat mineralinių medžiagų ir vitaminų (2).

Augaluose yra daug maistinių skaidulų, kurios padeda mažinti energijos tankį, taip pat ankštiniai ir kiti augalai ar jų produktai yra puikus baltymų šaltinis. Augaliniuose produktuose taip pat yra reikiamas kiekis mineralinių medžiagų bei vitaminų (3). Šiuo metu pasaulyje pirmauja sojos, kaip augalinis baltymų šaltinis, tačiau sparčiai atsiranda ir kitų alternatyvų galinčių papildyti augalinių maisto produktų racioną. Sparčiai populiarėja ankštiniai augalai, įvairios augalinės sėklos bei daržovės (4).

Augalai visais laikais buvo žmonių mitybos dalis suteikianti energijos ir teikianti maisto medžiagų organizmui. Augalinių baltymų vartojimas yra puiki alternatyva pakeičiant gyvulinės kilmės baltymus ir taip padidinant jų įsisavinamumą. Taip pat gyvulinių baltymų išauginimas reikalauja 100 kartų daugiau vandens nei augalinių baltymų. Teisingas augalinių baltymų pasirinkimas gali užtikrinti tinkamą kiekį pagrindinių amino rūgščių reikalingų žmogaus organizmui. Daugelis gyvūninių baltymų turi reikiamą būtinų amino rūgščių kiekį, tačiau daugelis augalinių baltymų suteikia organizmui optimaliai proporcingą kiekį amino rūgščių. Tačiau ne vien tik amino rūgščių kiekis nulemia produkto maistingumą ir baltymų kokybę, bet ir jų virškinamumas, tirpumas, įsisavinamumas.

Visgi augalinius baltymus sudėtinga išlaikyti apdorojant produktą, siekiant sustiprinti skoninės, estetines savybes. Tokie veiksniai, kaip temperatūra, kaitinimo trukmė, drėgmės kiekis apdoravimo metu gali sumažinti baltymų virškinamumą (4). Tikslingas fermentacijos taikymas maisto produktų ir gėrimų paruošimo procesuose yra priemonė, gerinanti juslines savybes, suteikianti konservuojančių savybių bei turinti gydomąjį poveikį (5). Taip pat, fermentacija PRB pagerina augalinių produktų mitybinę vertę bei padidina jų virškinamumą *in vitro* (6).

**Taigi, darbo tikslas buvo** parinkti baltymingus augalus padidintos biologinės vertės užkandžių gamybai, o jų biologinės vertės pagerinimui pritaikyti biotechnologinius procesus.



**Darbo uždaviniai:**

1. Padidintos biologinės vertės užkandžių gamybai parinkti baltymingus augalus, pagal jų juslines savybes ir maistinę vertę (kanapių sėklos, kanapių baltymai, topinambai, sojų miltai);
2. Atlikti baltymingų augalų biotechnologinį apdorojimą mikroorganizmais, siekiant sumažinti greitai virškinamų angliavandenių kiekį ir padidinti baltymų virškinamumą *in vitro*;
3. Įvertinus gautų produktų savybes (pH, bendrą titruojamąjį rūgštingumą, drėgmės kiekį, bendrą mezofilinių pieno rūgšties bakterijų kiekį, biogeninių aminių kiekius, antiradikalinį aktyvumą, bendrą fenolinių junginių kiekį, virškinamumą, bendrą priimtinumą) parinkti optimaliausią apdorojimo būdą;
4. Įvertinti fermentacijos įtaką fenolinių junginių kiekiui ir laisvųjų radikalų surišimo pajėgumui baltyminguose užkandžiuose;
5. Atlikti gautų rezultatų palyginamąjį įvertinimą.

# 1. LITERATŪROS APŽVALGA

## 1.1. Kanapės ir jų produktai, jų cheminės sudėties specifika, panaudojimas maisto pramonėje

Kanapių sėklos jau tūkstančius metų yra svarbus maisto šaltinis įvairių pasaulio šalių kultūrose. Tai universalus augalas, nuo senų laikų žmonės kanapes naudojo audinių gamybai, aliejaus spaudimui, kaip vertingą maisto komponentą jėgų atstatymui bei kaip medicininį preparatą.

Kanapės skirstomos į pramoninio naudojimo, kuriose THC (tetrahidrokanabinolio) kiekis neviršija 0,2 proc. ir į narkotinių medžiagų turinčias kanapes, kuriose THC kiekis viršija 5 proc. Pramoninio naudojimo arba maistinės kanapės yra itin vertingos dėl savo maistinių savybių. Maistinėse kanapių sėklose yra daugiau kaip 30 proc. riebalų, 25 proc. baltymų, taip pat didelis kiekis skaidulinių medžiagų, vitaminų bei mineralų (7). Kanapių sėklose yra daugiau kaip 80 proc. polinesočiųjų riebalų rūgščių (nuo bendro riebalų rūgščių kiekio), kuriose dominuoja nepakeičiamosios linolio (18:2 *omega*-6) ir alfa-linolenų (18:3 *omega*-3) riebalų rūgštys. Omega-6 ir omega-3 riebalų rūgščių santykis šiose sėklose, atitinkamai, yra 2:1 ir 3:1, ir jis laikomas optimaliu žmogaus sveikatai.

Pagrindiniai baltymai kanapių sėklose yra edestinas ir albuminas. Šių baltymų koncentracija kanapių sėklose siekia, atitinkamai 65 proc. globulino (vadinamo edestinu) ir 33 proc. albumino (8). Abu šie aukštos biologinės vertės baltymai yra lengvai virškinami ir juose yra visos pagrindinės aminorūgštys, reikalingos žmogaus organizmui. Taip pat kanapių sėklose yra išskirtinai aukštos kokybės aminorūgšties arginino (7). Maistingų medžiagų kiekiai (proc.) maistinių kanapių sėklose pateikti 1 lentelėje.

**1 lentelė.** Maistinių kanapių sėklų maistingų medžiagų kiekiai (proc.).

Maistinės medžiagos	Nelukštentos kanapių sėklos	Kanapių miltai
Riebalai	35,5	11,1
Baltymai	24,8	33,5
Angliavandeniai	27,6	42,6
Drėgmė	6,5	5,6
Pelenai	5,6	7,2
Energetinė vertė (kJ/100 g)	2200	1700
Maistinės skaidulos (proc.)	27,6	42,6
Virškinamos skaidulos	5,4	16,4
Nevirškinamos skaidulos	22,2	26,2

(7)

Nepaisant gerų fizikinių cheminių ir funkcinių kanapių baltymų izoliato savybių bei itin aukštos mitybinės aminorūgščių sudėties, šių baltymų funkcinės savybės (ypač baltymų tirpumas) yra prastos, palyginus su sojų baltymų izoliato (8).

Didžiausią kanapių baltymų dalį sudaro edestinas (globulinas) ir albuminas, taip pat kaip sojų heksamerinis glicinas, edestinas yra sudarytas iš šešių identiškų subvienetų komplekso, kurių kiekvieną sudaro rūgštus subvienetas, pagrindinis subvienetas, ir jie sujungti viena disulfidine jungtimi (9,7). Šis baltymas gali būti efektyviai išgaunamas šarmais arba rūgštimis nusodinant kanapių sėklose esančius riebalus (8). Iš kanapių baltymų izoliatų, edestinas yra pagrindinis ir sudaro didžiąją dalį (apie 70 proc.) visų baltymų. Šio baltymo tirpumas yra daug mažesnis, palyginus su analogišku sojų baltymų izoliatu, kuriuose matoma akivaizdi baltymų agregacija. Manoma, tai yra dėl to, kad vyksta laisvų tiolio grupių ir disulfidinės jungties pasikeitimai tarp atskirų baltymų komponentų (8). Prastas tirpumas pablogina kanapių baltymų funkcines savybes. Xian-Sheng Wang ir kitų darbuose buvo publikuota, kad kanapių baltymų prastą tirpumą efektyviai galima pagerinti naudojant ribotą fermentinę hidrolizę su tripsinu (10). Fermentinė hidrolizė gali būti taikoma ne tik technologijai gerinti, siekiant pakeisti maistinių baltymų savybes, bet ir kaip priemonė, kuri padidina baltymų biologinę vertę (11). Tačiau, fermentinė hidrolizė lemia kitų funkcinių savybių pablogėjimą, tokių kaip putų susidarymo pajėgumas, putų stabilumas, vandens rišlumas ir riebalų absorbcijos pajėgumas (10).

Skirtumus tarp kanapių baltymų albumino ir globulino funkcijų gali nulemti aminorūgščių sudėtis bei pH pokyčiai. Polipeptidinė sudėtis rodo, jog globulinas turi daugiau disulfidinių jungčių, todėl šis baltymas sudaro standžią konsistenciją ir padeda išlaikyti aromatines aminorūgštis. Didelis hidrofobinis aminorūgščių kiekis bei gebėjimas sudaryti standžią konsistenciją, mažina baltymų tirpumą ir putų susidarymą. Tai ir patvirtina šio baltymo funkcinių savybių gebėjimą sąveikauti su vandeninėmis fazėmis. Gebėjimas formuoti emulsijas, nėra priklausomas nuo baltymų tirpumo, todėl abiejų baltymų frakcijos yra geri ingredientai maisto produktų emulsijų gamybai. Tačiau iš šių dviejų pagrindinių kanapių baltymų, tik albuminas gali būti panaudojamas maistinių putų gamyboje (12).

## **1.2. Sojų cheminės sudėties specifika, panaudojimas maisto pramonėje**

Sojos pradėtos auginti prieš 3000 metų Kinijoje ir jos yra vienos seniausių pasėlių Tolimuosiuose Rytuose. 18-ame amžiuje buvo keletas bandymų auginti sojas Pranzūzijoje bei Anglijoje, tačiau tolimesnė pasėlių plėtra nebuvo įgyvendinta. Tuo tarpu Jungtinėse Amerikos Valstijose (JAV), nuo 1930 metų buvo pradėtas vystyti sojų agrokultūros auginimas ir šiuo metu JAV yra didžiausia sojų auginantysis šalis: JAV,  $7 \times 10^7$  t; Brazilija,  $5,8 \times 10^7$  t; Argentina,  $5,8 \times 10^7$  t; Kinija,  $1,7 \times 10^7$  t; Indija,

1,0 x 10<sup>7</sup>t (13). Išstisus amžius Kinai bei kitos rytų tautos tokios kaip, Japonai, Korėjiečiai taip pat pietryčių Azijos gyventojai sojas naudoja įvairiomis formomis kaip vieną iš svarbiausių baltymų šaltinių. Išgaunamas baltymų kiekis, tenkantis atitinkama žemės ploto vienetui, yra gerokai didesnis nei iš kitų paselių kultūrų. Ši maža ir ilgus amžius gyvuojanti pupelė buvo vadinama „geltonuoju perlu“, „didžiuoju lobiu“, „gamtos stebuklinguoju baltymu“ bei „mėsos lauku“. Dabar šis augalas pristatomas, kaip perspektyva kovojant su pasauliniu badu bei kaip vienas iš pagrindinių baltymų šaltinių.

Sojų pupelės pripažįstamos ne tik dėl baltymų, bet ir dėl didelio riebalų kiekio. Sojos pupelėje yra 36 proc. baltymų, 35 proc. angliavandenių (iš kurių 17 proc. maistinių skaidulų), 19 proc. riebalų, 5 proc. mineralinių medžiagų bei vitaminų (sausosiose medžiagose) (14,15). Sojų aliejus plačiai naudojamas pramonėje. Sojų aliejuje yra 15,6 proc. sočiųjų riebalų rūgščių, 22,7 proc. mononesočiųjų riebalų rūgščių ir 57,7 proc. polinesočiųjų riebalų rūgščių (7 proc. linoleno ir 54 proc. linolo rūgščių) (15).

Sojų baltymai yra vienas iš pigiausių augalinių baltymų šaltinių (16). Šie augaliniai baltymai gali būti geras gyvulinių baltymų pakaitalas. Jų aminorūgščių sudėtis, išskyrus sieros turinčias aminorūgštis (metioniną ir cisteiną), yra labai panaši į gyvūninės kilmės baltymų. Sojų baltymuose yra daugelis nepakeičiamųjų aminorūgščių, reikalingų gyvūnų bei žmonių organizmo funkcijoms užtikrinti. Tyrimuose su žiurkėmis įrodyta, kad sojų baltymų biologinė vertė yra labai panaši į daugybę gyvūninių baltymų tokių kaip, kazeinas, kuriame gausu metionino (17). Sojų pupelėse yra didelis kiekis glicino ir beta-konglicino (15). Pagal baltymų kokybės vertinimo standartą (PDCAAS), sojų baltymai turi pakankamą aminorūgščių kiekį, reikalingą žmogaus mitybiniais poreikiams patenkinti bei yra pripažinti aukštos kokybės augaliniais baltymais (18).

Daug biologiškai aktyvių medžiagų yra išskiriamos iš sojų pupelių ir sojų produktų. Taigi, šis augalinis baltymų šaltinis, taip pat turtingas izoflavonais, peptidais, flavanoidais, fitinine rūgštimi, saponiniais, lektiniais, vitaminais ir kitomis medžiagomis, kurios teigiamai veikia žmogaus organizmą. Viena iš pagrindinių ir svarbiausių medžiagų sojose yra izoflavonai, kurių pagrindą sudaro daiceinas ir genisteinas. Sojų produktuose, tokiuose kaip, tofuar sojų pienas, yra didelės šių medžiagų koncentracijos. Be to, šie izoflavonai yra vienas iš pagrindinių fitoestrogenų šaltinių žmogaus mityboje (15).

Fermentacija keičia sojų produktų fizikines bei chemines savybes tokias kaip, spalva, skonis, kvapas, bioaktyvių komponentų kiekis. Šie pokyčiai skiriasi, priklausomai nuo gamybos technologijos: fermentacijos sąlygų, priedų bei naudojamų mikroorganizmų (bakterijų ar mielių ir jų metabolizmo). Modifikuojant fizikines chemines savybes, fermentacijos metu sojos produktuose keičiasi bioaktyvūs komponentai, pavyzdžiui izoflavanai ir peptidai, daugeliu atvejų padidėja jų bioprieinamumas. Tačiau apdorojant sojų pupeles tokiais metodais kaip, virimas, skrudinimas, džiovinimas, kepimas, keičiasi ir jų

maistinė vertė (15,19,20,21,22). Fermentacija yra puikus metodas, norint pagerinti sojų maistines ir funkcionaliasias savybes bei praturtinti bioaktyviais komponentais. Kita vertus, sojų baltymų (glicino) konformacija fermentacijos metu gali kisti dėl šilumos ar druskos poveikio (23). Daugybė didelių molekulių neapdorotose sojų pupelėse yra suskaidomos fermentinės hidrolizės metu ir susiformuoja mažos molekulinės masės junginiai, kurie atsakingi už naujas funkcines galutinio produkto savybes. Pavyzdžiui, izoflavonai iš kurių geriausiai žinomi 6-O-malonilgliukozidas ir  $\beta$ -glikozidas, kartu su sojų baltymais, yra pažeidžiami apdorojant karščiu bei fermentuojant (24).

### **1.3. Topinambai, jų cheminė sudėtis, panaudojimas maisto pramonėje**

Topinambai yra saulėgražų šeimos augalai, kurie paplitę visose klimato zonose, nes gali augti net ir nepalankiomis klimato sąlygomis. Dar kitaip vadinami Jeruzalės artišokais, topinambai nieko bendro su jais neturi, bet yra panašūs į imbierą, turi riešutams būdingą skonį ir gali būti vartojami tiek apdoroti, tiek neapdoroti termiškai (25,26). Topinambų gumbus sudaro 75-79 proc. vandens, 2-3 proc. baltymų ir 15-16 proc. angliavandenių iš kurių 80 – 90 proc. yra inulinas, 7 – 14 proc. sacharozė ir 3 – 6 proc. redukuojantys sacharidai. Taip pat, gumbų sudėtyje yra platus spektras įvairių mineralinių medžiagų (Ca, P, Fe, Na, K, Zn, Mg, Cu ir Mn) (27,28).

Topinambuose esantis inulinas yra žinomas ne kaip krakmolingas angliavandenis, o kaip fruktanas, kuris yra laikomas funkcionaliū maisto ingredientu, turinčiu prebiotinių savybių. Inulinas yra biopolimeras sudarytas iš D-fruktozės monomerų, kurie sujungti  $\beta$  (2 $\rightarrow$ 1) ryšiais. Tokia fruktozės monomerų sistema daro inuliną nevirškinamą žmogaus virškinimo sistemoje, todėl jį vartojant nedidindamas cukraus kiekis kraujyje (29,30).

Dėl savo savitos cheminės struktūros ir gerų maistinių savybių, topinambuose esantis inulinas naudojamas, kaip prebiotikas (31), kaip riebalų ir cukraus pakaitalas bei maisto produktų tekstūrai gerinti (32). Inulinui, kaip fruktanui, yra skiriamas labai didelis dėmesys ir jis yra geriausias prebiotines savybes turintis augalas (33,34,35). Įrodyta, kad inulinas bei oligofruktozė gali būti veiksmingi prebiotikai. Tai buvo įrodyta tiek *in vitro*, tiek *in vivo* tyrimais skirtingose laboratorijose. Dėl jų pripažintų prebiotinių savybių, o ypač dėl selektyvios storosios žarnos bifidobakterijų stimuliacijos, abi šios medžiagos yra naudojamos naujų, didesnės vertės maisto produktų kūrimui. Pavyzdžiui, tokių, kaip: gaivieji gėrimai, jogurtai, sausainiai, pyragai, maistinės pastos (34).

Taip pat inulinas maisto pramonėje labai plačiai naudojamas dėl savo mažo glikeminio indekso, tekstūros bei juslinių savybių pagerinimo (36). Topinambai gali būti naudojami ne tik kaip maisto produktai, bet ir kaip žaliava bioetanolio pramonėje, dėl jame esančio didelio kiekio inulino, kuris gali

būti lengvai hidrolizuojamas (37). Taip pat maisto pramonėje populiarėja topinambų milteliai, kurie gaunami išdžiovinus ir sumalus topinambų gumbus. Tokiu būdu gaunami milteliai išlaiko visas maistines savybes ir juose išlieka dideli skaidulinių (ląstelienos – 14 proc. ir inulino – 59 proc.) ir mineralinių medžiagų kiekiai bei vitaminai. Jie suteikia lengvai saldų skonį, todėl gali būti plačiai naudojami dietinių maisto produktų gamyboje. Nustatyta, kad topinambų milteliai gali būti naudojami dešrelių gamyboje, didinat jų mitybinę vertę bei gerinant tekstūros savybes. Rusijoje atliktame bandyme nustatyta, kad pakeitus dalį mechaniškai atskirtos mėsos topinambų milteliais, pagerėjo baltymų ir riebalų santykis, pailgėjo produkto vartoti tinkamumo terminas ir padidėjo mineralinių medžiagų kiekis (25).

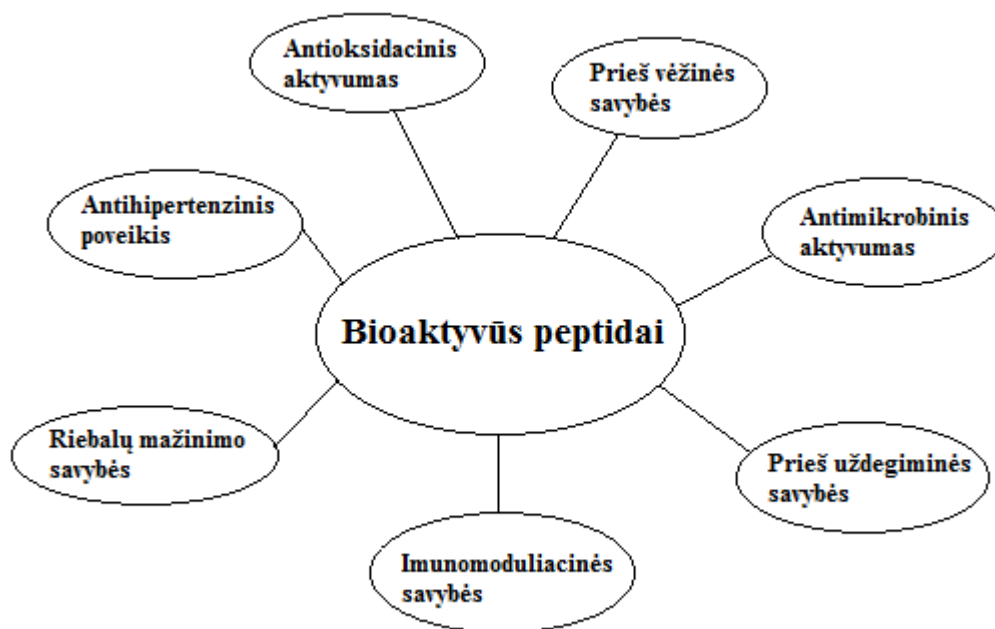
#### **1.4. Savitos cheminės sudėties augalų panaudojimas mityboje ligų prevencijai**

**Sojos.** Išeminės širdies ligos yra pagrindinė mirčių priežastis visame pasaulyje ir sudaro apie 30 proc. mirčių kiekvienais metais. Pastarieji 30 metų klinikinių ir epidemiologinių tyrimų parodė, kad reguliariai vartojami sojų baltymai mažina išeminių širdies ligų riziką (38). Augalinių baltymų vartojimas, o ypač sojų baltymų, yra labai perspektyvi ir nebrangi prevencinė priemonė mažinant šios ligos riziką. Sojų baltymų vartojimas mažina lipidų kiekį kraujyje, įskaitant ir cholesterolį (39). Sojos turi aukštą biologinę vertę jose didelis kiekis: aminorūgščių, bioaktyvių peptidų ir izoflavonų (40). Sojose esantys izoflavonai pasižymi antioksidacinėmis savybėmis, prieš uždegiminiu bei prieš vėžiniu poveikiu (41,42,43). Sojų baltymų vartojimas yra atvirkščiai proporcingas nutukimo rizikai (44). Taip pat, sojų izoflavonas genisteinas slopina vėžinių ląstelių augimą, tokiu būdu neleidžia vystytis adenomoms bei atsirasti prostatos vėžiui (45). Sojose esantys izoflavonai, o ypač genisteinas turi hormoninį ir nehormoninį poveikį onkologinių ligų prevencijai. Hormoninio veikimo metu, izoflavonai geba slopinti tirozinkinazes ir dalyvauja reguliuojant ląstelių augimą. Be to, sojų baltymai ir peptidai prevenciškai veikiaviose vėžio stadijose (15).

Sojų, kanapių sėklų, linų sėmenų, rapsų baltymai naudojami bioaktyvių peptidų gamybai (46). Bioaktyvūs peptidai yra neaktyvios aminorūgščių sekos, tačiau jų veikimas gali būti aktyvuojamas fermentuojant, maisto perdirbimo metu ar virškinamajame trakte (47).

**Kanapės.** Padidėjęs kraujo spaudimas lemia hipertenziją bei daugumoje šalių yra atsakingas už 45-51 proc. visų mirčių (16). Padidėjęs kraujo spaudimas yra žinomas rizikos veiksnys, kuris sukelia tokias širdies ir kraujagyslių ligas kaip, koronarinės širdies ligos, širdies nepakankamumas, smegenų insultas, periferinių arterijų ligos ir inkstų nepakankamumas (48). Kokybiškų aminorūgščių (edestino ir albumino) buvimas kanapių sėklų baltymuose bei puikus jų virškinamumas skatina šių medžiagų

veiksmingumą ir yra bioaktyvių peptidų šaltinis (49). Kanapių sėklų baltymai yra puiki žaliava antihipertenziniams baltymams gaminti (48,50). Žmonių sveikatos bei ligų prevencijos sąsajos su bioaktyviais peptidais pateikta 1 paveiksle.



*1 pav.* Bioaktyvių baltymų peptidų sąsajos su žmonių sveikata ir ligų prevencija (47).

### **1.5. Pieno rūgšties bakterijos ir jų taikymas maisto produktų vertės didinimui**

*Lactobacillus* gentis yra didžiausia *Lactobacteriaceae* šeimos grupė, kurioje yra daugiau nei 130 rūšių. Pieno rūgšties bakterijos turi sudėtingą proteolitinę sistemą, galinčia hidrolizuoti maisto baltymus, peptidus ir aminorūgštis, taip prisidedant prie skonio, konsistencijos, aromato gerinimo fermentuotuose maisto produktuose (51).

Pieno rūgšties bakterijos (PRB) yra antagonistiniai mikrobai, kurių panaudojimas maisto pramonėje yra plačiai ištirtas. PRB yra gramteigiamos anaerobinės bakterijos, sporų nesudaro, katalazės reakcija neigiama, tačiau dalinai toleruoja deguonį, taip pat sukelia rūgimą. Angliavandenių fermentacijos metu PRB išskiria pieno rūgštį, kuri yra galutinis metabolitas (52,53). Angliavandeniai yra paverčiami į pieno rūgštį, kuri yra labiau priimtinesnė virškinamajam traktui. Šios bakterijos pasižymi specifiskumu

mitybinei terpei, jos daugintisreikia angliavandenių, aminorūgščių, peptidų, nukleorūgščių ir vitaminų. Pieno rūgštį gaminančios bakterijos yra: *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Aerococcus*, *Pediococcus*, *Carnobacterium*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Weissella* ir *Vagococcus*. Taip pat jos skirstomos į dvi atskiras grupes, pagal galutinį metabolizmo produktą, susidariusį gliukozės fermentacijos metu: homofermentinės PRB (*Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Lactobacilli*) kaip galutinį produktą gamina pieno rūgštį ir heterofermentinės PRB (*Weissella*, *Leuconostoc*, *Lactobacilli*) kaip galutinį produktą gamina laktatą, etanolį ir anglies dioksidą (54).

PRB yra natūralus biokonservantas ir perspektyvi alternatyva gerinant maisto saugą (55). PRB naudojamos grūdų produktų, pieno, daržovių, mėsos ir alkoholinių gėrimų pramonėje, kur fermentacijos metu pagerina produktų maistines bei tekstūros savybes ir sulėtina nepageidaujamų mikroorganizmų veiklą (54). Tikslingas fermentacijos taikymas maisto produktų ir gėrimų paruošimo procesuose yra priemonė, gerinanti juslines savybes, maistinę vertę, suteikianti konservuojančių savybių bei turinti gydomąjį poveikį (5). PRB pasižymi antimikrobiniu aktyvumu, kuris aiškinamas jų gebėjimu produkuoti organines rūgštis – pieno, acto, propiono, skruzdžių bei kitas antimikrobines medžiagas (bakteriocinus, vandenilio peroksidą) (56). Nustatyta, kad fermentacija gali pagerinti baltymų kokybę (57) padidinti B grupės vitaminų bei magnio ir cinko įsisavinamumą (58,59). Maisto fermentacija, naudojant PRB yra visiškai saugi – netoksiška ir nepatogeniška.

Fermentacija yra nuo seno žinoma biotechnologija, kuri ilginamaisto produktų vartoti tinkamumo terminą, gerina mitybinę vertę bei kokybę. Neseniai šis būdas pradėtas taikyti gamyboje, siekiant iš maisto išgauti bioaktyvius junginius. Taip pat fermentacija yra naudojama, norint padidinti bioaktyvių fenolinių junginių kiekį bei padidinti maisto antioksidacinį aktyvumą (60). Mokslininkų teigimu, fermentacija grynomis PRB yra ypač efektyvi ir padeda baltymingiems augaliniams produktams padidinti maistinę vertę. Be to, veikiant PRB, pagerėja augalinių baltymų virškinamumas (6).



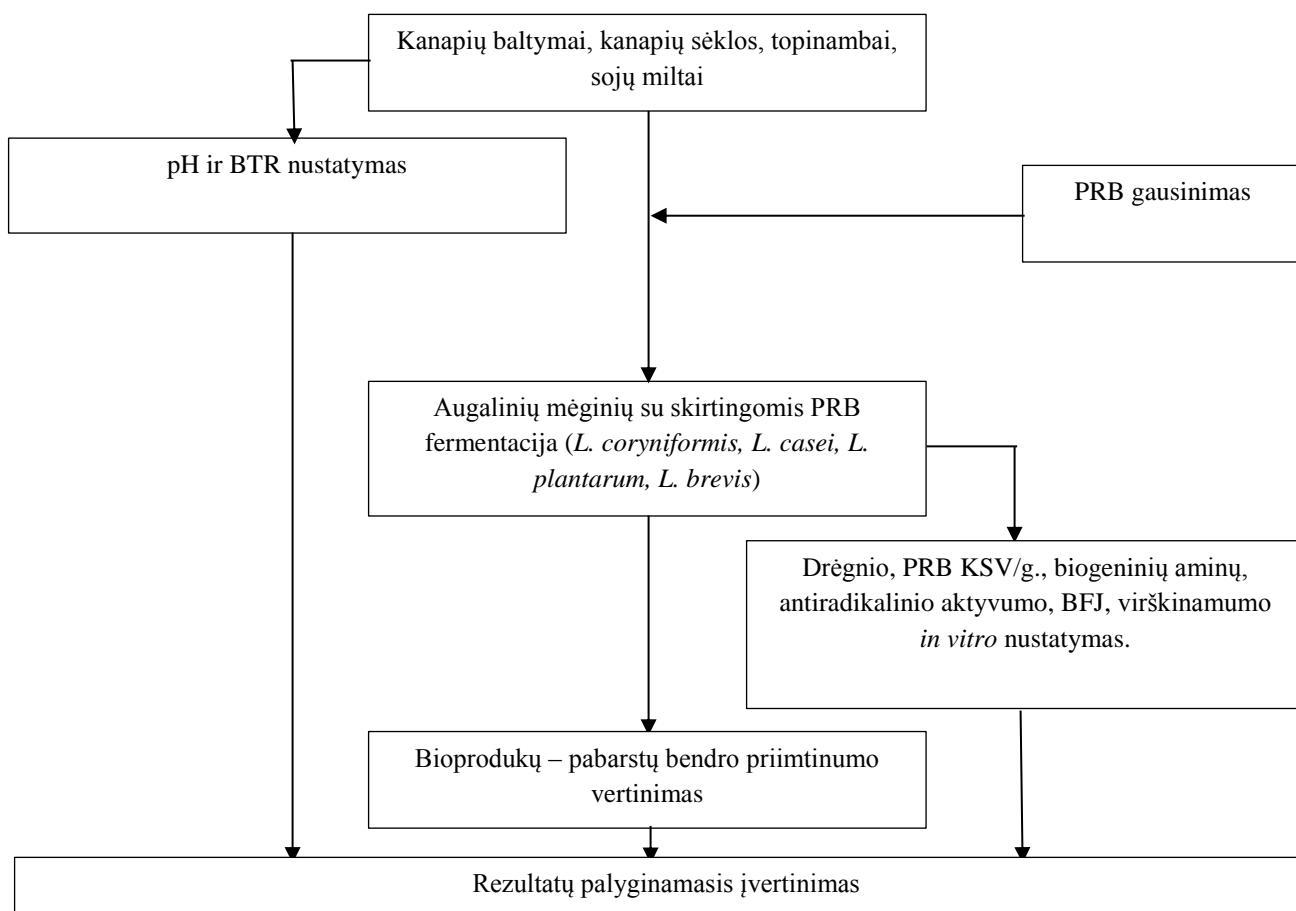
## 2. TYRIMŲ METODIKA

### 2.1. Pagrindinės tyrimų kryptys ir jų pagrindimas

Tyrimo metu buvo pagaminti baltymingų augalų bioproduktai – pabarstai maisto pagardinimui ir vertės padidimui. Jų gamybai naudoti kanapių baltymai („Hempus“), kanapių sėklos („Hempus“), topinambai (gauti iš ekologinio ūkio) ir sojų miltai su sumažintu riebalų kiekiu („Kornita“). Siekiant pagerinti šių produktų virškinamumą bei juslines savybes buvo vykdoma fermentacija su 4 skirtingomis pieno rūgšties bakterijomis (*L. coryniformis*, *L. casei*, *L. plantarum*, *L. brevis*). Darbo metu įvertinta fermentacijos technologijos įtaka augalinių bioproduktų - pabarstų kokybės rodikliams.

Eksperimento metu nustatytas mėginių pH bei BTR, drėgnis, PRB KSV/g, biogeninių aminių kiekis, antiradikalinis aktyvumas, bendras fenolinių junginių kiekis (BFJ), virškinamumas *in vitro* ir bendras priimtumas.

Pagrindiniai tyrimo etapai pateikti 2 paveiksle.



2 pav. Pagrindiniai tyrimo etapai

## 2.2. Tyrimo objektai, medžiagos ir jų paruošimas analizei

Bioproduktų - pabarstų gamybai naudotos žaliavos: bioproduktų - pabarstų gamybai naudoti ekologiški kanapių produktai (kanapių baltymai ir kanapių sėklos), topinambai ir sojų miltai. Tyrime naudotų produktų maistinė ir energinė vertė pateikta **2 lentelėje**.

Augalinių produktų fermentacijai buvo naudotos pieno rūgšties bakterijos (*L. coryniformis*, *L. casei*, *L. plantarum*, *L. brevis*). PRB buvo gautos iš Lietuvos sveikatos mokslų universiteto, Maisto saugos ir kokybės katedros, Augalinių produktų mokslo grupės kolekcijos. Prieš naudojimą PRB buvo kultivuojamos MRS sultinyje ( $10^9$  KSV/ml) išlaikant termostate 30 °C temperatūroje 48 valandas.

**2 lentelė.** Tyrime naudotų produktų maistinė ir energinė vertė.

	<b>Kanapių baltymai</b> „Hempus“	<b>Kanapių sėklos</b> „Hempus“	<b>Topinambai</b> (iš ekologinio ūkio)	<b>Sojos miltai</b> „Kornita“
<b>Maistinė vertė 100g produkto:</b>				
Energinė vertė, Kcal	347	494	72	377
Riebalai, g	11	36	0	6
Angliavandeniai, g	4	2	17	38
Baltymai, g	49	26	2	49

## 2.3. Tyrimo metodai

### 2.3.1. Kanapių sėklų, kanapių baltymų, topinambų ir sojų pH nustatymas

Tiriamųjų mėginių (kanapių sėklų, kanapių baltymų, topinambų ir sojų) pH buvo išmatuotas pH – metru „Sartorius Professional Meter PP – 15“. Prieš matavimus, 5 g kiekvieno tiriamo mėginio buvo sumaišoma su 5 ml distiliuoto vandens. Matavimai buvo atlikti po 0 ir 24 val. fermentacijos.

### 2.3.2. BTR tyrimo metodika

10 g tiriamojo mėginio sumaišyta su 100 ml distiliuoto vandens ir į mišinį įlašinus 3 lašus fenolftaleino (1 proc. spiritinis tirpalas) nutitruota 0,1 N NaOH tirpalu, kol išnyks rausvai rožinė spalva (LST ISO 11869:2003). Titruojamasis rūgštingumas išreikštas Neimano laipsniais (°N) ir apskaičiuotas pagal formulę:  $X_p = 2 \cdot a \cdot k$ , kur:  $X_p$  – BTR;  $a$  – NaOH tirpalo kiekis sunaudotas mėginio titravimui (ml),  $k$  – NaOH tirpalo titro pataisos koeficientas ( $k = 1$ ). Matavimai buvo atlikti po 0 ir 24 val. fermentacijos (61).

### **2.3.3. Drėgmės kiekio nustatymo metodika**

Drėgmės kiekis buvo nustatytas fermentuotuose kanapių sėklų, kanapių baltymų, topinambų ir sojų mėginiuose. Nustatymui buvo pasverti 5 g mėginio (kiekvieno mėginio, fermentuoto atskiromis PRB) ir džiovinami 105±2 °C temperatūroje iki pastovios masės (~12 val.). Vėliau išdžiovinus mėginius buvo dar kartą sveriami ir skaičiuojamas drėgmės nuostolis išreikštas masės nuostolio procentais.

### **2.3.4. Bendro mezofilinių pieno rūgšties bakterijų kiekio tyrimo metodika**

Mėginių tyrimui buvo taikomas kolonijų skaičiavimo 30 °C temperatūroje būdas (Horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acid bacteria - Colony-count technique at 30 °C), kuris aprašytas ISO 15214:2009 standarte (62).

### **2.3.5. Biogeninių aminių analizės metodika**

Biogeninių aminių analizė atlikta efektyviosios skysčių chromatografijos atvirkštinių fazių metodu. ESSC sistemą sudarė: Agilent 1200 Series keturių kanalų siurblys G1354A; vakuuminis nudujinimo įrenginys G1322A; kolonėlių termostatas G1316A; standartinis mėginių įvedimo įrenginys G1329A; diodinės matricos detektorius G1315D; chromatografinės analizės duomenų kaupimo ir įvertinimo sistema: 1200 Series Instant pilot, programinė įranga Agilent HPLC ChemStation, EZ Chrom Elite. Naudota kolonėlė LiChroCART® (Superspher 60 RP C18; 250 x 4,6 mm, dalelių dydis 5 µm, Vokietija), eliuentas: B – acetonitrilas, A – amonio acetatas 0,1 mol/l. Analizuota 28 min, pirmas 19 min keičiant eliuento sudėtį nuo 50 proc. B iki 90 proc. B (atitinkamai nuo 50 proc. A iki 10 proc. A), po to 1 min, paliekant eliuento sudėtį pastovią – 90 proc. B (10 proc. A), ir po to, kad būtų užtikrintas kitos analizės medžiagų atskyrimas, 8 min kolonėlė pildoma eliuentu, kurio sudėtis 50 proc. B ir 50 proc. A. Debitas visos analizės metu 0,9 ml/min, UV detekcija vykdyta esant 254 nm bangos ilgiui. BA identifikuoti, lyginant kiekvieno nustatomo amino sulaikymo kolonėlėje trukmę su kiekvienos etaloninės medžiagos sulaikymo trukme. Kiekybinė analizė atlikta, taikant vidinio standarto metodą, skaičiuojant smailės plotą apibrėžtam etaloninės medžiagos kiekiui. Tyrimų kartotinumai 3 kartai, pateikiamos vidutinės reikšmės ir standartinis nuokrypis. Identifikuoti biogeniniai aminai: feniletilaminas, putrescinas, kadaverinas, histaminas, tiraminas, spermidinas ir sperminas. Jų nustatymo riba 0,1 mg/kg (63).

### **2.3.6. Antiradikalinio aktyvumo (DPPH) fermentuotuose mėginiuose tyrimo metodika**

Antiradikalinis aktyvumas įvertintas pagal X. K. Zhu ir kitų (2011) metodiką. Mėginiai tirti spektrofotometru UVIKON 930 (*Kontron Instruments*, Italija), esant 517 nm bangos ilgiui (64).

### **2.3.7. Bendro fenolinių junginių kiekio mėginiuose tyrimo metodika**

Bendras fenolinių junginių kiekis augaliniuose mėginiuose nustatytas spektrofotometriniu metodu, taikant V. L. Singleton ir kt. (1999) metodiką, naudojant Folin-Ciocalteu reagentą („Sigma“, Vokietija) (65).

### **2.3.8. Baltymų virškinamumo *in vitro* tyrimo metodika**

Baltymų virškinamumo nustatymas atliktas pagal Lqari ir kitų (2002) metodiką. Baltymingi augaliniai mėginiai buvo sumaišyti su 10 ml vandens ir pH buvo koreguojama iki 8 su 0,1 mol/l NaOH. Fermentinis tirpalas su 1,6 mg tripsino (18 U/mg), 3,1 mg alfa-chimotripsino (40 U/mg) ir 1,3 mg proteazės (15 U/mg) buvo įtrauktas į baltymų suspensiją santykiu 1:10. Mišinio pH buvo matuojamas lygiai po 10 min ir baltymų virškinamumas *in vitro* apskaičiuotas procentais, naudojant formulę:  $BV = 210,464 - 18,103 \times pH$  (66).

### **2.3.9. Bioproduktų bendro priimtimumo vertinimas**

Bioproduktų juslinės savybės (bendras priimtimumas) buvo įvertintos pagal standartą (LST EN ISO 13299:2010. Juslinė analizė) Vertinimą atliko 5 žmonių grupė. Vertinimui buvo pasirinkta 70 mm intensyvumo skalė (67).

### **2.3.10. Matematinė statistinė analizė**

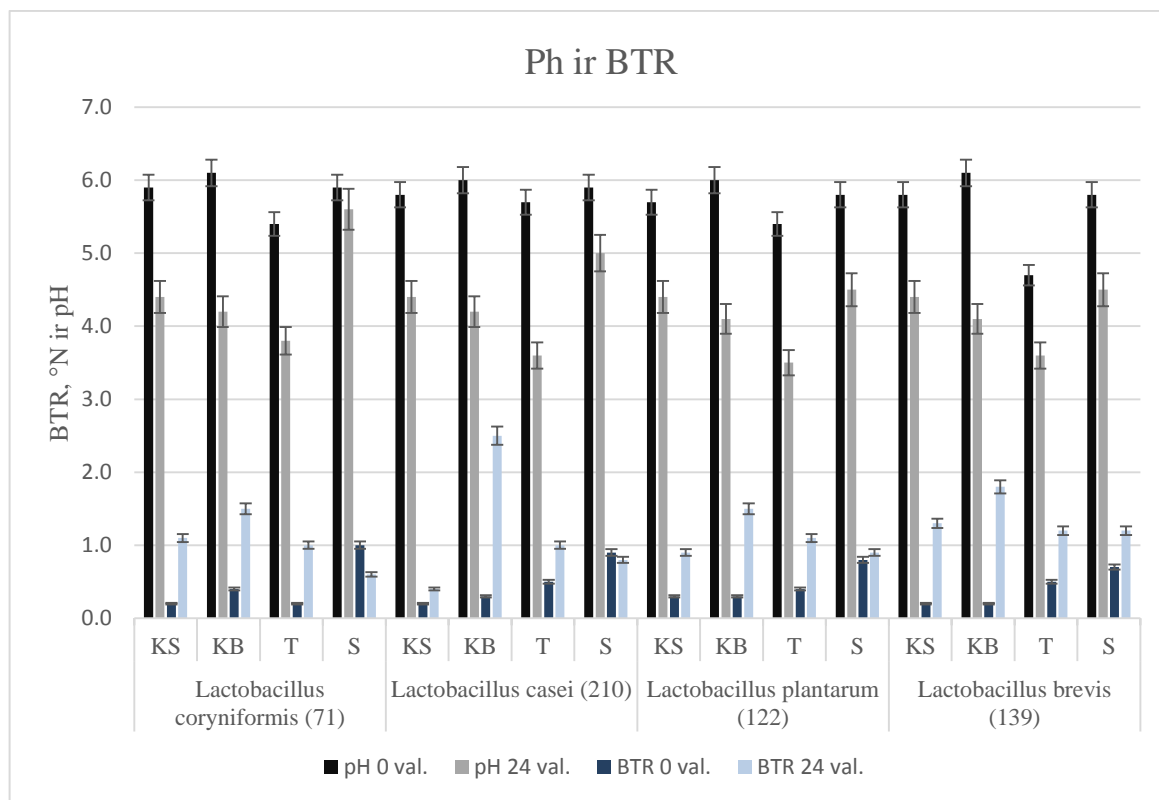
Fermentuotų bioproduktų - pabarstų gamyba kartota du kartus, lygiagrečiai tiriant po tris mėginius. Gautų tyrimo duomenų matematinė statistinė analizė atlikta, naudojant *MS Excel* ir *SPSS* statistinį programinį paketą.

Rezultatams buvo apskaičiuotas standartinis nuokrypis, vidutinė vertė, didžiausios ir mažiausios reikšmės, variacijos koeficientas ir atlikta daugiafaktorinė dispersinė analizė bei įvertinta skirtingų faktorių (skirtingų PRB ir skirtingų produktų) įtaka fermentuotų bioproduktų – pabarstų kokybės rodikliams.

### 3. REZULTATAI

#### 3.1. Fermentuotų bioproduktų rūgštingumo rodikliai

Bioproduktų rūgštingumo rodikliai (pH ir bendras titruojamasis rūgštingumas) buvo matuojami po 0 ir 24 val. fermentacijos (3 paveikslas, 1 priedas).



**3 pav.** Fermentuotų bioproduktų pH ir BTR. **Pastaba:** **KS** – kanapių sėklos; **KB** – kanapių baltymai; **T** – topinambai; **S** – sojų miltai

Tirtų kanapių sėklų pH po 24 valandų buvo mažiausias fermentuojant *Lactobacillus coryniformis* pieno rūgšties bakterijomis (pH kito nuo 5,9 iki 4,4). Tokia pati pH vertė nustatyta ir mėginių, fermentuotų *Lactobacillus plantarum* (pH po 24 val. 4,4). Tuo tarpu didžiausias kanapių sėklų bendras titruojamasis rūgštingumas nustatytas fermentuojant *Lactobacillus brevis* (1,3 °N), o mažiausias *Lactobacillus casei* (0,4 °N).

Mažiausias fermentuotų kanapių baltymų pH po 24 valandų nustatytas *Lactobacillus brevis* apdorotuose mėginiuose (pH 4,1), o mėginių fermentuotų *Lactobacillus casei* pH nustatytas didesnis (4,2). Tačiau, pastarųjų mėginių bendras titruojamasis rūgštingumas nustatytas didesnis (2,5 °N), nei fermentuotų *Lactobacillus coryniformis* ir *Lactobacillus plantarum* (atitinkamai, 1,5 °N).

Topinambų mėginių pH po 24 val. nustatytas vienodas mėginiuose, fermentuotuose *Lactobacillus casei* (3,6) ir *Lactobacillus brevis* (3,6). Tokios pačios tendencijos buvo stebimos ir bendro titruojamojo rūgštingumo, atitinkamai pagal fermentaciją 1 °N ir 1,2 °N, topinambų mėginiuose.

Lyginant pH kitimą po 24 valandų sojų miltų mėginiuose, nustatyta, kad fermentuojant *Lactobacillus plantarum* ir *Lactobacillus brevis* pH vertės gaunamos mažesnės (atitinkamai, 4,5), o didžiausia pH vertė nustatyta mėginiuose, fermentuotuose *Lactobacillus coryniformis* (pH 5,6). Sojų miltų mėginiuose didžiausias bendras titruojamasis rūgštingumas nustatytas po fermentacijos *Lactobacillus brevis* (1,2 °N), mažiausias - *Lactobacillus coryniformis* 0,6 °N. Atlikus daugiafaktorinę dispersinę analizę, nustatyta, kad analizuoti veiksniai (skirtingos pieno rūgšties bakterijos, naudotos augalų fermentacijai (I veiksnys) bei skirtingi augalai (II veiksnys)) turėjo reikšmingos įtakos fermentuotų bioproduktų rūgštingumo rodikliams ir šių veiksnių sąveika rūgštingumo rodikliams buvo reikšminga (pH ir BTR, atitinkamai  $p < 0,0001$ ) ( $p \leq 0,05$ ) (7 priedas).

### **3.2. Pieno rūgšties bakterijų kolonijas sudarančių vienetų skaičius fermentuotuose bioproduktuose**

Pieno rūgšties bakterijų kolonijas sudarančių vienetų skaičius (PRB KSV/g) fermentuotuose bioproduktuose pateiktas 4 paveiksle (7 priedas). Nefermentuotose augalų mėginiuose nedidelis pieno rūgšties bakterijų kiekis aptiktas tik topinambuose (6,04 log<sub>10</sub> KSV/g), kituose mėginiuose (mėginiai KS, KB, S) PRB KSV/g nenustatyta.

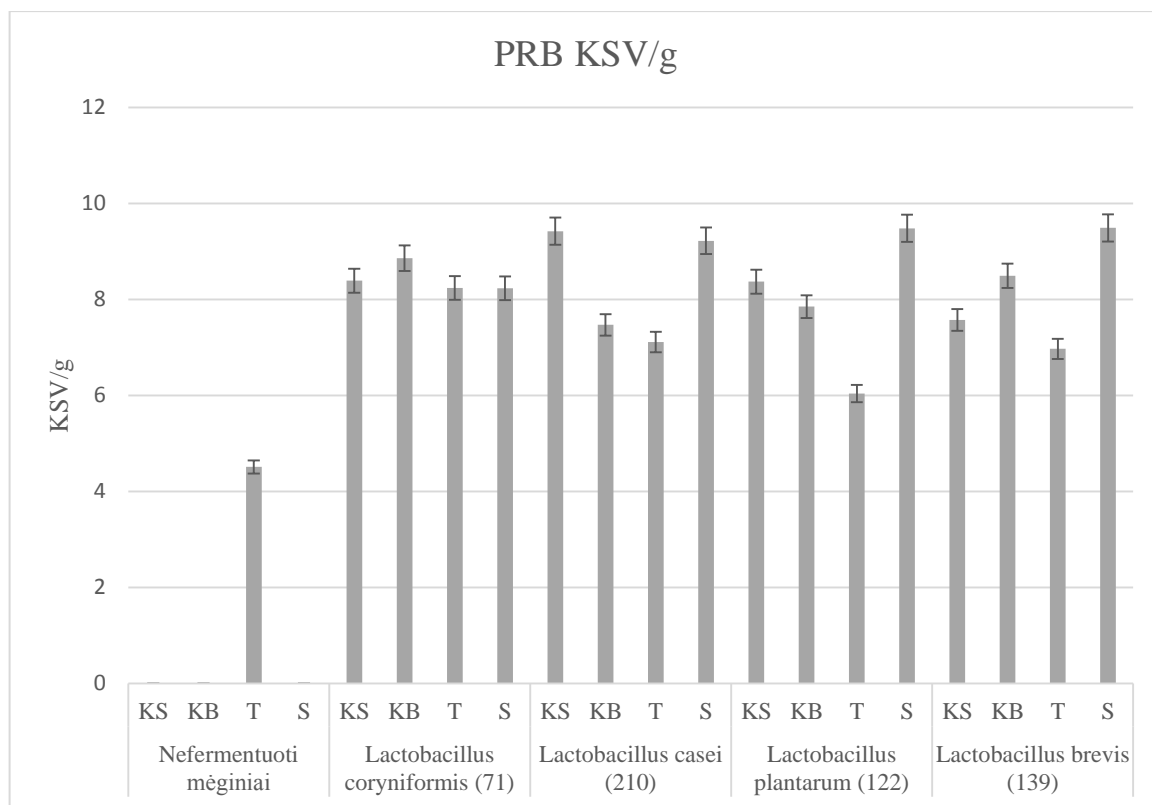
Lyginant *Lactobacillus coryniformis* fermentuotus mėginius, didžiausias PRB KSV/g nustatytas kanapių baltymų mėginiuose (8,86 log<sub>10</sub> KSV/g), mažiausias - sojų miltų mėginiuose (8,23 log<sub>10</sub> KSV/g). *Lactobacillus casei* fermentuotuose mėginiuose, didžiausias PRB KSV/g nustatytas kanapių sėklose (8,23 log<sub>10</sub> KSV/g), tuo tarpu pieno rūgšties bakterijų mažiausiai nenustatyta topinambuose (7,11 log<sub>10</sub> KSV/g).

*Lactobacillus plantarum* fermentuotuose mėginiuose didžiausias PRB KSV/g nustatytas sojų miltuose (9,48 log<sub>10</sub> KSV/g), mažiausias topinambuose (6,04 log<sub>10</sub> KSV/g).

*Lactobacillus brevis* fermentuotuose mėginiuose, didžiausias PRB KSV/g nustatytas sojų miltuose (9,49 log<sub>10</sub> KSV/g), mažiausias topinambuose (6,97 log<sub>10</sub> KSV/g).

Lyginant visus fermentuotus produktus tarpusavyje, didžiausias PRB KSV/g nustatytas sojų miltuose kurie buvo fermentuoti *Lactobacillus brevis* bakterijomis (9,49 log<sub>10</sub> KSV/g), o tuo tarpu mažiausias PRB kiekis nustatytas topinambuose fermentuojant su *Lactobacillus plantarum* bakterijomis (6,04 log<sub>10</sub> KSV/g)

Atlikus daugiafaktorinę dispersinę analizę, nustatyta, kad analizuoti veiksniai (skirtingos pieno rūgšties bakterijos, naudotos augalų fermentacijai (I veiksnys) bei skirtingi augalai (II veiksnys)) turėjo reikšmingos įtakos fermentuotų bioproduktų pieno rūgšties bakterijų kolonijas sudarančių vienetų rezultatams, kurių sąveika buvo reikšminga:  $p = 0,0001$  ( $p \leq 0,05$ ) (10 Priedas).



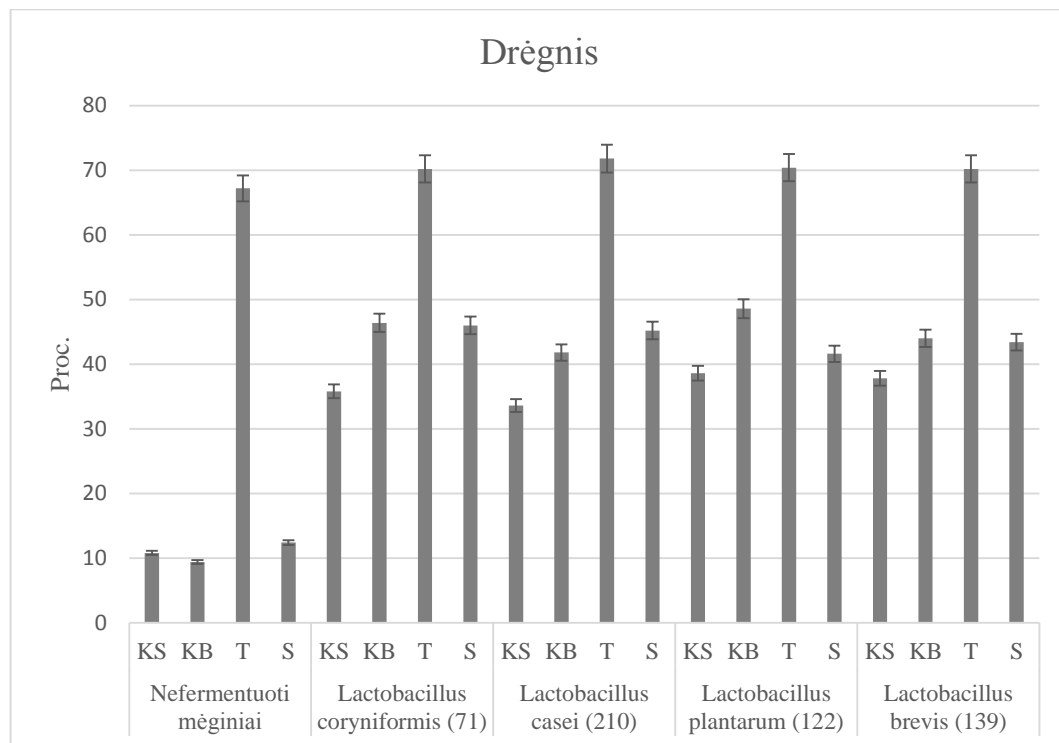
**4 pav.** Pieno rūgšties bakterijų kolonijas sudarančių vienetų skaičius grame fermentuoto bio produkto.

**Pastaba:** **KSV/g** - kolonijas sudarantys vienetai grame; **KS** – kanapių sėklos; **KB** – kanapių baltymai; **T** – topinambai; **S** – sojų miltai.

### 3.3. Fermentuotų bioproduktų drėgnis ir jo sąsajos su rūgštingumo rodikliais

Fermentuotų bioproduktų drėgnis pateiktas 5 paveiksle (2 priedas).

Didžiausias drėgnis nustatytas fermentuotuose topinambų mėginiuose, kur varijavo nuo 70,2 iki 71,8 proc. (atitinkamai mėginiai nuo mažiausio iki didžiausio drėgnio 71, 139, 122, 210). Kanapių baltymų mėginiuose drėgnis kito nuo 48,6 iki 41,8 proc. (atitinkamai, mėginiuose su 122 ir 210 fermentacija), o sėklose didžiausiu drėgmės kiekiu pasižymėjo 122 fermentacijos mėginys (38,6 proc.), mažiausiu 210 fermentacijos mėginys (33,6 proc.). Sojų miltų mėginiuose drėgnis kito nuo 46 iki 41,6 (atitinkamai, 71 ir 122 fermentacijos mėginiuose).



**5 pav.** Augalinių produktų mėginių drėgnis. **Pastaba:** **KS** – kanapių sėklos; **KB** – kanapių baltymai; **T** – topinambai; **S** – sojų miltai.

Tarp mėginių drėgnio ir rūgštingumo rodiklių bei PRB KSV/g nustatytos sąsajos pateiktos 3 lentelėje.

**3 lentelė.** Tarp mėginių drėgnio ir rūgštingumo rodiklių bei PRB KSV/g nustatytos sąsajos.

Rodikliai	Koreliacijos koeficiento reikšmė (R)
Drėgnis×pH	-0,656
Drėgnis×BTR	-0,029
Drėgnis×PRB/KSV g. produkto	-0,651

### 3.4. Skirtinguose bioproduktų mėginiuose esantys biogeninių aminių kiekiai

Biogeninių aminių (2-feniletilamino, putrescino, kadaverdino, histamino, tiramino, spermidino ir spermino) kiekiai nefermentuotuose bei fermentuotuose mėginiuose pateikti 3 priede.

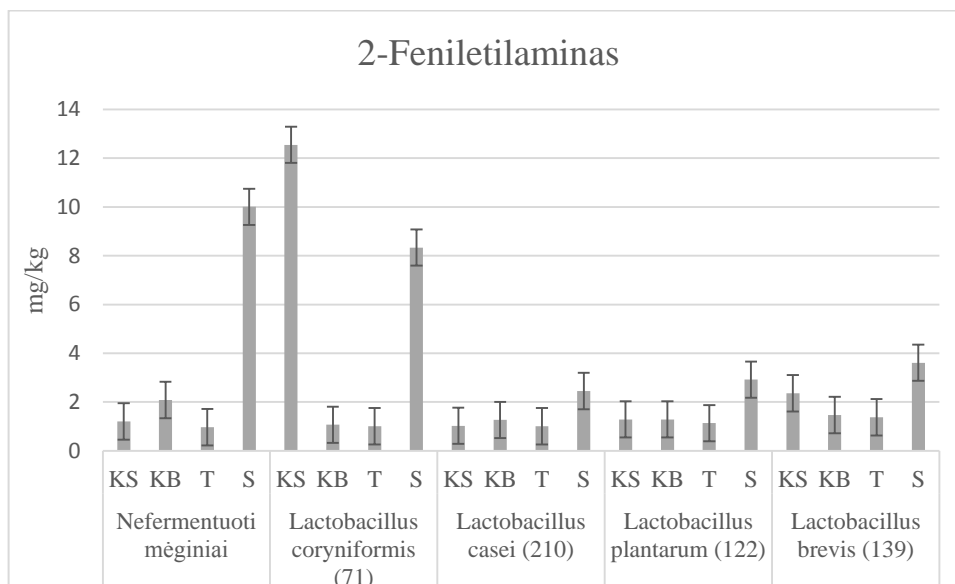
#### 3.4.1. 2-feniletilamino kiekio palyginamasis vertinimas

2-feniletilamino kiekiai nefermentuotuose bei fermentuotuose bioproduktuose pateikti 6 paveiksle. Tarp nefermentuotų mėginių, didžiausiu 2-feniletilamino kiekiu išsiskyrė sojų miltai (10,01 mg/kg), o mažiausiai buvo aptikta topinambuose (0,97 mg/kg). Tuo tarpu lyginant skirtingų fermentacijų mėginius, labiausiai išsiskyrė kanapių sėklų (12,55 mg/kg) ir sojų (8,33 mg/kg) mėginiai, kuriuose 2-feniletilamino



kiekiai buvo didžiausi fermentuojant *Lactobacillus coryniformis* bakterijomis. Mžiausi kiekiai aptikti fermentuojant kanapių sėklas (1,02 mg/kg) ir topinambus (1,01 mg/kg) *Lactobacillus casei* bakterijomis.

Lyginant 2-feniletilamino kiekius tarp fermentuotų ir nefermentuotų mėginių, vidutiniškai 0,81 mg/kg buvo mažiau fermentuotuose mėginiuose. Analizuoti faktoriai (skirtingos PRB bei skirtingi augalai) turėjo reikšmingos įtakos 2-feniletilamino kiekiui mėginiuose ir jų sąveika buvo reikšminga ( $p < 0,0001$ ) (9 priedas).

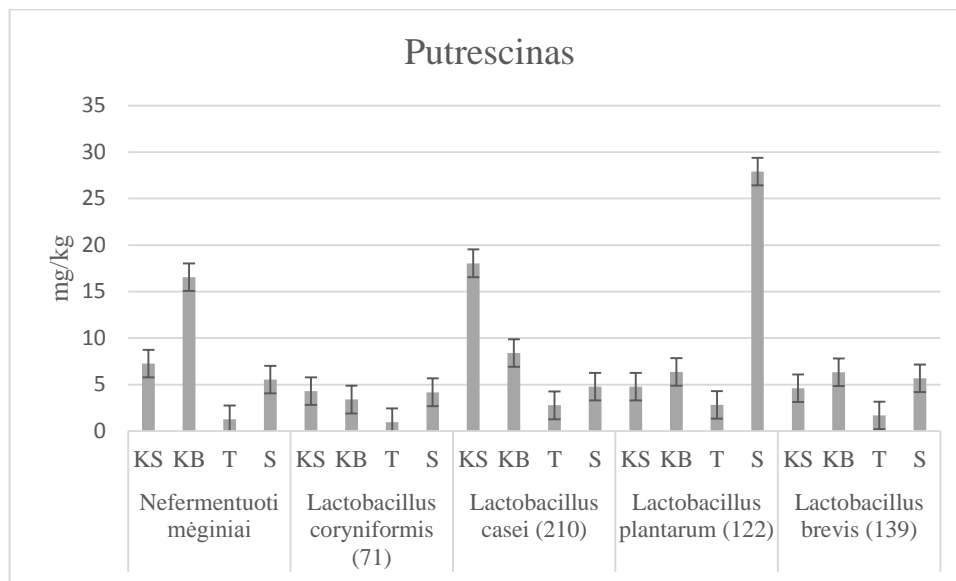


**6 pav.** Augalinių bioproduktų 2-feniletilamino kiekiai. **Pastaba:** **KS** – kanapių sėklos; **KB** – kanapių baltymai; **T** – topinambai; **S** – sojų miltai.

### 3.4.2. Putrescino kiekio palyginamasis vertinimas

Putrescino kiekiai nefermentuotuose bei fermentuotuose bioproduktuose pateikti 6 paveiksle. Didžiausias putrescino kiekis nefermentuotuose mėginiuose nustatytas 16,57 mg/kg (KB - kanapių baltymai), o mažiausias kiekis 1,29 mg/kg (T – topinambai). Tarp fermentuotų mėginių, didžiausiu putrescino kiekiu pasižymėjo sojų miltai (27,91 mg/kg) fermentuoti *Lactobacillus plantarum* bakterijomis, taip pat kanapių sėklos (18,05 mg/kg) fermentuotos *Lactobacillus casei* bakterijomis. O mažiausias putrescino kiekis nustatytas topinambuose (0,97 mg/kg), kurie buvo fermentuojami *Lactobacillus coryniformis* bakterijomis.

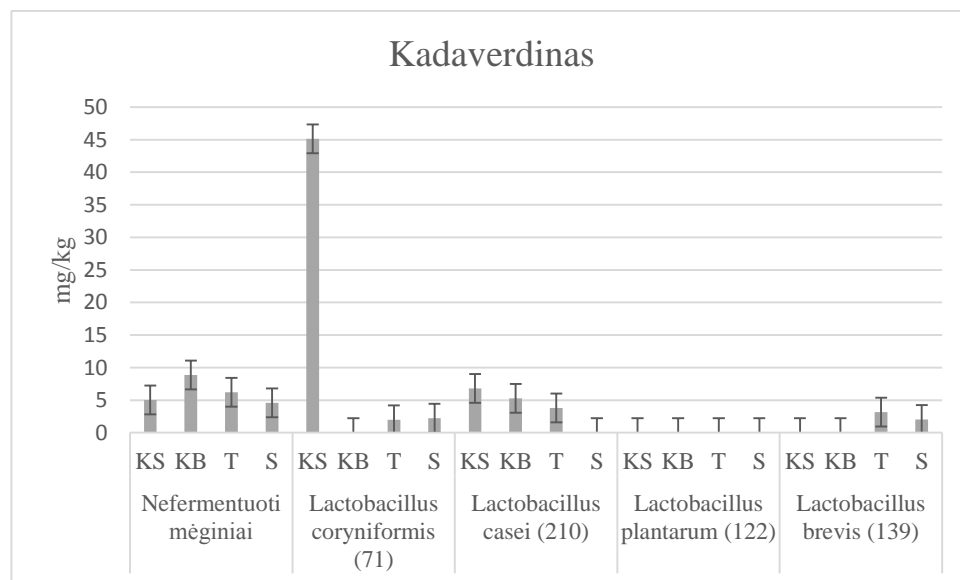
Lyginant nefermentuotus ir fermentuotus mėginius tarpusavyje, pastebimas ryškus vidutinio putrescino kiekio sumažėjimas (nuo 16,57 mg/kg iki 6,13 mg/kg) fermentuotuose kanapių baltymuose. Taip pat, lyginat visus mėginius, fermentacija sumažino putrescino kiekį vidutiniškai 0,98 mg/kg. Analizuoti faktoriai (skirtingos PRB bei skirtingi augalai) turėjo reikšmingos įtakos putrescino kiekiui mėginiuose ir jų sąveika buvo reikšminga ( $p < 0,0001$ ) (9 priedas).



7 pav. Augalinių bioproduktų putrescino kiekiai. **Pastaba:** **KS** – kanapių sėklos; **KB** – kanapių baltymai; **T** – topinambai; **S** – sojų miltai.

### 3.4.3. Kadaverdino kiekio palyginamasis vertinimas

Kadaverdino kiekiai nefermentuotuose bei fermentuotuose bioproduktuose pateikti 7 paveiksle.



7 pav. Augalinių bioproduktų kadaverdino kiekiai. **Pastaba:** **KS** – kanapių sėklos; **KB** – kanapių baltymai; **T** – topinambai; **S** – sojų miltai.

Tarp nefermentuotų mėginių kadaverdino kiekiai svyravo panašūs (vidutiniškai 6,17 mg/kg), bet didžiausiu kiekiu pasižymėjo kanapių baltymai (8,85 mg/kg), o mažiausiai buvo aptikta sojų miltuose (4,59 mg/kg). Tuo tarpu lyginant skirtingų fermentacijų mėginius, didžiausiu kadaverdino kiekiu išsiskyrė kanapių sėklos (45,14 mg/kg), kurios buvo fermentuotos *Lactobacillus coryniformis*

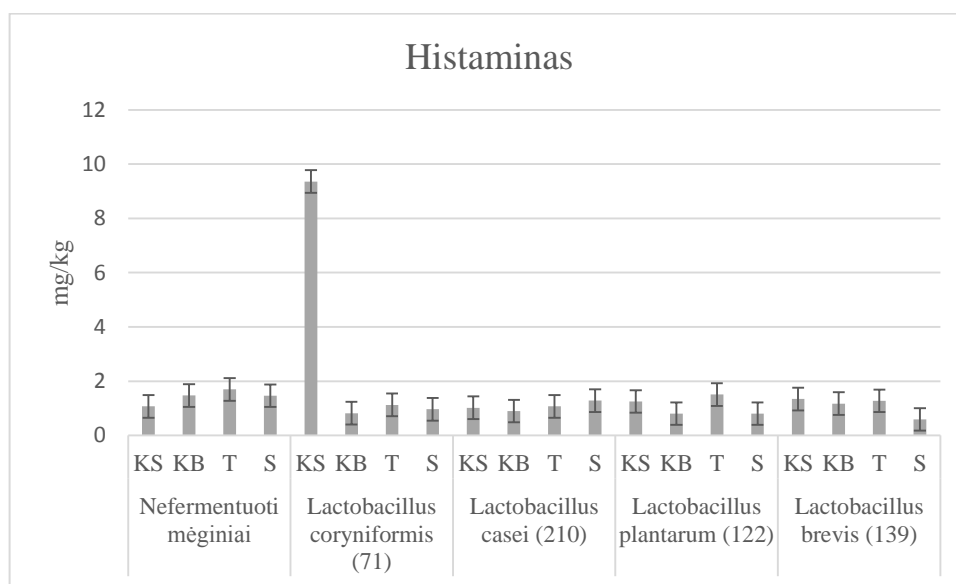
bakterijomis. O fermentuojant skirtingus bioproduktus *Lactobacillus plantarum* bakterijomis, kadaverdino neaptikta nei viename mėginyje (KS; KB; T; S).

Lyginant kadaverdino kiekius tarp fermentuotų ir nefermentuotų mėginių, vidutiniškai 1,77 mg/kg buvo mažiau fermentuotuose mėginiuose. Analizuoti faktoriai (skirtingos PRB bei skirtingi augalai) turėjo reikšmingos įtakos kadaverino kiekiui mėginiuose ir jų sąveika buvo reikšminga ( $p < 0,0001$ ) (9 priedas).

### 3.4.4. Histamino kiekio palyginamasis vertinimas

Histamino kiekiai nefermentuotuose bei fermentuotuose bioproduktuose pateikti 8 paveiksle. Histamino kiekiai tiek fermentuotuose, tiek nefermentuotuose mėginiuose buvo labai panašūs ir nesiekė daugiau kaip 1,70 mg/kg. Tačiau itin dideliu kiekiu išsiskyrė kanapių sėklų mėginys (9,36 mg/kg), kuris buvo fermentuotas *Lactobacillus coryniformis* bakterijomis.

Žvelgiant į nefermentuotų ir fermentuotų mėginių histamino vidurkius, matomas šio, biogeninio amino, nežymus padidėjimas fermentuotuose mėginiuose atitinkamai nuo 1,42 mg/kg iki 1,58 mg/kg. Analizuoti faktoriai (skirtingos PRB bei skirtingi augalai) turėjo reikšmingos įtakos histamino kiekiui mėginiuose ir jų sąveika buvo reikšminga ( $p < 0,0001$ ) (9 priedas).

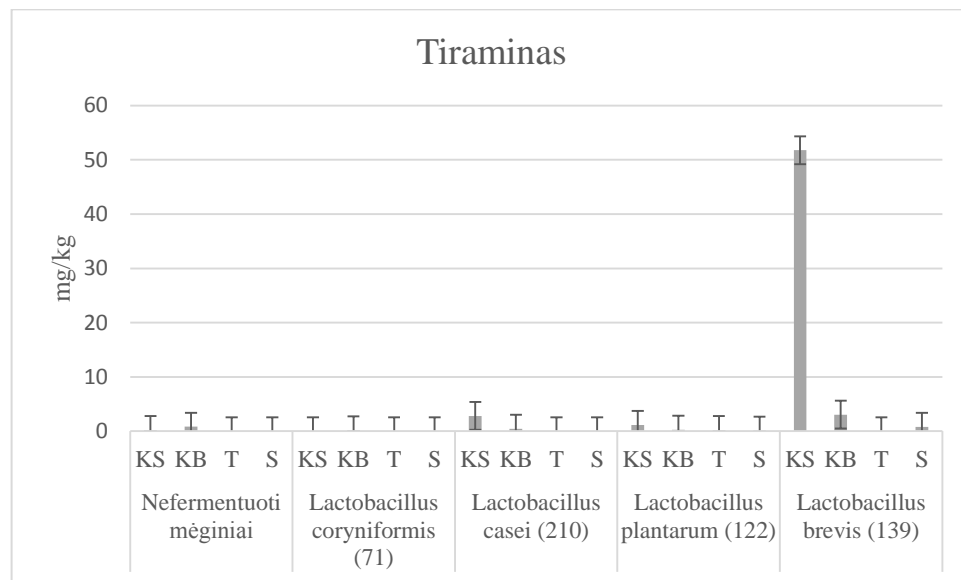


8 pav. Augalinių bioproduktų histamino kiekiai. **Pastaba:** **KS** – kanapių sėklos; **KB** – kanapių baltymai; **T** – topinambai; **S** – sojų miltai.

### 3.4.5. Tiramino kiekio palyginamasis vertinimas

Tiramino kiekiai nefermentuotuose bei fermentuotuose bioproduktuose pateikti 9 paveiksle. Nefermentuotuose bioproduktų mėginiuose nustatyti nedideli tiramino kiekiai esantys tik kanapių sėklose (0,19 mg/kg) ir kanapių baltymuose (0,82 mg/kg). Žvelgiant į fermentuotų mėginių rezultatus, pastebima labai panaši tendencija. Po skirtingų mėginių fermentacijos *Lactobacillus coryniformis* bakterijomis, nedidelis tiramino kiekis aptiktas tik kanapių baltymuose (0,17 mg/kg). Tačiau mėginius fermentuojant *Lactobacillus brevis* bakterijomis ženkliai išsiskyrė kanapių sėklose esantis tiramino kiekis (51,79 mg/kg).

Lyginant nefermentuotų ir fermentuotų mėginių tiramino kiekio vidurkius, pastebimas ryškus jo didėjimas nuo 0,25 mg/kg iki 3,80 mg/kg. Analizuoti faktoriai (skirtingos PRB bei skirtingi augalai) turėjo reikšmingos įtakos tiramino kiekiui mėginiuose ir jų sąveika buvo reikšminga ( $p < 0,0001$ ) (9 priedas).



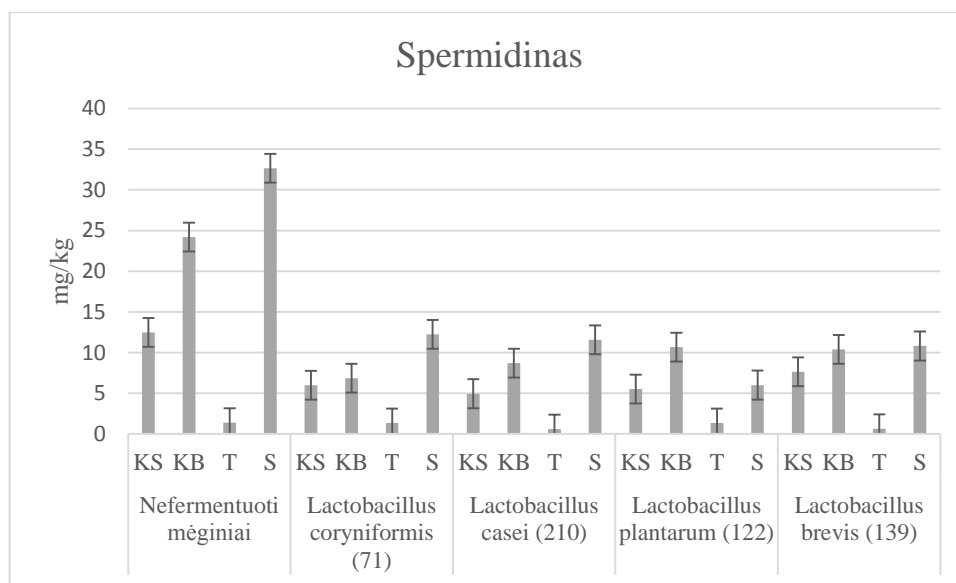
9 pav. Augalinių bioproduktų tiramino kiekiai. **Pastaba:** **KS** – kanapių sėklos; **KB** – kanapių baltymai; **T** – topinambai; **S** – sojų miltai.

### 3.4.6. Spermidino kiekio palyginamasis vertinimas

Spermidino kiekiai nefermentuotuose bei fermentuotuose bioproduktuose pateikti 10 paveiksle. Didžiausias spermidino kiekis nefermentuotuose mėginiuose nustatytas 32,63 mg/kg (S – sojų miltai), o mažiausias kiekis 1,40 mg/kg (T – topinambai). Tarp fermentuotų mėginių, didžiausiu spermidino kiekiu pasižymėjo sojų miltai (12,23 mg/kg) fermentuoti *Lactobacillus coryniformis* bakterijomis, taip pat sojų miltai (11,58 mg/kg) fermentuoti *Lactobacillus casei* bakterijomis. O mažiausias spermidino kiekis

nustatytytas topinambuose (0,61 mg/kg), kurie buvo fermentuojami *Lactobacillus casei* bei topinambuose (0,66 mg/kg), kurie buvo fermentuojami *Lactobacillus brevis* bakterijomis.

Lyginant nefermentuotus ir fermentuotus mėginius tarpusavyje, pastebimas ryškus vidutinio spermidino kiekio sumažėjimas 11,1 mg/kg. Analizuoti faktoriai (skirtingos PRB bei skirtingi augalai) turėjo reikšmingos įtakos spermidino kiekiui mėginiuose ir jų sąveika buvo reikšminga ( $p < 0,0001$ ) (9 priedas).

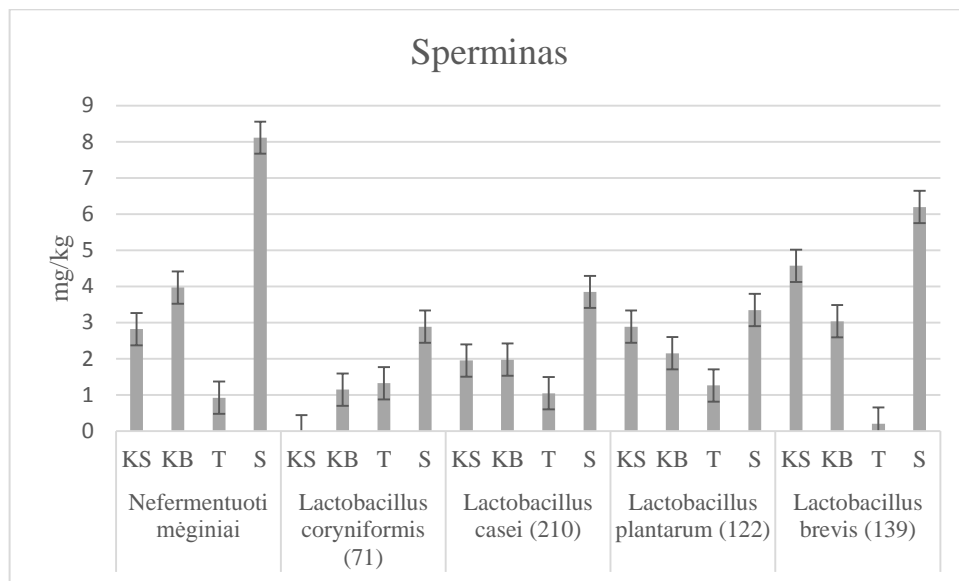


**10 pav.** Augalinių bioproduktų tiramino kiekiai. **Pastaba:** **KS** – kanapių sėklos; **KB** – kanapių baltymai; **T** – topinambai; **S** – sojų miltai.

### 3.4.7. Spermino kiekio palyginamasis vertinimas

Spermino kiekiai nefermentuotuose bei fermentuotuose bioproduktuose pateikti 11 paveiksle. Tarp nefermentuotų mėginių, didžiausiu spermino kiekiu išsiskyrė sojų miltai (8,11 mg/kg), o mažiausiai buvo aptikta topinambuose (0,92 mg/kg). Tuo tarpu lyginant skirtingų fermentacijų mėginius, labiausiai išsiskyrė sojų (6,19 mg/kg) ir kanapių sėklų (4,57 mg/kg) mėginiai, kuriuose spermino kiekiai buvo didžiausi fermentuojant *Lactobacillus brevis* bakterijomis. Mžiausias kiekis aptiktas fermentuojant topinambus (0,21 mg/kg) *Lactobacillus brevis* bakterijomis, o visai spermino nenustatyta kanapių sėklose, kurios buvo fermentuotos *Lactobacillus coryniformis* bakterijomis.

Lyginant nefermentuotų ir fermentuotų mėginių spermino kiekio vidurkius, pastebimas sumažėjimas nuo 3,96 mg/kg iki 2,37 mg/kg. Analizuoti faktoriai (skirtingos PRB bei skirtingi augalai) turėjo reikšmingos įtakos spermino kiekiui mėginiuose ir jų sąveika buvo reikšminga ( $p < 0,0001$ ) (9 priedas).



**11 pav.** Augalinių bioproduktų tiramino kiekiai. **Pastaba:** **KS** – kanapių sėklos; **KB** – kanapių baltymai; **T** – topinambai; **S** – sojų miltai.

### 3.5. Bioproduktų virškinamumo rodikliai

Bioproduktų virškinamo rodikliai, taikant skirtingas fermentacijas, pateikti 12 paveiksle ir 5 priede.

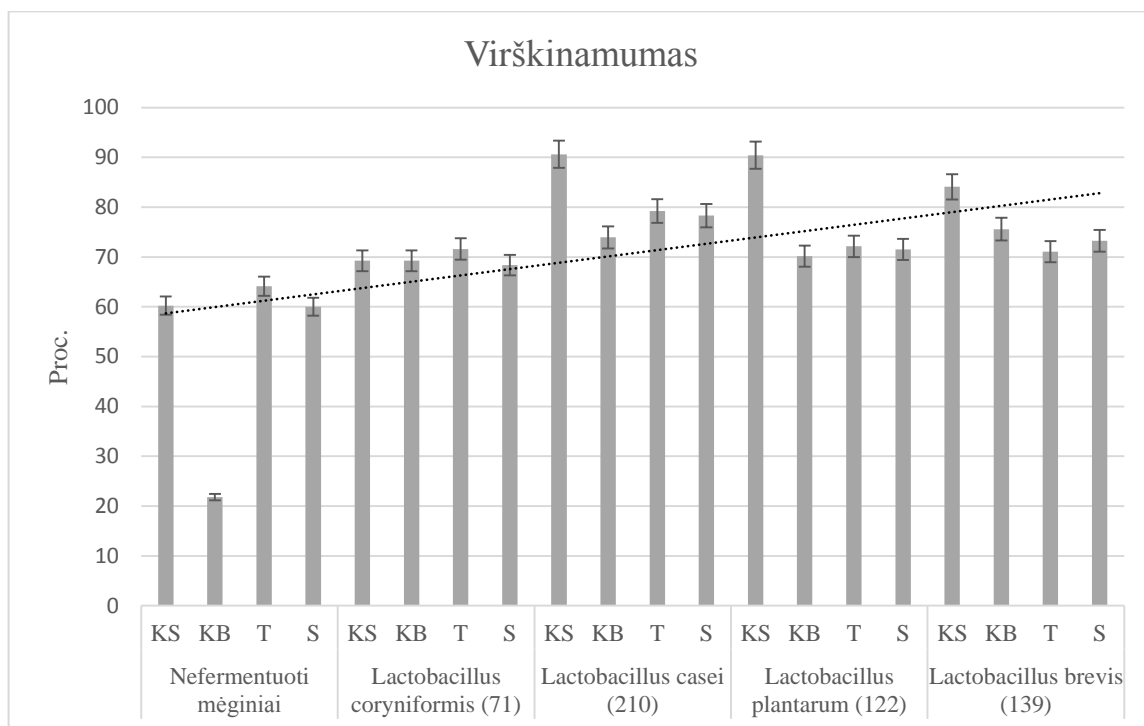
Kanapių sėklų virškinamumas buvo didžiausias (90,62 proc.), jas fermentuojant *Lactobacillus casei* bakterijomis, o mažiausias (69,26 proc.) *Lactobacillus coryniformis* bakterijomis.

Žvelgiant į kanapių baltymų virškinamumo procentą, didžiausias (75,59 proc.) pastebimas fermentacijoje su *Lactobacillus brevis* bakterijomis, tuo tarpu neefektyviausia fermentacija buvo su *Lactobacillus coryniformis* bakterijomis, kur virškinamumas siekė 69,26 procentus.

Topinambų virškinamumas ženkliau išsiskyrė tik fermentacijoje su *Lactobacillus casei* bakterijomis, o fermentuojant su *Lactobacillus coryniformis*, *Lactobacillus plantarum* ir *Lactobacillus brevis* bakterijomis, šis rodiklis buvo (atitinkamai 71,61 proc.; 72,15 proc.; 71,07 proc.) panašus.

Geriausiu virškinamumo rodikliu sojų miltai (78,31 proc.) pasižymėjo fermentuojant juos *Lactobacillus casei* bakterijomis, o praščiausiu (68,35 proc.) fermentuojant *Lactobacillus coryniformis* bakterijomis.

Atkreipiant dėmesį į nefermentuotų mėginių virškinamumo vidurkį (51,54 proc.), o ypač nefermentuotų kanapių baltymų itin žemą virškinamumo procentą (21,81 proc.), pastebimas virškinamumo padidėjimas fermentuotuose mėginiuose. Virškinamumas pagerėjo 24,01 procentu bioproduktams taikant skirtingas fermentacijas.



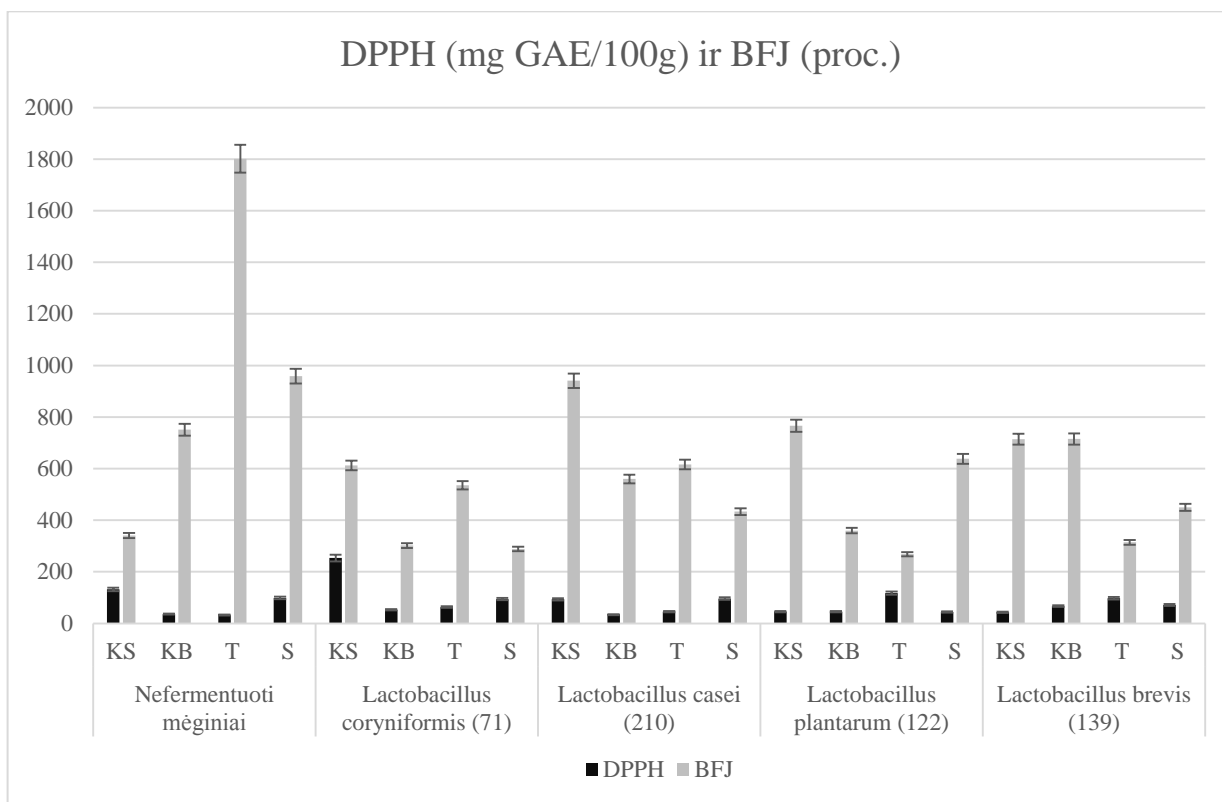
**12 pav.** Augalinių bioproduktų tiramino kiekiai. **Pastaba:** **KS** – kanapių sėklos; **KB** – kanapių baltymai; **T** – topinambai; **S** – sojų miltai.

Atlikus daugiafaktorinę dispersinę analizę, nustatyta, kad analizuoti veiksniai (skirtingos pieno rūgšties bakterijos, naudotos augalų fermentacijai (I veiksnys) bei skirtingi augalai (II veiksnys)) turėjo reikšmingos įtakos fermentuotų bioproduktų virškinamumui ir šių veiksnių sąveika virškinamumo rodikliams buvo reikšminga (virškinamumo  $p \leq 0,05$ ) (10 priedas).

### **3.6. Bendras fenolinių junginių kiekis bei antiradikalinis aktyvumas bioproduktuose**

Fermentuotuose bei nefermentuotuose augaliniuose bioproduktuose esantis bendras fenolinių junginių kiekis (BFJ) ir antiradikalinis aktyvumas (DPPH) pateiktas 13 paveiksle ir 4 priede. Analizuoti faktoriai (skirtingos PRB bei skirtingi augalai) turėjo reikšmingos įtakos bendram fenolinių junginių kiekiui ir antiradikaliniam aktyvumui augaliniuose mėginiuose ( $p < 0,0001$ ).

Fermentuotuose mėginiuose antiradikalinis aktyvumas padidėjo nuo 74,53 proc. iki 79 proc. Tuo tarpu bendras fenolinių junginių kiekis fermentuotuose mėginiuose sumažėjo nuo 962,73 mg GAE/100g iki 532,11 mg GAE/100g. Nors lyginant visus mėginius, bendras fenolinių junginių kiekis mažėjo, tačiau žvelgiant į atskirus mėginius, stebimi priešingi pokyčiai. Bendras fenolinių junginių kiekis nefermentuotose kanapių sėklose padidėjo nuo 340,47 mg GAE/100g iki 758,30 mg GAE/100g, lyginant su visais fermentuotais kanapių sėklų mėginiais.



**13 pav.** Augalinių bioproduktų tiramino kiekiai. **Pastaba:** **KS** – kanapių sėklos; **KB** – kanapių baltymai; **T** – topinambai; **S** – sojų miltai; **GAE** – galo rūgšties ekvivalentas; **BFJ** - bendras fenolinių junginių; **DPPH** – antiradikalinis aktyvumas.

Atlikus daugiafaktorinę dispersinę analizę, nustatyta, kad analizuoti veiksniai (skirtingos pieno rūgšties bakterijos, naudotos augalų fermentacijai (I veiksnys) bei skirtingi augalai (II veiksnys)) turėjo reikšmingos įtakos fermentuotų bioproduktų bendram fenolinių junginių kiekiui bei antiradikaliniam aktyvumui ir šių veiksnių sąveika rodikliams (BFJ ir DPPH) buvo reikšminga (BFJ  $p \leq 0,05$ ; DPPH  $p \leq 0,05$ ) (10 priedas).

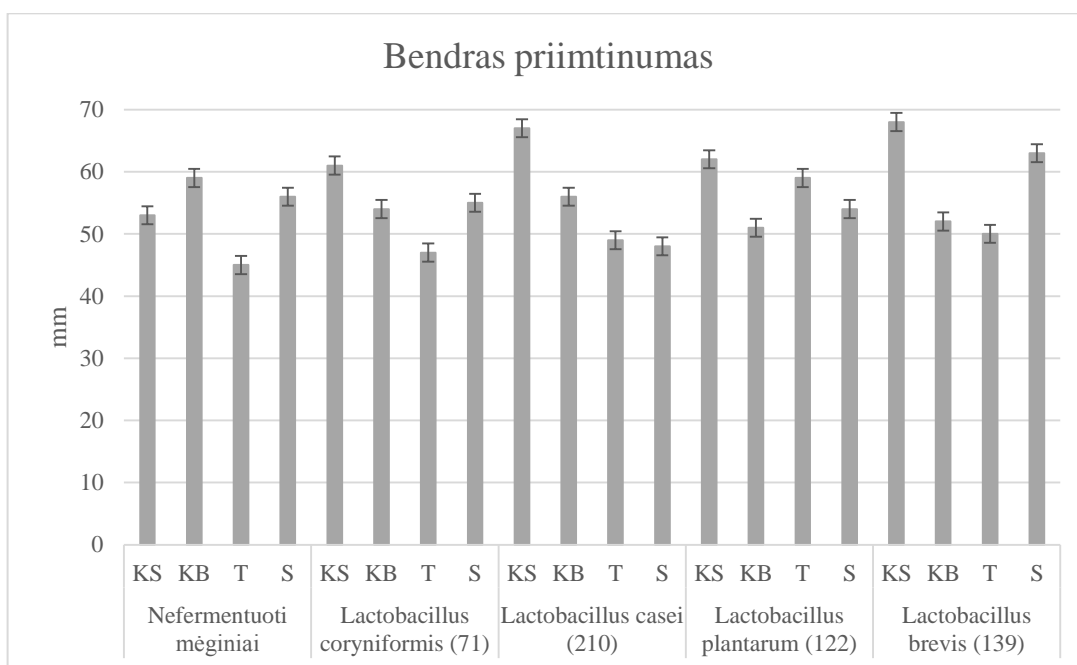
### 3.7. Bendras priimtinumumas

Bioproduktų bendras priimtinumumas pateiktas 14 paveiksle ir 6 priede.

Įvertinus bioproduktų bendrą priimtinumą nustatyta, kad fermentuotų mėginių bendras priimtinumumas vidutiniškai buvo didesnis 2,75 mm. Didžiausios įtakos fermentacija turėjo kanapių sėklų bendram priimtinumui (padidėjo nuo 53 mm iki 64,5 mm). Tuo tarpu kanapių baltymų priimtinumumas po fermentacijos sumažėjo nuo 59 mm iki 53,25 mm.

Lyginant skirtingas PRB, naudotas skirtingų augalų fermentacijai, didžiausia įtaka augalinių bioproduktų priimtinumui turėjo *Lactobacillus brevis* (T – nuo 45 mm iki 50 mm; KS – nuo 53 mm iki 68 mm; S – nuo 56 mm iki 63 mm).





**14 pav.** Augalinių bioproduktų bendras priimtinas. **Pastaba:** **KS** – kanapių sėklos; **KB** – kanapių baltymai; **T** – topinambai; **S** – sojų miltai; **mm** – juslinės skalės milimetrai.

Atlikus daugiafaktorinę dispersinę analizę, nustatyta, kad analizuoti veiksniai (skirtingos pieno rūgšties bakterijos, naudotos augalų fermentacijai (I veiksnys) bei skirtingi augalai (II veiksnys)) turėjo reikšmingos įtakos fermentuotų bioproduktų bendram priimtinumui ir šių veiksnių sąveika priimtimumo rodikliams buvo reikšminga ( $p \leq 0,05$ ) (10 priedas).

## 4. REZULTATŲ APTARIMAS

Augalai mityboje atlieka svarbų vaidmenį, nes juose gausu biologiškai vertingų komponentų, turinčių teigiamą poveikį vartotojų sveikatai. Augaliniai baltymai yra ekonomiškiesni. Lyginant su gyvūniniais, o jų resursai žemėje yra gausesni, tačiau nuolatinis augalinių baltymų vartojimas kasdieninėje mityboje ribojamas dėl prastesnio jų virškinamumo, lyginant su gyvūniniais baltymais. Šiuo metu dauguma augalinių baltymų yra naudojama gyvūniniams pašarams gaminti, tačiau šių baltymų konversija į gyvulinius baltymus yra neefektyvi. Skaičiuojama, kad augalinių baltymų įsisavinimas yra apie 15 proc., todėl teigiama, kad 85 proc. yra tiesiog iššvaistomi (4).

Žmonių mityboje baltymingi augalai naudojami mažai, dėl jų perdirbimo į atraktyvius vartotojams, jusliškai priimtinius maisto produktus, technologijų stokos. Norint pagerinti augalinių produktų (ypač baltymingų) mitybinę vertę bei sumažinti antimitybinius faktorius juose, rekomenduojama naudoti įvairius technologinius sprendimus: terminį apdorojimą, ekstruziją, apdorojimą slėgiu ir kitus. Pastaruoju metu, rekomenduojama apdoroti taikant fermentaciją, parinktais saugiais mikroorganizmais. Tai efektyvus būdas, ilginantis augalinių produktų vartoti tinkamumo terminą bei suteikiantis išskirtines juslines savybes (68). Mokslininkų teigimu, fermentacija parinktomis, atitinkamų savybių pieno rūgšties bakterijomis yra ypač efektyvi ir padidina baltymingų augalinių produktų maistinę vertę bei pagerina augalinių baltymų virškinamumą (60).

Mes nustatėme, kad fermentuotų augalinių produktų rūgštingumas padidėjo nuo 0,4 °N iki 1,2 °N bei pH nuo 5,8 iki 4,3 (atitinkamai, nefermentuotuose ir fermentuotuose mėginiuose). Mokslininkų teigimu, tai lemia angliavandenių fermentacijos metu pieno rūgšties bakterijų išskiriama pieno rūgštis, kuri yra galutinis ir pagrindinis metabolitas (52,53). Taip pat PRB pasižymi antimikrobinio aktyvumu, geba produkuoti antimikrobines medžiagas – pieno, acto, propiono, skruzdžių bei kitas organines rūgštis (56).

Biogeninių aminų kaupimasis yra sudėtingas procesas, kurio reguliavimas turėtų būti užtikrinamas technologiniais būdais (69). Mes nustatėme, kad eksperimente naudoti mikroorganizmai neprodukavo sveikatai kenksmingų biogeninių aminų kiekių (imant visų augalinių mėginių biogeninių aminų kiekių vidurkį prieš fermentaciją ir po jos, atitinkamai kiekis kito nuo 5,82 mg/kg iki 4,03 mg/kg), todėl gali būti rekomenduojami augalų apdorojimui, siekiant padidinti jų maistinę vertę bei suteikti savitas juslines savybes. Šiuo metu, maisto pramonėje mokslininkai skiria didelį dėmesį pieno rūgšties bakterijoms, kurios yra puiki alternatyva, siekiant išvengti galimo patogeninių mikroorganizmų pavojaus bei sumažinant biogeninių aminų formavimąsi (70).

Fermentacija turi teigiamos įtakos augalinių baltymų virškinamumui *in vitro*. Mūsų tyrimo rezultatai parodė, kad fermentacija padidino augalinių baltymų virškinamumą *in vitro* net 24,01 proc., lyginant tarpusavyje visus mėginius. Mokslininkų teigimu, bakterijos dalyvaujančios fermentacijoje, taip pat gamina fermentus, kurie padeda virškinti skrandyje esantį maistą ir taip palengvina maistinių medžiagų absorbciją. Be to, jos produkuoja vitaminus (B ir C), todėl fermentuotas maistas yra jais praturtinamas. Jogurtas yra puikus pavyzdys. Jis lengviau virškinamas nei pienas ir jame yra daugiau maistingų medžiagų (71). Fermentacija pagerina maisto produktų maistinę vertę, nes padidina baltymų ir krakmolo virškinamumą *in vitro* (72). Manoma, kad baltymų *in vitro* virškinamumas pagerėja, nes fermentacijos metu sudėtingi baltymų kompleksai suardomi į paprastus ir padidėja tirpių, t.y., geriau įsisavinamų baltymų kiekis (73).

Mes nustatėme, kad bendras fenolinių junginių kiekis fermentuotuose mėginiuose sumažėja nuo 962,73 mg GAE/100g iki 532,11 mg GAE/100g. Dafni Maria Kagkli ir kiti mokslininkai publikavo, kad po 48 valandų augalinių mėginių fermentacijos jų antioksidacinis aktyvumas padidėja ir jie teigia, kad dėl fenolinių junginių išsilaisvinimo. Augalai, kuriuose yra didelis fenolinių junginių kiekis dažniausiai pasižymi ir dideliu antioksidaciniu aktyvumu (74). Mes nustatėme, kad fermentuotų produktų antiradikalinis aktyvumas kito nedaug (nuo 74,53 proc. iki 79 proc.). Mokslininkų teigimu, antiradikaliniam aktyvumui įtakos gali turėti fermentacijoje naudojamos nelukštentos sėklos, kurių lukštuse yra fenolinių junginių. Antiradikaliniam aktyvumui įtakos turi ir augalinių baltymų hidrolizė (75).

Fermentacija taikoma ne tik maisto produktų vertei padidinti, bet ir savitoms juslinėms savybėms suteikti. Mokslininkų teigimu, fermentacija yra efektyvus būdas gerinantis maisto komponentų chemines, funkines bei juslines savybes, kurios padidina maiste esančių naudingų medžiagų kiekius ir biologinį jų aktyvumą (76). Mes nustatėme, kad fermentuotų produktų juslinis priimtinumas buvo didesnis, lyginant su nefermentuotais.

## IŠVADOS

1. Fermentacija PRB didina bioproduktų rūgštingumą:
  - a) Bendras titruojamasis rūgštingumas padidėjo nuo 0,4 °N iki 1,2 °N (atitinkamai, nefermentuotuose ir fermentuotuose mėginiuose);
  - b) Mėginių pH sumažėja nuo 5,8 iki 4,3 (atitinkamai, nefermentuotuose ir fermentuotuose mėginiuose).
2. Fermentacijai naudotos PRB yra saugios, nes nustatytas biogeninių aminių kiekis produktuose neviršijo sveikatai kenksmingų normų, o kai kurių biogeninių aminių kiekis net sumažėjo:
  - a) Labiausiai sumažėjo putrescino kiekis fermentuotuose kanapių baltymuose (nuo 16,57 mg/kg iki 6,13 mg/kg);
  - b) Lyginat visus mėginius prieš ir po fermentacijos, biogeninių aminių kiekis sumažėjo, atitinkamai, nuo 5,82 mg/kg iki 4,03 mg/kg).
3. Fermentacija parinktomis PRB padidina augalinių baltymų virškinamumą *in vitro* (padidėjo vidutiniškai 24,01 proc.).
4. Augalinius produktus fermentuojant parinktomis PRB padidėja jų antioksidacinis aktyvumas, tačiau bendras fenolinių junginių kiekis sumažėja:
  - a) bendras fenolinių junginių kiekis sumažėja nuo 962,73 mg GAE/100g iki 532,11 mg GAE/100g, atitinkamai, nefermentuotuose ir fermentuotuose mėginiuose;
  - b) Antiradikalini aktyvumas kito paklaidų ribose nuo 74,53 proc. iki 79 proc.
5. PRB turi teigiamos įtakos augalinių bioproduktų juslinėms savybėms ir bendram priimtinumui:
  - a) Didžiausios įtakos fermentacija turėjo kanapių sėklų bendram priimtinumui (padidėjo nuo 53 mm iki 64,5 mm);
  - b) Fermentuotų mėginių bendras priimtinumai vidutiniškai padidėjo 2,75 mm.

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Stipanuk MH, Caudill M. Biochemical, Physiological, and Molecular Aspects of Human Nutrition. 3rd ed. New York: Library of congress cataloging: 2013.
2. Grace M, Yousef G, Esposito D. Bioactive Capacity, Sensory Properties, and Nutritional Analysis of a Shelf Stable Protein-rich Functional Ingredient with Concentrated Fruit and Vegetable Phytoactives. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2014 Dec; 69(4):372-8.
3. Rebello C, Greenway F, Finley J. A review of the nutritional value of legumes and their effects on obesity and its related co-morbidities. *Etiology and Pathophysiology*. 2014 May; 15(5):392–407.
4. Day L. Proteins from land plants – Potential resources for human nutrition and food security. *Trends in Food Science & Technology*. 2013 Jul; 32(1):25–42.
5. Selhub EM, Logan AC, Bsted AC. Fermented foods, microbiota, and mental health: ancient practice meets nutritional psychiatry. *Journal of Physiological Anthropology*. 2014 Jan; 33(2).
6. Bamforth CW, Ward RE. *The Oxford Handbook of Food Fermentations*. New York: Oxford University; 2014.
7. Callaway JC. Hempseed as a nutritional resource. *Euphytica*. 2004 Jan; 140(1):65–72.
8. Tang CH, Ten Z, Wang XS, Yang XQ. Physicochemical and functional properties of Hemp (*Cannabis sativa L*) protein. *Agriculture and Food Chemistry*. 2006 Dec; 54(23):8945-50.
9. Wang XS, Tang C, Chen L, Yang XQ. Characterization and Antioxidant Properties of Hemp Protein Hydrolysates Obtained With Neutrase. *Food Technol. Biotechnol*. 2009 May; 47(4):428–434.
10. Yin SW, Tang CH, Cao JS, Hu EK, Wen QB. Effects of limited enzymatic hydrolysis with trypsin on the functional properties of hemp (*Cannabis sativa L.*) protein isolate. *Food Chemistry*. 2008 Feb; 106(3):1004–1013.
11. Tang CH, Wang XS, Yang XQ. Enzymatic hydrolysis of hemp (*Cannabis sativa L.*) protein isolate by various proteases and antioxidant properties of the resulting hydrolysates. *Food Chemistry*. 2009 Jun; 114(4):1484–1490.
12. Malomo A, Aluko E. A comparative study of the structural and functional properties of isolated hemp seed (*Cannabis sativa L.*) albumin and globulin fractions. *Food Hydrocolloids*. 2015 Jan; 43: 743–752.
13. Kitamura K. *All about soybeans*. Science Forum. 2010; Tokyo: Science Forum.

14. Liu KS. Chemistry and Nutritional Value of Soybean Components. In Soybean: Chemistry, Technology and Utilization. Chapman and Hall. 1997; 25-113.
15. Hassan SM. Soybean, Nutrition and Health. Kingdom of Saudi Arabia: Agricultural and Biological Sciences; 2013.
16. WHO. A global brief on hypertension. Publication. Geneva: World Health Organization; 2013. Report No.: WHO/DCO/WHI/2013.
17. Hajos G, Gelencsér E, Grant G, Bardocz S, Sakhri M, Duguid T. Effects of Proteolytic Modification and Methionine Enrichment On the Nutritional Value of Soya Albumins For Rats. Nutritional Biochemistry. 1996 Sep; 7(9):481-487.
18. Hughes GJ, Ryan DJ, Mukherjea R, Schasteen CS. Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Scores (PDCAAS) for Soy Protein Isolates and Concentrate: Criteria for Evaluation. Food Chemistry. 2011 Oct; 59 (23):12707–12712.
19. Nakajima N, Nozak iN, Ishihara K, Ishikawa A, Tsuji H. Analysis of Isoflavone Content in Tempeh, a Fermented Soybean, and Preparation of a New Isoflavone enriched. Bioscience and Bioengineering. 2005 Dec; 100(6):685–687.
20. Yamabe S, Kobayashi-Hattori K, Kaneko K, Endo K, Takita T. Effect of Soybean Varieties on the Content and Composition of Isoflavone in Rice. Food Chemistry. 2007; 100(1):369–374.
21. Jang C, Park C, Lim J, Kim J, Kwon D, Kim Y. Metabolism of Isoflavone Derivatives during Manufacturing of Traditional Meju and Doenjang. Food Science and Biotechnology. 2008; 17(2):442-445.
22. Baek L, Park L, Park K, Lee S. Effect of Starter Cultures on the Fermentative Characteristics of Cheonggukjang. Food Science and Technology. 2008; 40(4):400-405.
23. Kim K, Kim S, Yang H, Kwon D. Changes of Glycinin Conformation due to pH, Heat and Salt Determined by Differential Scanning Calorimetry and Circular Dichroism. Food Science and Technology. 2004 Apr; 39(4):385–393.
24. Choi H, Yoon J, Kim Y, Kwon D. Metabolomic Profiling of Cheonggukjang during Fermentation by 1H NMR Spectrometry and Principal Components Analysis. Process Biochemistry. 2007 Feb; 42(2):263–266.
25. Gedrovica I, Karklina D. Sensory Evaluation of Meatballs with Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus L.*). World Academy of Science, Engineering and Technology. 2013; 7:499-501.

26. Yuan X, Gao M, Xiao H, Tan C, Du Y. Free radical scavenging activities and bioactive substances of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus L.*) leaves. *Food Chemistry*. 2012 Jul; 133(1):10–14.
27. Kim S, Kim CH. Evaluation of whole Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus L.*) for consolidated bioprocessing ethanol production. *Renewable energy*. 2013 May; 65:83–91.
28. Izsaki Z, Kadi G. Biomass accumulation and nutrient uptake of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus L.*). *Plant species*. 2013 Jul; 4(8).
29. Li W, Zhang J, Yu C, Li Q, Dong F, Wang G. Extraction, degree of polymerization determination and prebiotic effect evaluation of inulin from Jerusalem artichoke. *Carbohydrate Polymers*. 2015 May; 121(5):315–319.
30. Dominguez AL, Rodriguez LR, Lima NM, Teixeira JA. An overview of the recent developments on fructooligosaccharide production and applications. *Food Bioprocess Technol*. 2014 Feb; 7(2):324–337.
31. Rubel IA, Pérez EE, Genovese DB, Manrique GD. In vitro prebiotic activity of inulin-rich carbohydrates extracted from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus L.*) tubers at different storage times by *Lactobacillus paracasei*. *Food Research International*. 2014 Aug; 62:59–65.
32. Choque Delgado GT, Tamashiro W, Pastore GM. Review immune-modulatory effects of fructans. *Food Research International*. 2010 Jun; 43(5):1231–1236.
33. Kleessen B, Schwarz S, Boehm A. Jerusalem artichoke and chicory inulin in bakery products affect faecal microbiota of healthy volunteers. *National Institutes of Health*. 2007; 98:540–549.
34. Ramnani P, Gaudier E, Bingham M, Tuohy KM, Gibson GR. Prebiotic effect of fruit and vegetable shots containing Jerusalem artichoke. *British Journal of Nutrition*. 2010; 104:233–240.
35. Kolida S, Gibson GR. Prebiotic capacity of inulin-type fructans. *The Journal of Nutrition*. 2007 Nov; 137(11):2503–2506.
36. Chawla R, Patil GR. Soluble Dietary Fiber. *Food Science and Food Safety*. 2010 Mar; 9(2):178–196.
37. Pan L, Sinden MR, Kennedy AH, Chai H, Watson LE, Graham TL. Bioactive constituents of *Helianthus tuberosus* (Jerusalem artichoke). *Phytochemistry letters*. 2009 Feb; 2(1):15–18.
38. Roger VL, Go AS, Lloyd-Jones DM, Adams RJ, Berry JD, Brown TM. Heart disease and stroke statistics 2011. *National Institutes of Health*. 2011.

39. Ramaa CS, Shirode AR, Mundada AS, Kadam VJ. Nutraceuticals e an emerging era in the treatment and prevention of cardiovascular diseases. *Current Pharmaceutical Biotechnology*. 2006 Feb; 7(1):15-23.
40. Anderson JW, Bush HM. Soy protein effects on serum lipoproteins: a quality assessment and meta-analysis of randomized, controlled studies. *American College of Nutrition*. 2011 Jun; 30(2):79-91.
41. Lee JH, Lee BW, Kim JH. LDL-antioxidant pterocarpanes from roots of *Glycine max* (L.) Merr. *Agriculture and Food Chemistry*. 2006 Mar; 54(6):2057–2063.
42. Yim JH, Lee OH, Choi UK, Kim YC. Antinociceptive and anti-inflammatory effects of ethanolic extracts of *Glycine max* (L.) Merr And *Rhynchosia nulubilis* seeds. *Journal of molecular science*. 2009 Nov; 10(11):4742-4753.
43. Kim HA, Jeong KS, Kim YK. Soy extract is more potent than genistein on tumor growth inhibition. *Anticancer Res*. 2008; 28(5):2837-2841.
44. Velasquez MT, Bhatena SJ. Role of dietary soy protein in obesity. *Journal of Medicine Science*. 2007; 4(2):72-82.
45. Mahmoud AM, Yang W, Bosland MC. Soy isoflavones and prostate cancer: A review of molecular mechanisms. *Steroid Biochemistry and Molecular Biology*. 2014 Mar; 140:116–132.
46. Gu Y, Majumder K, Wu J. QSAR-aided in silico approach in evaluation of food proteins as precursors of ACE inhibitory peptides. *Food Research International*. 2011 Oct; 44(8):2465–2474.
47. Udenigwe CC, Aluko RE. Food Protein-Derived Bioactive Peptides: Production, Processing, and Potential Health Benefits. *Food Science*. 2012 Jan; 77(1):11–24.
48. Girgih AT, Udenigwe CC, Li H, Adebisi AP, Aluko RE. Kinetics of enzyme inhibition and antihypertensive effects of hemp seed (*Cannabis sativa L.*) protein hydrolysate. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 2011 Nov; 88(11):1767–1774.
49. Lu RR, Qian P, Sun Z, Zhou XH, Chen TP, He JF. Hempseed protein derived antioxidative peptides: purification, identification and protection from hydrogen peroxide induced apoptosis in PC12 cells. *Food Science*. 2010 Dec; 123(4):1210–1218.
50. Girgih AT, He R, Malomo SA, Aluko RE. Structural and functional characterization of hemp seed (*Cannabis sativa L.*) protein-derived antioxidant and antihypertensive peptides. *Functional Foods*. 2014 Jan; 6:384–394.
51. Holzapfel WH, Wood BJB. *Lactic Acid Bacteria Biodiversity and Taxonomy*; 2014.



52. Line JE, Svetoch EA, Eruslanov BV, Perelygin VV, Mitsevich EV, Mitsevich IP. Isolation and purification of Enterococin E-760 with broad antimicrobial activity against gram-positive and gram-negative bacteria. *Antimicrobial agents and chemotherapy*. 2008 Dec; 52(3):1094-1100.
53. Ravyts F, De VL, Leroy F. Bacterial diversity and functionalities in food fermentations. *Life Science*. 2012 Aug; 12(4): 356–367.
54. Rattanachaikunsopon P, Phumkhachorn P. Lactic acid bacteria: their antimicrobial compounds and their uses in food production. *Annals of Biological Research*. 2010; 1(4):218-228.
55. Reis JA, Paula AT, Casarotti SN, Penna ALB. Lactic Acid Bacteria Antimicrobial Compounds: Characteristics and Applications. *Food Engineering Reviews*. 2012 Jun; 4(2):124–140.
56. Šalomskienė J, Šarkinas A. Biotechnologinių procesų inovacijos maisto gamyboje ir maisto saugos problemos. In *FOODMICRO 2012*; Kaunas; 1-3.
57. Boye J, Wijesinha-Bettoni R, Burlingame B. Protein quality evaluation twenty years after the introduction of the protein digestibility corrected amino acid score method. *Nutrition*. 2012; 108:183–211.
58. Bergillos-Meca T, Navarro-Alarcón M, Cabrera-Vique C, Artacho R, Olalla M, Giménez R. The probiotic bacterial strain *Lactobacillus fermentum* D3 increases in vitro the bioavailability of Ca, P, and Zn in fermented goat milk. *Biological Trace Element Research*. 2013 Feb; 151(2):307–314.
59. Jones ML, Martoni CJ, Prakash S. Oral supplementation with probiotic *L. reuteri* NCIMB 30242 increases mean circulating 25-hydroxyvitamin D: a post-hoc analysis of a randomized controlled trial. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 2012 Jul; 98 (7):2944-2951.
60. Bartkiene E, Krungleviciute V, Juodeikiene G, Vidmantiene D, Maknickiene Z. Solid state fermentation with lactic acid bacteria to improve the nutritional quality of lupine and soybean. *Science of Food and Agriculture*. 2015 Apr; 95(6):1336–1342.
61. LST ISO 11869:2003. Titruojamojo rūgštingumo nustatymas. Potenciometrinis metodas.
62. LST ISO 15214:2009. Maisto ir pašarų mikrobiologija. Bendras mezofilinių pieno rūgštie bakterijų skaičiavimo metodas. Kolonijų skaičiavimo 30 oC temperatūroje būdas.
63. Bartkienė E, Juodeikienė G, Zaborskienė G, Krunglevičiūtė V, Rekštytė T, Skabeikytė E. Biogeninių aminių susidarymas pašarams naudojamuose fermentuotuose augaliniuose produktuose. 2013; 63(85).

64. Zhu KX, Lian CX, Guo XN, Peng W, Zhou HM. Antioxidant activities and total phenolic contents of various extracts from defatted wheat germ. 2011 Jun; 126(3):1122–1126.
65. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Polyphenols and Flavonoids*. 1999; 299:152-178.
66. Lqari H, Vioque J, Pedroche J, Millan F. Lupinus angustifolius protein isolates: chemical composition, functional properties and protein characterization. *Food Chemistry*. 2002 Mar; 76(3):349–356.
67. LST EN ISO 13299:2010. Juslinè analizè. Metodika. Bendrieji nurodymai dėl juslinio profilio sudarymo.
68. Omobolanle OO, Samaila J, Ocheme BO, Chiemela EC. Effects of fermentation time on the functional and pasting properties of defatted Moringa oleifera seed flour. *Food Science and Nutrition*. 2016 Jan; 4(1):89–95.
69. Alvarez M, Moreno-Arribas M. The problem of biogenic amines in fermented foods and the use of potential biogenic amine-degrading microorganisms as a solution. *Trends in Food Science & Technology*. 2014 Oct; 39(2):146–155.
70. Özogul F, Hamed I. The importance of lactic acid bacteria for the prevention of bacterial growth and their biogenic amines formation. *Food Science and Nutrition*. 2016 Jan.
71. Hasan MN, Sultan MZ, Mar-E-Um M. Significance of Fermented Food in Nutrition and Food Science. *Scientific research*. 2014; 6(2):373-386.
72. Pranotoa Y, Anggrahinia S, Efendib Z. Effect of natural and *Lactobacillus plantarum* fermentation on in-vitro protein and starch digestibilities of sorghum flour. *Food Bioscience*. 2013 Jun; 2:46–52.
73. Ikram MN, El H, Isam A, Mohamed A, Suha O, Ahmed MM. Effect of processing methods on antinutritional factors, protein digestibility and minerals extractability of winter sorghum cultivars. *Basic and Applied Sciences*. 2013 Oct; 7(12):229-237.
74. Thériault M, Caillet S, Kermasha S, Lacroix M. Antioxidant, antiradical and antimutagenic activities of phenolic compounds present in maple products. *Food Chemistry*. 2006; 98(3):490–501.
75. Starzyńska-Janiszewska A, Stodolak B, Mickowska B. Effect of controlled lactic acid fermentation on selected bioactive and nutritional parameters of tempeh obtained from unhulled common bean (*Phaseolus vulgaris*) seeds. *Science of food and agriculture*. 2014 Jan; 94(2):359–366.

76. Mehta BM, Kamal-Eldin A, Iwanski RZ. Fermentation Effects on Food Properties. Taylor and Francis Group. CRC press; 2012.

# **PRIEDAI**

**1 PRIEDAS.** Bioproduktų pH ir BTR rodikliai.

		pH		BTR (°N)	
		0 val.	24 val.	0 val.	24 val.
<i>Lactobacillus coryniformis</i> (71)	KS	5,9	4,4	0,2	1,1
	KB	6,1	4,2	0,4	1,5
	T	5,4	3,8	0,2	1,0
	S	5,9	5,6	1,0	0,6
<i>Lactobacillus casei</i> (210)	KS	5,8	4,4	0,2	0,4
	KB	6,0	4,2	0,3	2,5
	T	5,7	3,6	0,5	1,0
	S	5,9	5,0	0,9	0,8
<i>Lactobacillus plantarum</i> (122)	KS	5,7	4,4	0,3	0,9
	KB	6,0	4,1	0,3	1,5
	T	5,4	3,5	0,4	1,1
	S	5,8	4,5	0,8	0,9
<i>Lactobacillus brevis</i> (139)	KS	5,8	4,4	0,2	1,3
	KB	6,1	4,1	0,2	1,8
	T	4,7	3,6	0,5	1,2
	S	5,8	4,5	0,7	1,2
Statistinė analizė					
min		4,7	3,5	0,2	0,4
vid		5,8	4,3	0,4	1,2
max		6,1	5,6	1,0	2,5

**2 PRIEDAS.** Bioproduktų drėgnis.

DREGNIS (proc.)		
<i>Nefermentuoti mėginiai</i>	KS	10,8
	KB	9,4
	T	67,2
	S	12,4
<i>Lactobacillus coryniformis</i> (71)	KS	35,8
	KB	46,4
	T	70,2
	S	46,0
<i>Lactobacillus casei</i> (210)	KS	33,6
	KB	41,8
	T	71,8
	S	45,2
<i>Lactobacillus plantarum</i> (122)	KS	38,6
	KB	48,6
	T	70,4
	S	41,6
<i>Lactobacillus brevis</i> (139)	KS	37,8
	KB	44,0
	T	70,2
	S	43,4
Statistinė analizė		
min		9,4
vid		44,3
max		71,8

**3 PRIEDAS.** Skirtinguose bioproduktų mėginiuose esantys biogeninių aminių kiekiai.

		Biogeniniai aminai						
		2-Feniletilaminas	Putrescinas	Kadaveredinas	Histaminas	Tiraminas	Spermidinas	Sperminas
		BA mg/kg	BA mg/kg	BA mg/kg	BA mg/kg	BA mg/kg	BA mg/kg	BA mg/kg
<i>Nefermentuoti mėginiai</i>	KS	1,21	7,27	5,02	1,07	0,19	12,49	2,82
	KB	2,09	16,57	8,85	1,47	0,82	24,19	3,97
	T	0,97	1,29	6,22	1,69	0,00	1,40	0,92
	S	10,01	5,54	4,59	1,46	0,00	32,63	8,11
<i>Lactobacillus coryniformis (71)</i>	KS	12,55	4,30	45,14	9,36	0,00	5,99	0,00
	KB	1,07	3,39	0,00	0,82	0,17	6,86	1,15
	T	1,01	0,97	2,00	1,12	0,00	1,34	1,33
	S	8,33	4,18	2,21	0,96	0,00	12,23	2,89
<i>Lactobacillus casei (210)</i>	KS	1,02	18,05	6,80	1,02	2,80	4,95	1,95
	KB	1,26	8,40	5,30	0,90	0,44	8,72	1,98
	T	1,01	2,77	3,79	1,07	0,00	0,61	1,05
	S	2,45	4,79	0,00	1,28	0,00	11,58	3,85
<i>Lactobacillus plantarum (122)</i>	KS	1,29	4,78	0,00	1,25	1,14	5,51	2,89
	KB	1,29	6,37	0,00	0,80	0,28	10,69	2,15
	T	1,13	2,82	0,00	1,51	0,22	1,33	1,27
	S	2,92	27,91	0,00	0,81	0,11	6,01	3,35
<i>Lactobacillus brevis (139)</i>	KS	2,36	4,62	0,00	1,34	51,79	7,63	4,57
	KB	1,47	6,35	0,00	1,17	3,04	10,40	3,04
	T	1,37	1,68	3,17	1,28	0,00	0,66	0,21
	S	3,61	5,68	2,06	0,59	0,80	10,81	6,19
Statistinė analizė								
min		0,97	0,97	0,00	0,59	0,00	0,61	0,00
vid		2,92	6,89	4,76	1,55	3,09	8,80	2,68
max		12,55	27,91	45,14	9,36	51,79	32,63	8,11

**4 PRIEDAS.** Bendras fenolinių junginių kiekis ir antiradikalinis aktyvumas.

		DPPH	BFJ
<i>Nefermentuoti mėginiai</i>	KS	131,61	340,47
	KB	36,01	750,78
	T	32,13	1801,29
	S	98,40	958,36
<i>Lactobacillus coryniformis (71)</i>	KS	253,44	612,07
	KB	53,08	301,67
	T	63,01	535,44
	S	94,36	288,09
<i>Lactobacillus casei (210)</i>	KS	93,28	940,90
	KB	33,99	559,69
	T	45,16	615,95
	S	96,53	433,59
<i>Lactobacillus plantarum (122)</i>	KS	45,01	766,30
	KB	45,63	359,87
	T	117,49	268,69
	S	44,08	638,26
<i>Lactobacillus brevis (139)</i>	KS	42,68	713,92
	KB	67,05	714,89
	T	97,47	314,28
	S	71,70	450,08
Statistinė analizė			
min		32,126	268,690
vid		78,104	618,230
max		253,442	1801,290

**5 PRIEDAS.** Virškinamumo rodikliai.

Virškinamumas (proc.)		
<i>Nefermentuoti mėginiai</i>	KS	60,24
	KB	21,81
	T	64,11
	S	60,00
<i>Lactobacillus coryniformis (71)</i>	KS	69,26
	KB	69,26
	T	71,61
	S	68,35
<i>Lactobacillus casei (210)</i>	KS	90,62
	KB	73,96
	T	79,21
	S	78,31
<i>Lactobacillus plantarum (122)</i>	KS	90,44
	KB	70,16
	T	72,15
	S	71,52
<i>Lactobacillus brevis (139)</i>	KS	84,10
	KB	75,59
	T	71,07
	S	73,24
Statistinė analizė		
min		21,81
vid		70,75
max		90,62

**6 PRIEDAS.** Bioproduktų bendras priimtumas.

<b>Bendras priimtumas (mm)</b>		
<i>Nefermentuoti mėginiai</i>	KS	53
	KB	59
	T	45
	S	56
<i>Lactobacillus coryniformis (71)</i>	KS	61
	KB	54
	T	47
	S	55
<i>Lactobacillus casei (210)</i>	KS	67
	KB	56
	T	49
	S	48
<i>Lactobacillus plantarum (122)</i>	KS	62
	KB	51
	T	59
	S	54
<i>Lactobacillus brevis (139)</i>	KS	68
	KB	52
	T	50
	S	63
Statistinė analizė		
min		45
vid		55
max		68

**7 PRIEDAS.** Pieno rūgšties bakterijų kolonijas sudarančių vienetų skaičius.

<b>Ksv/g</b>		
<i>Nefermentuoti mėginiai</i>	KS	0
	KB	0
	T	4,51
	S	0
<i>Lactobacillus coryniformis (71)</i>	KS	8,39
	KB	8,86
	T	8,24
	S	8,23
<i>Lactobacillus casei (210)</i>	KS	9,42
	KB	7,47
	T	7,11
	S	9,22
<i>Lactobacillus plantarum (122)</i>	KS	8,37
	KB	7,85
	T	6,04
	S	9,48
<i>Lactobacillus brevis (139)</i>	KS	7,57
	KB	8,49
	T	6,97
	S	9,49
Statistinė analizė		
min		0,00
vid		6,79
max		9,49



**8 PRIEDAS.** Atskirų veiksmų įtaka pH ir BTR rodiklių patikimumui.

<b>Veiksniai</b>	<b>Priklausomas kintamasis</b>	<b>Nuokrypių kvadratų suma</b>	<b>Fisherio koeficientas</b>	<b><i>P</i></b>
PRB	pH (0 val.)	0,155	4,066	0,0151
	pH (24 val.)	0,359	28,262	0,0001
	BTR (0 val.)	0,012	.	.
	BTR (24 val.)	0,245	196,000	0,0001
Augalas	pH (0 val.)	1,220	32,000	0,0001
	pH (24 val.)	3,419	269,049	0,0001
	BTR (0 val.)	0,942	.	.
	BTR (24 val.)	2,340	1872,000	0,0001
PRB ir augalas	pH (0 val.)	0,142	3,716	0,0031
	pH (24 val.)	0,175	13,792	0,0001
	BTR (0 val.)	0,042	.	.
	BTR (24 val.)	0,362	289,333	0,0001

**9 PRIEDAS.** Atskirų veiksnių įtaka biogeninių aminių rodiklių patikimumui.

<b>Veiksniai</b>	<b>Priklausomas kintamasis</b>	<b>Nuokrypių kvadratų suma</b>	<b>Fisherio koeficientas</b>	<b><i>P</i></b>
PRB	kadaverdinas	283,846	2742,962	0,0001
	histaminas	8,906	1755,954	0,0001
	tiraminas	439,675	3609,462	0,0001
	spermidinas	298,835	2413,465	0,0001
	sperminas	13,183	1319,437	0,0001
	feniletilaminas	38,017	2216,539	0,0001
	putrescinas	104,655	1308,408	0,0001
Augalas	kadaverdinas	298,140	2881,090	0,0001
	histaminas	10,888	2146,862	0,0001
	tiraminas	439,047	3604,306	0,0001
	spermidinas	537,987	4344,909	0,0001
	sperminas	39,560	3959,267	0,0001
	feniletilaminas	62,903	3667,448	0,0001
	putrescinas	174,449	2180,974	0,0001
PRB ir augalas	kadaverdinas	295,877	2859,218	0,0001
	histaminas	10,736	2116,925	0,0001
	tiraminas	371,434	3049,248	0,0001
	spermidinas	64,390	520,032	0,0001
	sperminas	4,632	463,554	0,0001
	feniletilaminas	24,282	1415,719	0,0001
	putrescinas	129,955	1624,704	0,0001

**10 PRIEDAS.** Atskirų veiksnių įtaka DPPH, drėgnio, KSV, BFJ ir virškinamumo rodiklių patikimumui.

<b>Veiksniai</b>	<b>Priklausomas kintamasis</b>	<b>Nuokrypių kvadratų suma</b>	<b>Fisherio koeficientas</b>	<b><i>P</i></b>
PRB	DPPH	5935,872	724,624	0,0001
	Drėgnis	1403,691	669,860	0,0001
	KSV	111,843	2344,719	0,0001
	BFJ	541566,975	1136,637	0,0001
	Virškinamumas	652,440	135,166	0,0001
Augalas	DPPH	11947,698	1458,521	0,0001
	Drėgnis	4546,968	2169,873	0,0001
	KSV	12,379	259,519	0,0001
	BFJ	115844,550	243,134	0,0001
	Virškinamumas	261,408	54,156	0,0001
PRB ir augalas	DPPH	8127,058	992,115	0,0001
	Drėgnis	136,323	65,055	0,0001
	KSV	18,016	377,695	0,0001
	BFJ	406466,175	853,088	0,0001
	Virškinamumas	70,501	14,606	0,0001