

**LIETUVOS SVEIKATOS MOKSLŲ UNIVERSITETAS
VETERINARIJOS AKADEMIJA**

Veterinarijos fakultetas

Simona Vašėtaitė

***Thymus vulgaris* vandeninio ekstrakto įtaka fermentuotų kvietinių
kepinių saugos ir kokybės rodikliams
The influence of *Thymus vulgaris* aqueous extract on safety and quality
parameters of fermented wheat bread**

Veterinarinės maisto saugos nuolatinių studijų
MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

Darbo vadovė: dr. Paulina Zavistanavičiūtė
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 „*Thymus vulgaris* vandeninio ekstrakto įtaka fermentuotų kvietinių kepinų saugos ir kokybės rodikliams“.

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

2022 – 03 – 31
(data)

Simona Vašėtaitė
(autorius vardas, pavardė)

PATVIRTINIMAS APIE DARBO LIETUVIŲ KALBOS TAISYKLINGUMĄ

Patvirtinu, kad darbo lietuvių kalba taisyklinga.

2022 – 04 – 07
(data)

Audronė Gudynienė
(redaktoriaus vardas, pavardė)

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO VADOVO IŠVADA DĖL DARBO GYNIMO

Patvirtinu, kad darbas atitinka baigiamojo darbo reikalavimus.

2022 – 04 – 01
(data)

Dr. Paulina Zavistanavičiūtė
(darbo vadovo vardas, pavardė)

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS APROBUOTAS MAISTO SAUGOS IR KOKYBĖS KATEDROJE

(aprobacijos data) Prof. dr. Mindaugas Malakauskas
(katedros vedėjo (-os) vardas, pavardė) (parašas)

Magistro baigiamojo darbo recenzentai

1)

2)

(vardas, pavardė)

(parašai)

Magistro baigiamųjų darbų gynimo komisijos įvertinimas:

(data)

(gynimo komisijos sekretorės (-iaus) vardas, pavardė)

(parašas)

TURINYS

SANTRAUKA	5
SUMMARY	6
SANTRUMPOS	7
ĮVADAS	8
1. LITERATŪROS APŽVALGA	10
1.1 Vaistinio čiobrelio (<i>Thymus vulgaris</i> L.) cheminė sudėtis	10
1.2 Prieskoninių augalų panaudojimas maisto pramonėje	12
1.3 Kviečių cheminė sudėtis	14
1.4 Technologiniai mikroorganizmai kepinų gamyboje	15
1.5 Miltų įtaka kvietinių kepinų kokybei	18
2. TYRIMO METODAI IR MEDŽIAGA	20
2.1 Pagrindinės tyrimų kryptys ir jų pagrindimas	20
2.2 Raugų, vandeninio ekstrakto ir kepinų paruošimas analizei	21
2.3 Raugų ir kvietinių kepinų tyrimo metodai	23
2.3.1 Raugų tyrimo metodai	23
2.3.2 Kvietinių kepinų tyrimo metodai	23
2.4 Tyrimo duomenų statistinė analizė	24
3. TYRIMO REZULTATAI	26
3.1 Raugų kokybės rodikliai	26
3.2 Kvietinių kepinų kokybės rodikliai	27
3.2.1 Kvietinių kepinų svoris ir savitasis tūris	27
3.2.2 Kvietinių kepinų drėgnis, formos išlaikymo koeficientas, akytumas ir bendrasis titruojamasis rūgštingumas	28
3.2.3 Kvietinių kepinų spalvos ir tekstūros rodikliai	29
3.3 Kvietinių kepinų jauslinių savybių analizė	32

4. REZULTATŲ APTARIMAS	36
IŠVADOS.....	39
REKOMENDACIJOS.....	42
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	43
PRIEDAI	51

SANTRAUKA

***Thymus vulgaris* vandeninio ekstrakto įtaka fermentuotų kvietinių kepinių saugos ir kokybės rodikliams**

Simona Vašėtaitė

Magistro baigiamasis darbas

Darbo tikslas: įvertinti *Thymus vulgaris* vandeninio ekstrakto įtaką fermentuotų kvietinių kepinių saugos ir kokybės rodikliams.

Tyrime analizuojama *Thymus vulgaris* vandeninio ekstrakto pritaikymo galimybė fermentuotų kvietinių kepinių gamyboje bei ekstrakto įtaka kepinių saugos ir kokybės rodikliams. Raugams ruošti naudotos *Lactobacillus plantarum* LUHS122 ir *Lactobacillus coryniformins* LUHS71 pieno rūgšties bakterijos. Vertinti raugų kokybės rodikliai: tekstūra, spalvų koordinatės, pH, bendras priimtumas. Nustatyta, kad raugų kokybės rodikliai nevienareikšmiai, nes abiejų kvietinių raugų tekstūra vienoda ($0,1 \pm 0,01$ mJ), pH kito nuo $3,94 \pm 0,05$ iki $4,05 \pm 0,01$. Šviesiausias ir rausviausias raugai nustatyti, atitinkamai, su *L. coryniformins* LUHS71 ($p = 0,004$) ir *L. plantarum* LUHS122 ($p = 0,0002$) padermėmis. Gelsvumo koordinatėjų rezultatai buvo statistiškai nepatikimi, o priimtinausias nustatytas raugas su *L. plantarum* LUHS122 paderme ($128,33 \pm 3,51$ mm). Kepiniai pagaminti naudojant skirtingą vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto kiekį ir raugus su *L. plantarum* LUHS122 ir *L. coryniformins* LUHS71 padermėmis. Nustatyta, kad skirtingas *Thymus vulgaris* kiekis ir raugo rūšis turėjo nevienareikšmės įtakos gautų kepinių kokybės ir saugos rodikliams. Didžiausias drėgnis, savitasis tūris ir minkščiausi kepiniai po 72 val. laikymo nustatyti su 5 proc. vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto ir *L. coryniformins* LUHS71 raugu, atitinkamai, $36,11 \pm 0,24$ proc., $3,08 \pm 0,28$ ml / g ir $0,33 \pm 0,15$ mJ. Mažiausi masės nuostoliai nustatyti kepinių su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, 8,18 proc. Didžiausias bendras priimtumas nustatytas kepinių su 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* raugu ($124,62 \pm 6,20$ mm).

Raktažodžiai: kvietiniai kepiniai, *Lactobacillus plantarum* raugas, *Lactobacillus coryniformins* raugas, kokybė, *Thymus vulgaris*, vandeninis ekstraktas.

SUMMARY

The influence of *Thymus vulgaris* aqueous extract on safety and quality parameters of fermented wheat bread

Simona Vašėtaitė

Master's Thesis

The aim of thesis is to evaluate *Thymus vulgaris* aqueous extract influence on safety and quality parameters of fermented wheat bread.

In this research, different options of applying *Thymus vulgaris* aqueous extract in fermented wheat bread production as well as its effect on safety and quality parameters are analysed. For preparation of sourdough, *Lactobacillus plantarum* LUHS122 and *Lactobacillus coryniformins* LUHS71 lactic acid bacteria were used. Several quality parameters of sourdough: texture, color coordinates, pH and overall acceptability, were evaluated. The results of sourdough quality parameters were ambiguous because both tested sourdough texture (0.1 ± 0.01 mJ) results were the same, pH varied from 3.94 ± 0.05 to 4.05 ± 0.01 . The highest lightness and redness color coordinates of sourdough with *L. coryniformins* LUHS71 ($p = 0.004$) and *L. plantarum* LUHS122 ($p = 0.0002$), respectively, were found. The yellowness coordinates were not statistically significant and the highest overall acceptability of sourdough with *L. plantarum* LUHS122 strain (128.33 ± 3.51 mm) were found. Wheat breads were made with different quantities of aqueous *Thymus vulgaris* extract and sourdough with *L. plantarum* LUHS122 and *L. coryniformins* LUHS71 strains. It was found that different quantity of aqueous *Thymus vulgaris* extract and type of sourdough had ambiguous influence on quality and safety parameters of wheat bread. The highest moisture content, specific volume and the softest samples after 72 hours of storage, prepared with 5 % aqueous *Thymus vulgaris* extract and *L. coryniformins* LUHS71 sourdough, 36.11 ± 0.24 %, 3.08 ± 0.28 ml / g and 0.33 ± 0.15 mJ, respectively, were observed. The lowest mass loss after thermal processing of samples prepared with 15 % aqueous *Thymus vulgaris* extract and *L. plantarum* LUHS122 sourdough, 8.18 %, were established. The highest overall acceptability of samples prepared with 20 % aqueous *Thymus vulgaris* extract and *L. plantarum* sourdough (124.62 ± 6.20 mm) were found.

Key words: wheat bread, *Lactobacillus plantarum* sourdough, *Lactobacillus coryniformins* sourdough, quality, *Thymus vulgaris*, aqueous extract.

SANTRUMPOS

p – patikimumas, veiksmų įtakos rodiklis.

BTR – bendras titruojamasis rūgštingumas.

PRB – pieno rūgšties bakterijos.

L. plantarum – *Lactobacillus plantarum*.

L. coryniformis – *Lactobacillus coryniformis*.

*L** – spalvos koordinatė, nurodanti baltos ir juodos spalvos santykį.

*a** – spalvos koordinatė, nurodanti raudonos ir žalios spalvos santykį.

*b** – spalvos koordinatė, nurodanti geltonos ir mėlynos spalvos santykį.

N° – Neimano laipsnis.

°C – Celsijaus laipsnis.

pH – rodiklis, nurodantis tirpalo rūgštingumą ar šarmingumą pagal tirpale esančių protonų (H⁺ jonų) koncentraciją.

IVADAS

Daugelyje pasaulio šalių kvietinė duona yra pagrindinis maisto produktas bei energijos ir baltymų šaltinis (1). Kviečiai yra svarbių, sveikatai naudingų komponentų (baltymų, vitaminų, maistinių skaidulų ir fitocheminių medžiagų) turinti žaliava. Ypač svarbios yra glitimo baltymų frakcijų savybės, kurios leidžia miltus panaudoti įvairių kepinų gamyboje (2).

Viena iš dažniausiai atsirandančių problemų maisto pramonėje yra trumpas kepinio tinkamumo vartoti terminas dėl pelėsinių grybų augimo ir žiedėjimo. Todėl maisto pramonėje yra naudojamos įvairios cheminės maisto produktą konservuojančios medžiagos. Viena iš priemonių, padedančių kovoti su greitu kepinio žiedėjimu ir pelėsinių grybų atsiradimu juose, yra raugai. Raugas yra unikali tam tikrų heterofermentinių ir homofermentinių pieno rūgšties bakterijų simbiozė su mielėmis. Rauginimo metu pieno rūgšties bakterijos gamina silpnas organines rūgštis (daugiausia pieno ir acto rūgštis), kurios stabdo pelėsinių grybų augimą – tai lemia ilgesnį tinkamumo vartoti terminą bei geresnes galutinio kepinio savybes (3). Ruošiant raugą kvietinių kepinų gamyboje gali būti naudojamos įvairios pieno rūgšties bakterijos, pavyzdžiui, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus coryniformis* ir kt. Raugai su *L. plantarum* paderme pasižymi geromis technologinėmis savybėmis, nes padaro tešlą klampesnę, elastingesnę, padeda sulaikyti vandenį. Be to, gaminant kvietinius kepinus su *L. plantarum* raugais kepiniai pasižymi geresnėmis juslinėmis savybėmis – yra skanesni ir turi malonų aromatą (4). Raugas su *L. coryniformis* paderme gali padidinti savitąjį duonos tūrį, poringumą ir sumažinti akrilamido koncentraciją kvietiniuose kepinuose (5).

Pastaruoju metu vis labiau pastebima didėjanti natūralių ir sveikatai naudingesnių maisto produktų paklausa. Įtraukus į kasdienę mitybą produktus, turinčius didesnę pridėtinę vertę, vartotojams būtų galima pasiūlyti gausesnę naudingų junginių įvairovę, nekeičiant kepinų technologinių savybių ir kokybės (1). Duonos praturtinimas aromatiniais augalais galėtų būti alternatyva, kuri leistų patenkinti didėjančią funkcionaliojo maisto poreikį (6).

Lamiaceae šeimos aromatinuose augaluose yra daug fitocheminių medžiagų, turinčių aukštą antioksidacinį aktyvumą (6). *Thymus vulgaris* jau nuo seno naudotas tradicinėje medicinoje bei kulinarijoje gardinant įvairius maisto patiekalus. *Thymus vulgaris* pasižymi flavonoidų, fenolinių junginių, kurie veikia kaip antioksidantai, turi antimikrobinių bei priešuždegiminių savybių, gausa. Taip pat *Thymus vulgaris* augale yra iki 2,5 proc. eterinio aliejaus, kurio pagrindą sudaro timolis, p-cimenas, karvakrolis (7). Šie junginiai turi antiseptinių savybių, pasižymi stipriu antimikrobiniu poveikiu įvairiems mikroorganizmams, gali slopinti *Penicillium* ir *Aspergillus* grybų augimą. *Thymus vulgaris* ekstrakto naudojimas kepinų gamyboje gali suteikti duonai malonų skonį ir aromatą (8).

Darbo tikslas: įvertinti *Thymus vulgaris* vandeninio ekstrakto įtaką fermentuotų kvietinių kepinų saugos ir kokybės rodikliams.

Darbo uždaviniai:

1. Pagaminti kvietinius raugus naudojant technologinius mikroorganizmus ir įvertinti šiuos raugų rodiklius: tekstūrą, spalvų koordinates, pH, juslines savybes;
2. Pagaminti kvietinius kepinus naudojant raugą ir skirtingą *Thymus vulgaris* vandeninio ekstrakto (5; 10; 15 ir 20 proc.) kiekį; įvertinti raugų su skirtingu vandeninio ekstrakto kiekiu įtaką kvietinių kepinų saugos ir kokybės rodikliams: spalvų koordinatėms, tekstūrai, BTR, minkštimo drėgniui, savitajam tūriui, masės nuostoliams po terminio apdorojimo, akytumui, žiedėjimui, formos išlaikymo koeficientui ir juslinėms savybėms;
3. Atlikti rezultatų statistinę analizę įvertinant raugo ir skirtingo vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto kiekio įtaką kvietinių kepinų kokybės ir saugos rodikliams.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1 Vaistinio čiobrelio (*Thymus vulgaris* L.) cheminė sudėtis

Vaistinis čiobrelis (*Thymus vulgaris* L.) yra daugiametis augalas, kuris priklauso notrelinių (*Lamiaceae*) šeimai, čiobrelių (*Thymus spp.* L.) genčiai. Šis augalas kilęs iš pietų Europos, paplitęs nuo Viduržemio jūros vakarų iki Italijos pietų. Vaistinis čiobrelis yra susikrūmojęs, turi sumedėjusius stiebelius su nuolat žaliuojančiais lapeliais, kurie skleidžia malonų aromatą (1 pav.). Vasaros pradžioje augalas sužydi ir pasirodo purpurinės, rausvos spalvos žiedai (9).



1 pav. Vaistinis čiobrelis krūmas 2020 m. gruodžio mėnesį (dešinėje) ir žydintis vaistinis čiobrelis krūmas 2021 m. birželio mėnesį (kairėje) (Asmeninio archyvo nuotraukos)

Čiobrelių krūmas yra apie 20 – 30 cm aukščio. Ant augalo stiebų išsidėsto ovalūs stačiakampio formos maži lapeliai, paprastai nuo 2,5 iki 5 mm ilgio. *Thymus vulgaris* yra aromatinga vaistažolė, pasižyminti aštriu skoniu. Čiobreliai gerai auga vidutinio klimato temperatūroje, jiems reikalingi tiesioginiai saulės spinduliai. Esant dideliame dirvožemio drėgnumui augalas tampa mažiau atsparus šaknų ligoms, taip pat susilpnėja jo aromatas (10,11). Čiobreliai – žolinis vaistinis augalas, kuris naudojamas uždegimams, inkstų ligoms, hipertenzijai, infekcijoms bei kitiems susirgimams gydyti (12).

Mityboje vartojant vaistinį čiobrelį sumažėja tikimybė susirgti širdies ir kraujagyslių bei onkologinėmis ligomis. Teigiamas poveikis sveikatai aiškinamas tuo, kad šiuose augaluose gausu

antioksidacinėmis savybėmis pasižyminčių fenolinių junginių (13). Vaistiniuose čiobreliuose randama flavonoidų (apigenino ir luteolino darinių), fenolinių junginių (zeaksantino, liuteino, apigenino, naringenino, liuteolino ir timozino) bei fenolinių rūgščių (cinamono, karnozės ir rozmarino) (10). Šie junginiai slopina vėžio ir lėtinių uždegimų vystymąsi. Be to, vaistiniame čiobrelėje randami fenoliniai monoterpenoidai – karvakrolis ir timolis – pasižymi gebėjimu kovoti su laisvaisiais radikalais. Visi vaistinio čiobrelės bioaktyvūs komponentai turi teigiamą poveikį žmonių sveikatai (7).

Augalas taip pat pasižymi vitaminų gausa. Vaistinio čiobrelės sudėtyje randama A, K, E, C bei B grupės vitaminų. Vienas iš B grupės vitaminų, esančių čiobrelėje, tai piridoksinas arba vitaminas B₆. Jo randama apie 0,35 mg 100 g⁻¹, tai sudaro maždaug 27 proc. rekomenduojamos paros normos. Piridoksinas dalyvauja įvairiose biologinėse funkcijose, energijos apykaitoje, padeda kovoti su stresu, reikalingas normaliai smegenų veiklai užtikrinti. Askorbo rūgštis suteikia atsparumą infekcinėms ligoms ir kovoja su uždegimą skatinančiais laisvaisiais radikalais. Vitaminas A – riebaluose tirpus vitaminas – veikia kaip antioksidantas bei padeda stiprinti imuninę sistemą, jis reikalingas regėjimui, kaulams, gyvybiškai svarbus palaikant sveiką gleivinės ir odos būklę (10). Vitaminas E taip pat veikia kaip antioksidantas, nes saugo organizmą nuo kenksmingo laisvųjų radikalų poveikio, be to, lėtina senėjimo procesą (14). Vitaminas K organizme palaiko normalų kraujo krešėjimą, dalyvauja organizmo regeneracijos procesuose, didina atsparumą infekcijoms, gali sumažinti osteoporozės riziką, būtinas normaliai inkstų veiklai (15).

Vaistinio čiobrelės lapuose randama nemažai mineralinių medžiagų – kalio, geležies, kalcio, mangano, magnio ir seleno (10). Visi šie mineralai yra gyvybiškai svarbūs optimaliai žmogaus sveikatai užtikrinti (16). Kalis yra svarbus ląstelių ir kūno skysčių komponentas, kontroliuoja širdies ritmą ir kraujospūdį. Manganas yra antioksidacinio fermento – superoksido dismutazės faktorius (10). Geležis dalyvauja raudonųjų kraujo kūnelių formavimesi, padeda įsisavinti baltymus, dalyvauja fermentinėse reakcijose (16). Kalcis yra būtinas kaulams, tinkamai raumenų veiklai, normaliam kraujospūdžiui bei turi įtakos kraujo krešėjimo procesui (17). Selenas vertinamas dėl antioksidacinio poveikio, saugo ląsteles nuo laisvųjų radikalų, padeda kovoti su uždegiminėmis reakcijomis, yra būtinas tinkamai imuniteto veiklai (18).

Skirtingose čiobrelės dalyse randama apie 0,5 – 2,5 proc. aliejaus, kurį sudaro 45 – 47 proc. timolio, 32 – 34 proc. p-cimeno, 4 – 5 proc. karvakrolo, γ-terpineno, linalolio ir α-pineno. Timolis ir karvakrolis – tai fenoliniai junginiai, kurie turi antiseptinių savybių, pasižymi stipriu antimikrobiniu poveikiu prieš patogeninius mikroorganizmus, pavyzdžiui, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* ir kt. Taip pat timolis slopina tam tikrų rūšių grybų ir mielių augimą, pavyzdžiui, *Aspergillus*

flavus, *Aspergillus parasiticus* ir *Candida albicans* (16). Be to, eterinio aliejaus kiekiui augale įtakos turi įvairūs aplinkos veiksniai – sausra, šviesos intensyvumas, temperatūra ir kt. (7).

1.2 Prieskoninių augalų naudojimas maisto pramonėje

Duonos ir pyrago kepiniai yra dažniausiai pasaulyje vartojami produktai, tačiau jų tinkamumo vartoti terminas yra trumpas. Todėl juos gaminant ir vartojant kyla daug problemų dėl nekokybiškų gaminių bei galimo mikotoksinų atsiradimo (19). Ypač tai kelia susirūpinimą gamintojams, nes lemia didelius ekonominius nuostolius. Ilgalaikis sintetinių medžiagų vartojimas gali turėti neigiamą poveikį žmogaus sveikatai, todėl yra ieškoma natūralių medžiagų ir ingredientų, kad būtų galima pailginti gaminių tinkamumo vartoti terminą ir užtikrinti jų saugą bei kokybę (20).

Vaistinis čiobrelis (*Thymus vulgaris*) – aromatinė žolė, pasižyminti antiseptinėmis, antimikrobinėmis ir antioksidacinėmis savybėmis. Ji plačiai naudojama norint patiekalams suteikti savito aromato ir skonio (13). *Thymus vulgaris* pasižymi fitocheminių medžiagų gausa, todėl šio augalo švieži ir džiovinti lapeliai plačiai naudojami įvairiems patiekalams gardinti, o ekstraktas naudojamas kaip skonio stipriklis gėrimuose, konditerijos gaminiuose. *Thymus vulgaris* stiprų skonį lemia augale randamas timolio kiekis. Timolis – fenolinis junginys ir pagrindinė čiobrelių (20 – 55 proc.) eterinių aliejų sudedamoji dalis. Timolio kiekis yra tiesiogiai proporcingas čiobrelių eterinių aliejų kokybei ir būdingam skoniui (21). *Thymus vulgaris* eterinis aliejus yra natūralus junginys, pasižymintis antimikrobinėmis savybėmis. Jis gali būti naudojamas kaip alternatyva kepinų tinkamumo vartoti termino pailginimui, be to, jis gali suteikti maisto produktui antioksidacinių ir antimikrobinų savybių. Duomenų apie *Thymus vulgaris* ekstrakto ar eterinio aliejaus naudojimą kepinuose nėra daug, tačiau dėl antigrybinio (*Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus ochraceus*, *Fusarium moniliforme*) aktyvumo šis ingredientas galėtų būti naudojamas duonos ir konditerijos kepinuose (20).

Kvapusis rozmarinas (*Rosmarinus officinalis*) savo sudėtyje turi fenolinių junginių, tokių kaip karnozolis, rosmanolis, rozmaridifenolis ir rozmarchinonas. Maisto pramonėje *Rosmarinus officinalis* naudojamas kaip maisto kvapioji medžiaga ir konservantas, nes pasižymi antioksidacinėmis ir antimikrobinėmis savybėmis (22). N. Da Silva Bomfim ir kt. (23) nustatė, kad *Rosmarinus officinalis* eterinis aliejus, pagamintas iš džiovintų lapų, slopina *Aspergillus flavus* augimą. Yra nustatyta, kad šio prieskoninio augalo eterinis aliejus gali būti naudojamas duonos ir kepinų gamyboje, nes pailgina kepinų tinkamumo vartoti laiką, sulėtindamas mikroskopinių grybų augimą ir slopindamas mikotoksino – aflatoksinų gamybą (23).

Paprastasis raudonėlis (*Origanum vulgare*) – viena iš labiausiai paplitusių prieskoninių žolių, pasižyminti antimikrobiniu aktyvumu prieš *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* bei *Bacillus cereus*. *Origanum vulgare* randama nuo 0,5 – 2 proc. iki 7 proc. eterinio aliejaus. Eterinio aliejaus koncentracija priklauso nuo rūšies, augalo skynimo sezono, naudojamos augalo dalies bei aliejaus gavybos metodo. Antimikrobinis raudonėlio aktyvumas siejamas su eteriniame aliejuje esančiais lakiaisiais junginiais – karvakroliu ir timoliu. Šie junginiai slopina maiste esančių mikroskopinių grybų augimą, jų sporų gamybą ir mikotoksinų produkavimą. Dėl antimikrobinių bei antigrybinių savybių raudonėlis gali būti naudojamas kaip sintetinių konservantų pakaitas duonos ir konditerijos gamyboje (24). E. Bartkienė ir kt. (25) nustatė, kad duonoje, pagamintoje su plikiniu, *Lactobacillus plantarum* LUHS135 raugu ir 5 proc. *Origanum vulgare*, reikšmingai sumažėjo akrilamido koncentracija.

Kvapusis bazilikas (*Ocimum basilicum*) – žalias prieskoninis augalas pailgais, smailėjančiais blizgiais lapais. Jis pasižymi maloniu skoniu ir aromatu, todėl yra plačiai naudojamas įvairiems kulinarijos ir konditerijos gaminiams gardinti. Bazilikas turi magnio, kalio, geležies, o šios mineralinės medžiagos gerina širdies ir kraujagyslių būklę, padeda išvengti lėtinių ligų (26). *Ocimum basilicum* lapuose randama 0,2 – 1 proc. eterinio aliejaus, kuriame yra bioktyvių medžiagų – linalolo ir estragolio. Baziliko eterinis aliejus slopina *Staphylococcus spp.*, *Enterococcus spp.*, *E. coli*, *Aspergillus spp.* ir *Candida spp.* augimą (24). Maisto pramonėje *Ocimum basilicum* gali būti naudojamas kaip natūralus maisto konservantas, be to, jis suteikia gaminiui intensyvesnę spalvą ir pagerina skonį. Pavyzdžiui, bazilikas ir jo ekstraktai naudojami alyvuogių aliejui konservuoti bei gardinti. Toks aliejus pasižymi intensyvia spalva ir maloniomis aromatinėmis savybėmis (26).

Vaistinė melisa (*Melissa officinalis*) – augalas baltais arba rausvais žiedais, ovaliais lapkočiais, pasižymintis stipriu citrusiniu kvapu ir skoniu. *Melissa officinalis* turi daug bioaktyvių junginių: triterpenų, fenolio rūgščių, flavonoidų, lakiųjų junginių. Augale randama 0,02 – 0,3 proc. eterinio aliejaus, kuris yra gelsvos spalvos ir turi būdingą citrinos kvapą. Eterinio aliejaus sudėtis skiriasi priklausomai nuo vietovės, kurioje auga vaistinė melisa, klimato, geografinių sąlygų, derliaus nuėmimo laiko ir naudojamo distiliavimo ar ekstrakcijos būdo. *Melissa officinalis* eteriniame aliejuje esantys fenoliniai junginiai slopina *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* augimą. Nustatyta, kad *Melissa officinalis* vandeniniai ekstraktai stipriau slopina bakterijų ir grybų augimą nei etanolio ekstraktai. Šį reiškinį galima paaiškinti tuo, kad vandeniniuose ekstraktuose yra daugiau fenolinių junginių (ypač fenolinių rūgščių, pvz. rozmarino rūgštis), kurios dėl savo antioksidacinio aktyvumo padeda slopinti mikroorganizmų veiklą. Vaistinės melisos ekstraktų naudojimas maisto pramonėje gali pagerinti maisto produktų saugą ir kokybę (27,28).

Šaltmėtė (*Mentha spicata*) – tai daugiametis augalas kvapniais rausvais žiedais, naudojamas virškinimo bei žarnyno sutrikimams gydyti, peršalimo, galvos skausmo slopinimui. Eterinis *Mentha spicata* aliejus išgaunamas iš augalo lapų, žiedų ir stiebų. Iš viso randama 0,04 – 2,1 proc. eterinio aliejaus, kurio pagrindiniai komponentai yra karvonas ir limonenas. Eterinis šaltmėtės aliejus slopina *Staphylococcus aureus* augimą (29). A. B. Shori ir kt. (30) nustatė, kad *Mentha spicata* vandeninio ekstrakto naudojimas duonos gamyboje padidino kepinų antioksidacinį aktyvumą nuo 55,0 iki 93,2 proc. Taip pat nustatyta, kad duona su 2,5 proc. vandeniniu *Mentha spicata* ekstraktu pasižymėjo geresnėmis juslinėmis savybėmis: spalva, tekstūra, skoniu ir bendru priimtinumu, lyginant rezultatus, gautus gaminant kontrolinius kepinus.

1.3 Kviečių cheminė sudėtis

Grūdai ir jų produktai užima vieną iš aukščiausių vietų mitybos piramidėje ir yra labai svarbūs žmonių racione. Jie praturtina maistą vitaminais, mineralais, skaidulomis, natūraliais antioksidantais bei kitomis sveikatą stiprinančiomis medžiagomis (31).

Baltymai yra energijos šaltinis ir suteikia organizmui būtinų amino rūgščių: gliutamo, prolino, triptofano ir metionino. Jos randamos grūdų aleurono sluoksnyje, perikarpo ir gemalo ląstelėse. Kviečiuose esantis baltymų kiekis gali skirtis dėl augimo vietos, sezono, auginimo technologijos, naudojamų trąšų ir kt. Kviečių grūduose glitimas sudaro apie 75 proc. baltymų sausoje medžiagoje, o likusi dalis yra krakmolai ir lipidai. Dauguma baltymų yra vadinami prolaminais. Kviečių prolaminai yra pagrindiniai grūdų krakmolingose endospermo ląstelėse esantys baltymai. Tai baltymų grupė, kuri netirpsta alkoholio ir vandens mišiniuose natūralioje būsenoje. Kviečiuose randamos monomerinių ir polimerinių prolaminų grupės – gliadinai ir gluteninai – sudaro glitimą. Daugiausiai funkcinį baltymų – albuminų ir globulinų – yra aleurono sluoksnyje. Dėl šios priežasties, padidėjus baltymų kiekiui, albuminų ir globulinų procentinė dalis mažėja, o gliadinų kiekis didėja (32,33).

Lipidai yra palyginti nedidelė grūduose esančių komponentų grupė. Tai fitosteroliai ir tokochromanoliai. Lipidai grūduose sudaro apie 3 proc. kviečių branduolio. Jie yra labiau koncentruoti gemaluose (28,5 proc. lipidų) ir aleurono sluoksnyje (8,0 proc.) nei endosperme (1,5 proc.). Lipidai gali būti laisvi arba susijungę su įvairiomis kitomis grūdų sudedamosiomis dalimis, įskaitant baltymus ir krakmolą (33).

Kviečių grūdai yra pripažinti svarbiu B grupės vitaminų šaltiniu. B vitaminų kompleksą sudaro aštuoni, dažniausiai vandenyje tirpūs komponentai. Grūduose randamas tiaminas (B₁), riboflavinai

(B₂), niacinas (B₃), piridoksinas (B₆) ir folatai (B₉). Be to, kviečiuose yra ir karotinoidų, kurie susidaro dviem pagrindinėmis formomis – deguonies turinčiais ksantofilais (liuteinu, β -kriptoksantinu, zeaksantinu) ir deguonies neturinčiais karotiniais (α -karotinu, β -karotinu). Kai kurie karotinoidai, ypač β -karotinas, žinduolių organizmuose virsta vitaminu A (retinoliu), todėl taip pat vadinami provitaminais A (31).

Mineralai yra susikaupę grūdų embrione ir išoriniame endospermo ląstelių sluoksnyje, vadinamame aleuronu (34). Kviečiuose randama fosforo, kalio, magnio bei natrio (35).

1.4 Technologiniai mikroorganizmai kepinių gamyboje

Maistas yra ne tik žmogaus gyvybės šaltinis, bet ir pagrindinė lėtinių ligų prevencijos priemonė. Vartotojai vis dažniau renkasi pridėtinės vertės maistą, kuris turi teigiamos įtakos sveikatai. Visa tai lėmė naują gamintojų požiūrį į funkcionaliųjų maisto produktų kūrimą. Atsižvelgus į vartotojų poreikius, vis dažniau maisto pramonėje taikomi biotechnologiniai sprendimai ir kuriami inovatyvūs produktai, praturtinti bioaktyviais komponentais (36).

Įvairių maisto matricų gamyboje naudojamas fermentacijos technologiniais mikroorganizmais procesas. Toks procesas taikomas ir ruošiant duonos gaminius, nes pagerina žaliavų juslines savybes ir turi teigiamos įtakos galutinei produkto kokybei bei saugai (37). Raugas – tai vienas iš dažniausiai naudojamų ingredientų, siekiant pagerinti kepinių juslines savybes ir kokybės bei saugos rodiklius. Be to, jis leidžia sumažinti sintetinių priedų naudojimą (38). Raugas yra miltų (pvz., kvietinių ar ruginių.), vandens ir kitų ingredientų mišinys, kurį fermentuoja pieno rūgšties bakterijos. Gautą raugintos mikrobiotos sudėtį lemia endogeniniai (pvz., miltų cheminė ir fermentinė sudėtis) ir egzogeniniai (pvz., temperatūra, vandens kiekis) veiksniai. Fermentacijos procesas teigiamai veikia visus kepinių kokybės aspektus, pavyzdžiui, tekstūrą, aromatą, maistines savybes ir tinkamumo vartoti terminą. Tešlai rūgštėjant dėl susidariusių pieno ir acto rūgšties metabolitų, pagerėja dujų sulaikymas, padidėja tešlos tūris, ji tampa minkštesnė. Taip pat šie metabolitai turi įtakos ir galutinio produkto skoninėms savybėms. Pieno rūgšties naudojimas terminio apdorojimo metu skatina krakmolo ir glitimo sąveiką, slopina krakmolo biologinį prieinamumą, dėl to sumažėja kepinių glikemijos indeksas (39). Raugų naudojimas gamyboje leidžia pailginti kepinių galiojimo laiką, nes sumažėjęs pH slopina mikrobu vystymąsi ir lėtina krakmolo retrogradaciją. Naudojant raugą taip pat galima gauti produktus, kurių aromatas ir saldumas yra didesnis dėl hidrolizės procesų ir junginių, susidarančių Mailardo reakcijos metu (38).

Siekiant pagaminti geresnės kokybės produktus, reikia atsižvelgti į tam tikrus parametrus renkantis PRB padermes ir mieles. PRB technologiniai požymiai, kurie turi įtakos raugui bei galutinei kepinio kokybei, yra šie:

- rūgštėjimo greitis;
- CO₂ gamyba;
- gebėjimas hidrolizuoti krakmolą;
- egzopolisacharidų gamyba;
- proteolitinis aktyvumas.

Svarbios mielių technologinės savybės yra šios:

- gebėjimas hidrolizuoti krakmolą;
- angliavandenių asimiliacija (maltozės, gliukozės, fruktozės ir sacharozės);
- tolerancija esant rūgštiniam pH;
- gebėjimas daugintis esant acto rūgščiai.

Dauguma PRB padermių pasižymi antimikrobinėmis savybėmis, nes išskiria organines, pieno ir acto rūgštis, vandenilio peroksidą, etanolį ir bakteriocinus. Fermentacijos metu substrato pH parūgštėja, tai lemia patogeninių mikroorganizmų augimo sustabdymą. Taip pat dėl rūgštėjančios terpės mažėja substrato pH ir tai turi įtakos patogenų ląstelių membranų pralaidumui (40).

Fermentuotų produktų įtraukimas į racioną yra labai svarbus sveikai ir subalansuotai mitybai, nes tokie produktai savo sudėtyje turi pieno rūgšties bakterijų, kurios svarbios virškinimo sistemos veiklai, imuninei sistemai, naudingų maistinių medžiagų įsisavinimui (41). Fermentacija yra plačiai taikoma kvietinių ir ruginių raugų gamyboje (5). Dažniausiai kepinių rauguose naudojamos PRB rūšys yra šios:

1. *Lactobacillus plantarum* – viena plačiausiai taikomų padermių maisto pramonėje kaip pradinė kultūra fermentacijos procese, ji taip pat randama ir žmogaus organizme. *Lactobacillus plantarum* gali būti naudojamos siekiant pagerinti kvietinės duonos savybes: skonį, tekstūrą bei tinkamumo vartoti terminą ir maistinę vertę (42). *L. plantarum* pasižymi priešgrybeliniu aktyvumu, nes slopina *Fusarium spp.* genties grybų augimą (43);

2. *Lactobacillus coryniformis* pasižymi probiotinėmis savybėmis (gerina virškinimą ir virškinimo sistemos veiklą) bei slopina mikroorganizmų *Pasteurella multocida* ir *Penicillium funiculosum*, *Fusarium poae* grybų augimą. Įmaišius 15 – 20 proc. raugo, paruošto su *Lactobacillus coryniformis* pieno rūgšties bakterijomis, padidėja savitasis duonos tūris ir poringumas, sumažėja akrilamido koncentracija (5). Šį reiškinį galima paaiškinti tuo, kad *L. coryniformis* padidina tešlos

rūgštingumą, kuris lemia geresnį glitimo tinklą. Dėl šios priežasties padidėja dujų sulaikymo pajėgumas ir tešlos elastingumas, o tai turi įtakos geresnei kepinių kokybei (44).

3. *Lactobacillus paracasei* – padermė yra tinkama duonos raugo gamyboje, nes pailgina kepinio tinkamumo vartoti terminą (45). Taip pat *L. paracasei* slopina *A. fischeri*, *A. nidulans*, *P. funiculosum* ir *F. poae* pelėsinių grybų augimą. Mikroskopinių grybų slopinimas susijęs su sinerginio fenilo junginių (3-fenilacto rūgšties, 4-hidroksifenilacto ir benzenkarboksirūgšties), hidroksirūgščių ir antigrybinių peptidų poveikiu bei pH sumažėjimu substrate (46). Kvietiniai kepiniai su *L. paracasei* raugu taip pat pasižymi poringumu, didesniu savituoju tūriu ir mažesniais masės nuostoliais po terminio apdorojimo (44,47).

4. *Lactobacillus casei* naudojamos kaip pradinė kultūra ruošiant raugą ne tik pieno produktų, bet ir kepinių gamyboje. Ši padermė tinkama gaminant skrudinimui skirtą duoną (48). E. Bartkiene ir kt. (49) nustatė, kad su *L. casei* fermentuotos migdolų, ryžių ir sojų išspaudos pagerina kvietinių duonos kepinių juslines savybes: skonį, tekstūrą, ir pailgina tinkamumo vartoti terminą. M. Skrajda-Brdak ir kt. (50) nustatė, kad *L. casei* raugas padidina fenolinių junginių kiekį kvietiniuose kepinuose su ryžių miltų priedu.

5. *Lactobacillus sanfranciscensis* padermės slopina *Fusarium graminearum* ir kai kurių mikotoksiną ochratoksiną A gaminančių grybų (*Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus carbonarius* ir *Aspergillus niger*) augimą. Pieno rūgšties bakterijos geba efektyviai panaudoti pagrindinį kviečių cukrų – maltozę, iš kurios fermentacijos metu produkuojama acto rūgštis, CO₂, laktatas ir etanolis. Šie junginiai suteikia raugo aromatą bei veikia mikroskopinių grybų augimą. Fermentacija su *L. sanfranciscensis* paderme lemia mineralinių medžiagų ir bioaktyvių komponentų geresnį įsisavinimą, nes PRB geba skaidyti fitino rūgštį. Fitino rūgštis, natūraliai randama kviečiuose ir rugiuose, yra antimonybinis veiksnys, mažinantis mineralų (Zn, Mg, Ca ir Fe) biologinį prieinamumą. *L. sanfranciscensis* padermės, skaidydamos fitino rūgštį, padidina mineralinių medžiagų biologinį prieinamumą (51).

Įvertinta, kad ekonominiai nuostoliai dėl duonos užterštumo pelėsinais grybais Vakarų Europoje viršija 200 mln. eurų per metus. Pelėsiniai grybai gadina maisto produktų kokybę, suteikdami jiems pašalinį, produktui nebūdingą skonį, spalvą, jie gali sukelti alergines reakcijas dėl patogeninių mikroorganizmų bei toksinų atsiradimo. *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Pediococcus* ir *Leuconostoc* raugų panaudojimas gali sustabdyti arba sumažinti pelėsinių grybų augimą ir kenksmingų cheminių junginių atsiradimą maisto produktuose (46).

1.5 Miltų įtaka kvietinių kepinų kokybei

Aukščiausios rūšies (rafinuoti) kvietiniai miltai vis dar yra tinkamiausi duonos gamybai. Šiuos miltus daugiausia sudaro krakmolingas endospermas, juose nėra gemalo frakcijos ir išorinių branduolio sluoksnių (52). Nors viso grūdo kvietiniuose miltuose yra daugiau vitaminų, mineralinių medžiagų, skaidulų (nekrakmolinių polisacharidų), antioksidantų ir kitų fitocheminių medžiagų, tokių kaip karotinoidai, flavonoidai bei fenolio rūgštys, deja, nerafinuoti miltai pasižymi blogesniais technologiniais rodikliais. Taip yra dėl to, kad sėlenos neigiamai veikia duonos gaminimo procesą ir keičia kepinio juslines savybes, ypač skonį. (53). Duona, pagaminta su viso grūdo kvietiniais miltais, pasižymi mažesniu kepalų tūriu, tamsesne spalva, savitu aromatu bei skoniu, todėl toks kepinys gali būti mažiau patrauklus vartotojams, nei pagamintas iš aukščiausios rūšies miltų. Sėlenose esantys fenolio junginiai turi stiprų skonį, todėl tokiai duonai gaminti reikia daugiau sacharozės, kad būtų pasiektas saldumo lygis, prilyginamas baltos duonos saldumui. Nesmulkintų kviečių tešla yra jautresnė permaišymui dėl fizinio sėlenų poveikio glitimui. Siekiant sumažinti permaišymo tikimybę, reikėtų pasirinkti ilgesnį maišymo laiką, bet mažesnį maišymo greitį. Taip pat dažnai tokį kepinį reikia kepti ilgiau, bet žemesnėje temperatūroje. Be to, dėl didesnio viso grūdo duonoje esančio vandens aktyvumo sutrumpėja kepinio tinkamumo vartoti terminas, dėl šios priežasties kartais naudojami pelėsių inhibitoriai (54).

Siekiant praturtinti kvietinius kepinus, gali būti naudojami ankštinių augalų miltai (55). Ankštiniai augalai pasižymi unikalia maistine verte. Pavyzdžiui, lubinuose esančios antioksidantinės fitocheminės medžiagos yra naudingos žmonių sveikatai, gali veikti prevenciškai prieš vėžinius susirgimus, širdies ir kraujagyslių ligas ir diabetą. Prevencinį lubinų poveikį galima paaiškinti juose esančių bioaktyvių medžiagų – sudėtingų angliavandenių, baltymų, maistinių skaidulų, vitaminų ir mineralinių medžiagų – gausa (56). Sojos pupelėse yra daug skaidulų, baltymų ir fitoestrogenų, bet mažai sočiųjų riebalų, laisvojo cholesterolio ir laktozės. Jos yra geras omega-3 riebalų rūgščių ir antioksidantų šaltinis. Pupelės yra puikus mineralinių medžiagų (kalcio, geležies, fosforo, kalio, cinko) šaltinis, taip pat juose randama maistinių skaidulų (15,3 proc.) ir dvigubai daugiau baltymų (22,3 proc.) nei grūduose (57). Ankštiniuose augaluose esantys bioaktyvūs junginiai padeda sumažinti tam tikrų vėžio formų, diabeto ir širdies ligų riziką. S. Liu ir kt. (55) nustatė, kad norint pagerinti duonos maistinę vertę, dalį kvietinių miltų galima pakeisti ankštinių kultūrų miltais. Duona su 10 proc. lubinų miltų kiekiu pasižymėjo panašiomis savybėmis (tūriu, tekstūra ir spalva) kaip ir kontroliniai kvietiniai

kepiniai. Be to, ankštinių augalų miltų naudojimas kvietinių kepinių gamyboje nepakeitė produkto skonio ir kvapo.

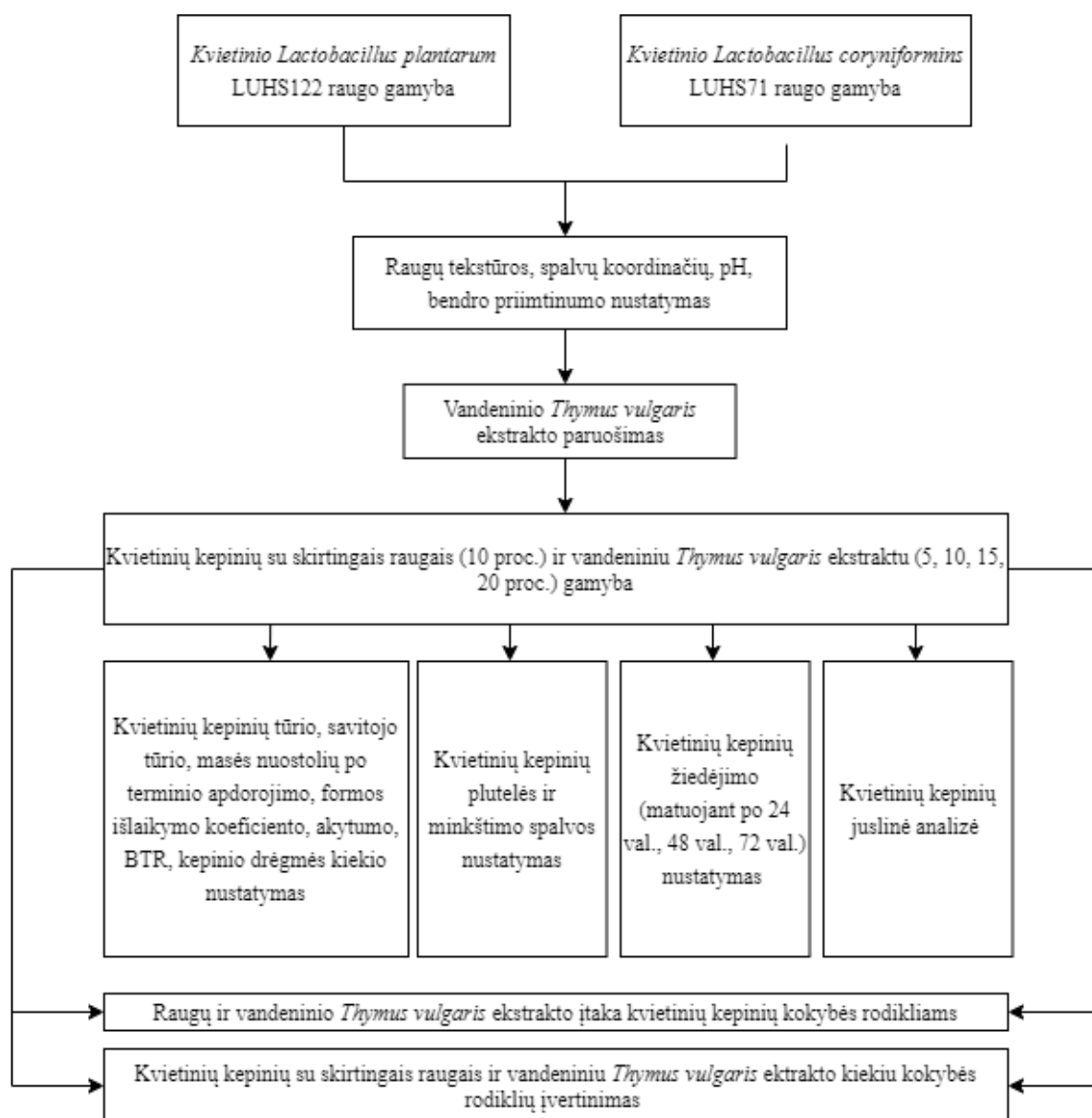
Alternatyvių augalinių miltų, pavyzdžiui, riešutų, naudojimas gali turėti teigiamos įtakos kepinių kokybės ir saugos rodikliams, nes padidina produkto maistinę vertę bei jame esantį baltymų kiekį. Graikiniai riešutai, palyginus su kviečiais, turi didesnę maistinę vertę (58). N. M. Almoraie (58) nustatė, kad kvietinėje duonoje, pagamintoje su graikinių riešutų miltais, reikšmingai padidėjo baltymų, skaidulinių medžiagų, riebalų ir riebalų rūgščių kiekis, lyginant su kvietine duona be priedų. Nustatyta, kad į kvietinius miltus pridėjus 30 proc. graikinių riešutų miltų, duonos juslinės savybės ir bendras priimtinumasis buvo geriausias. Graikiniuose riešutuose gausu riebalų, alfa-linoleno rūgščių. Gausiausiai randama omega-6 riebalų rūgščių (linolo rūgštis), taip pat omega-3 riebalų rūgščių (alfa-linoleno rūgštis). Jos sudaro apie 8 – 14 proc. viso riebalų kiekio. Alfa-linoleno rūgštys ypač naudingos širdies veiklai, padeda kovoti su uždegiminėmis reakcijomis ir gerina kraujo riebalų sudėtį. Taigi graikinių riešutų miltai gali būti plačiai taikomi ne tik duonos, bet konditerijos kepinių gamyboje (59).

Kvietinių kepinių kokybei įtaką daro daugelis veiksnių, tačiau vienas iš svarbiausių yra miltai. Miltų rūšis ir kokybė turi įtakos kepinių tūriui, tekstūrai, spalvai, juslinėms savybėms bei maistinei vertei. Įvairios miltų sudedamosios dalys kepinių gamyboje gali praturtinti maisto produktą bioaktyviais junginiais ir produktui suteikti pridėtinės vertės (55,60).

2. TYRIMO METODAI IR MEDŽIAGA

2.1 Pagrindinės tyrimų kryptys ir jų pagrindimas

Pagaminti skirtingi raugai ir vandeninis *Thymus vulgaris* ekstraktas naudoti kvietinės duonos gamyboje, siekiant įvertinti jų įtaką duonos kokybės rodikliams: spalvų koordinatėms, savitajam tūriui, formos išlaikymo koeficientui, tekstūrai, bendram titruojamajam rūgštingumui, minkštimo drėgniui, masės nuostoliams po terminio apdorojimo, akytumui ir juslinėms savybėms. Tiriamojo darbo eigos schema pateikta 2 paveiksle.



2 pav. Tiriamojo darbo eigos schema

Pradiniame etape buvo ruošiami raugai su skirtingomis pieno rūgšties bakterijomis. Pirmajam kvietiniam raugui buvo naudotos *Lactobacillus plantarum* LUHS122 pieno rūgšties bakterijos, antrajam – *Lactobacillus coryniformins* LUHS71 pieno rūgšties bakterijos. Paruošti raugai fermentuojami 24 val. 32 °C temperatūroje. Vertinami šie raugų kokybės rodikliai: tekstūra, spalvų koordinatės, pH, bendras priimtumas. Taip pat buvo ruošiamas vandeninis *Thymus vulgaris* ekstraktas – 40 g džiovintų čiobrelių užpilta 1260 ml verdančiu vandeniu (98 ± 2 °C temp.) ir laikoma 30 min., gautas ekstraktas nufiltruojamas.

Antrame etape buvo gaminami kvietiniai kepiniai su paruoštais raugais ir skirtingais vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto kiekiais.

Pirmiausia buvo maišomos 9 skirtingos tešlos, iš kurių iškepti 27 skirtingi kvietiniai kepiniai, t.y. po tris kepinius iš kiekvienos tešlos. Kontroliniai mėginiai ruošti be raugo ir vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto (kontrolė); keturios rūšys kvietinės duonos su 5 proc. (1), 10 proc. (2), 15 proc. (3), 20 proc. (4) vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *Lactobacillus plantarum* LUHS122 raugu; keturios rūšys kvietinės duonos su 5 proc. (5), 10 proc. (6), 15 proc. (7), 20 proc. (8) vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *Lactobacillus coryniformins* LUHS71 raugu.

Kepinių kokybei įvertinti buvo atlikti tūrio, savitojo tūrio, masės nuostolių po terminio apdorojimo, plutelės ir minkštimo spalvos, formos išlaikymo koeficiento, akytumo, žiedėjimo (matuojant po 24 val., 48 val., 72 val.), bendrojo titruojamojo rūgštingumo ir minkštimo drėgmės kiekio tyrimai, atlikta juslinė duonos analizė.

2.2 Raugų, vandeninio ekstrakto ir kepinų paruošimas analizei

Raugams ruošti naudoti aukščiausios rūšies kvietiniai miltai (550D, gamintojas UAB „Malsena plius“, Vievis, Lietuva), vanduo ir skirtingos rūšies pieno rūgšties bakterijos. Raugų receptūros pateiktos 1 lentelėje.

1 lentelė. Raugų receptūra

Raugas	Miltų kiekis, g	Vandens kiekis, ml	Pieno rūgšties bakterijos rūšis	Kiekis, ml
Kvietinis (1)	400	370	<i>L. plantarum</i> LUHS122	3
Kvietinis (2)	400	370	<i>L. coryniformins</i> LUHS71	3
Pastaba: Fermentacija truko 24 val. temperatūra 32 °C				

Vaistinio čiobrelio (*Thymus vulgaris*) vandeninis ekstraktas paruoštas pagal E. Bartkienės ir kt. (61) aprašytą metodiką. Surinktas vaistinis čiobrelis sudžiovintas kambario temperatūroje. 40 g džiovintų čiobrelių žolelių buvo užpilta 1260 ml verdančio vandens (98 ± 2 °C) ir laikoma 30 min. Gautas ekstraktas nufiltruotas ir naudotas kvietinių kepinų gamyboje pakeičiant dalį vandens.

Kvietinių kepinų gamybai naudoti aukščiausios rūšies kvietiniai miltai, presuotos kepimo mielės, valgomoji druska, paruoštas vandeninis *Thymus vulgaris* ekstraktas ir raugas. Kvietinių kepinų receptūra pateikta 2 lentelėje.

2 lentelė. Kvietinių kepinų receptūra

Kepinys	Miltai, g	Presuotos mielės, g	Valgomoji druska, g	Vanduo (30 °C), ml	Vandeninis čiobrelio (<i>Thymus vulgaris</i>) ekstraktas, proc.	Raugo rūšis	Raugas. proc.
Kontrolė	1000	30	15	600	-	-	-
1 kepinys				570	5	<i>L.plantarum</i> LUHS122	10
2 kepinys				540	10		
3 kepinys				510	15		
4 kepinys				480	20		
5 kepinys				570	5	<i>L.coryniformins</i> LUHS71	10
6 kepinys				540	10		
7 kepinys				510	15		
8 kepinys				480	20		
Pastaba: naudoti kvietiniai miltai (550D, gamintojas UAB „Malsena plius“, Vievis, Lietuva); Optimalus raugo kiekis parinktas pagal Bartkienė ir kt. (2019) atliktus mokslinius tyrimus; Vandens kiekis buvo keičiamas, atitinkamu čiobrelių (<i>Thymus vulgaris</i>) vandeninio ekstrakto kiekiu.							

Kontrolinis kepinys paruoštas be vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto ir raugo. 1, 2, 3 ir 4 kepiniai ruošti naudojant skirtingą *Thymus vulgaris* ekstrakto (atitinkamai 5, 10, 15, 20 proc.) kiekį ir 10 proc. raugo, paruošto su *L. plantarum* LUHS122 pieno rūgšties bakterijomis. 5, 6, 7 ir 8 kepiniai ruošti naudojant skirtingą *Thymus vulgaris* ekstrakto (atitinkamai 5, 10, 15, 20 proc.) kiekį ir 10 proc. raugo, paruošto su *L. coryniformins* LUHS71 pieno rūgšties bakterijomis.

Kvietinių kepinų gaminimo eiga:

1. Maišymas – tešla maišoma maišyklėje („Diosna“, Enger, Vokietija) 3 min. lėtai ir 4 min. padidinus maišymo greitį, tešlos temperatūra 26 – 27 °C;

2. Tešlos brandinimas – paruošta tešla dedama ant lygaus švaraus paviršiaus, uždengiama bei laikoma kambario temperatūroje ir paliekama bręsti 20 min.;

3. Dalinimas ir formavimas – subrandinta tešla dalinama ir formuojama į 400 g kepalus;
4. Kildinimas – paruošti kepalai kildinami kildinimo krosnyje („Sveba Dahlen Fristad Sweden“, Fristad, Švedija) prie 35 °C, esant 75 proc. santykiniui oro drėgniui;
5. Kepimas – gaminiai kepami 20 min. laboratorinėje elektrinėje krosnyje („Sveba Dahlen Fristad Sweden“, Fristad, Švedija) 230 °C temperatūroje.

2.3 Raugų ir kvietinių kepinių tyrimo metodai

2.3.1 Raugų tyrimo metodai

Paruoštiems raugams buvo nustatomi šie parametrai: tekstūra, spalvų koordinatės, pH, juslinės savybės (bendras priimtinumas).

Tekstūra (mJ) matuota tekstūrografu („Stevens LFRA Texture analyser Mechtric Stekens“, Emden, Vokietija), vertinta raugo mėginį deformuojanti jėga. Matavimai atlikti trimis pakartojimais ir išvestas aritmetinis vidurkis.

Spalvos rodikliai matuoti kolorimetru (Chroma Meter CR-400, Konica Minolta, Osaka, Japan) pagal L^* , a^* , b^* rodiklius. Kai L^* rodiklis nurodo spalvos skaidrumą iki baltumo, a^* – raudonumą iki žalumo, b^* – geltonumą iki mėlynumo. Pagal CIELab skalę šie trys dydžiai išmatuojami NBS vienetais (62).

pH reikšmė nustatyta pH – metru („Sartorius Professional Meter PP – 15“, Goettingen, Vokietija). Elektrodas panardintas į tiriamą raugą tris kartus ir po kiekvieno matavimo nuplaunamas distiliuotu vandeniu bei nusausinamas. Iš gautų reikšmių išvestas aritmetinis vidurkis.

Juslinės savybės (bendras priimtinumas) paruoštiems raugams nustatytos 10 vertintojų. Vertintojams mėginiai pateikti užkoduoti skirtingais skaičiais. Bendras priimtino rodiklis vertintas 140 mm ilgio hedoninėje skalėje, pagal LST EN ISO 13299:2010 (63).

2.3.2 Kvietinių kepinių tyrimo metodai

Buvo vertinami šie iškeptų kvietinių kepinių rodikliai: plutos ir minkštimo spalvų koordinatės, savitasis tūris, formos išlaikymo koeficientas, tekstūra (žiedėjimas), BTR, pH, minkštimo drėgnis, masės nuostoliai po terminio apdorojimo, akytumas, juslinės savybės.

Spalvų koordinatės. Kvietinių kepinių plutos ir minkštimo spalvų charakteristikos įvertintos naudojant CIEL*a*b* sistemą (CromaMeter CR-400, Conica Minolta, Japan). L^* vertė nusako baltos ir

juodos spalvos santykį, a^* vertė nurodo raudonos ir žalios spalvos santykį, b^* vertė – geltonos ir mėlynos spalvos santykį. Matavimai atlikti trimis pakartojimais.

Kepinių **tūris** buvo matuojamas pagal tai, kokį sorų kruopų tūrį išstumia kepinys panardintas į tarą sklidiną sorų kruopų. Išstumtų kruopų tūris matuojamas matavimo cilindru (ml) pagal AACC 2003 metodą (64). **Savitasis tūris** apskaičiuojamas pagal kepinio tūrio ir kepinio masės santykį.

Kepinio **formos išlaikymo koeficientas** nustatomas kepinį perpjovus per ilgiausią ir plačiausią vietą ir jį matuojant 0,5 mm tikslumu naudojant graduotą liniuotę. Formos išlaikymo koeficientas apskaičiuojamas pagal pjūvio, ilgio ir pločio santykį. Tyrimas atliktas pagal E. Bartkiene (2015) metodiką (65).

Tekstūra (žiedėjimas) nustatyta tekstūros analizatoriumi („Stevens LFRA Texture analyser Mechtric Stekens“, Emden, Vokietija). Kvietinių kepinų minkštimo kietumas buvo matuojamas naudojant 25 mm skersmens aliuminio plokštelę pagal AACC 74-09 metodą. 2 cm storio griežinėliais supjaustyti mėginiai buvo suspausti 10 proc. nuo jų pradinio aukščio, esant 10 mm/s greičiui. Gauta maksimali suspaudimo jėga buvo užrašyta kaip kepinų minkštimo kietumas (66).

BTR – nustatytas 10 g tiriamojo mėginio sumaišius su 90 ml distiliuoto vandens ir titruojant 0,1 M NaOH. Rūgštingumas išreikštas kaip 0,1 M NaOH suma (ml) gauta esant pH 8,2. Tyrimas atliktas pagal LST 1553:1998 (67).

Minkštimo drėgniui nustatyti 5 g tiriamojo mėginio buvo džiovinami 105 ± 2 °C temperatūroje iki pastovios masės (apie 2 val.). Masės sumažėjimas apskaičiuojamas procentais. Tyrimas atliktas pagal LST 1492:2013 (68).

Masės nuostoliai po terminio apdorojimo. Kepinių drėgnis buvo nustatytas 5 g kepinio minkštimo 45 min. džiovinant 130 ± 2 °C temperatūroje džiovinimo spintoje. Tiriamojo mėginio masės sumažėjimas apskaičiuotas procentais. Tyrimas atliktas pagal LST 1492:2013 (68).

Akytumas nustatytas naudojant Žuravlioovo prietaisą. Išpjauti trys minkštimo mėginiai, vienu metu pasverti elektroninėmis svarstyklėmis 0,1 g tikslumu. Kepinių minkštimo akytumas apskaičiuotas procentais pagal formulę: $x = \{V - m / q\} / V \times 100$. Tyrimas atliktas pagal LST 1442:1996 (69).

Juslinės savybės – kvietinių kepinų juslines savybes įvertino 10 žmonių, praėjus 24 valandoms po kepimo, pagal LST EN ISO 13299:2010 (63).

2.4 Tyrimo duomenų statistinė analizė

Gautų reikšmių matematinė statistinė analizė atlikta naudojant MS Excel ir SPSS statistines programas. Patikrintas gautų rezultatų patikimumas išreiškiamas skirtumo tarp rezultatų reikšmių

patikimumu – p . Kai $p \leq 0,05$ reikšmė patikima, kai $p \geq 0,05$ – nepatikima. Taip pat apskaičiuota vidutinė vertė, standartinis nuokrypis, standartinė paklaida. Atlikus daugiafaktorinę analizę, įvertinta skirtingų raugų ir vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto kiekio įtaka kvietinių kepinų kokybės rodikliams.

3. TYRIMO REZULTATAI

3.1 Raugų kokybės rodikliai

Buvo nustatyta paruoštų raugų tekstūra, pH, spalvų koordinatės ir bendras priimtinumas. Gauti tyrimų rezultatai pateikti 3 lentelėje ir 3 paveiksle.

3 lentelė. Skirtingų raugų kokybės rodikliai

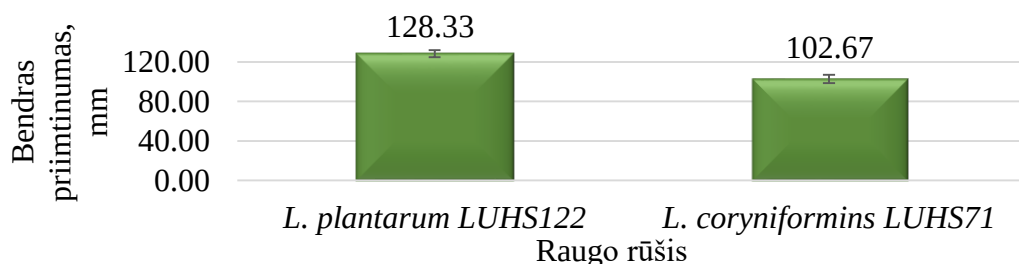
Raugas	Pieno rūgšties bakterijos rūšis	Tekstūra (mJ)	pH	Spalvų koordinatės		
				L*	a*	b*
Kvietinis (1)	<i>L. plantarum</i> LUHS122	0,1 ± 0,01 ^a	3,94 ± 0,05 ^a	92,90 ± 0,66 ^b	-1,70 ± 0,05 ^b	23,09 ± 0,79 ^a
Kvietinis (2)	<i>L. coryniformins</i> LUHS71	0,1 ± 0,01 ^a	4,05 ± 0,01 ^b	90,59 ± 0,15 ^a	-1,48 ± 0,02 ^a	22,83 ± 0,10 ^a

Pastaba: rezultatai pateikti vidutinėmis vertėmis (n = 3) ± SD; SD - standartinis nuokrypis; ^a; ^b - vidutinės vertės skiriasi statistškai patikimai, kai $p < 0,05$. L* - šviesumo koordinatės, a* - rausvumo koordinatės, b* - gelsvumo koordinatės.

Mes nustatėme, kad abiejų kvietinių raugų tekstūra buvo vienoda (0,1 ± 0,01 mJ), tačiau rūgštingumas skyrėsi. Didžiausias rūgštingumas nustatytas kvietinio *L. plantarum* LUHS122 raugo, atitinkamai, 3,94 ± 0,05. Statistiškai patikimai mažesnis rūgštingumas nustatytas kvietinio *L. coryniformins* LUHS71 raugo, atitinkamai, 4,05 ± 0,01 (3 lentelė).

Mes nustatėme, kad šviesumo ir rausvumo koordinatės patikimai skyrėsi, atitinkamai, $p = 0,004$ ir $p = 0,0002$. Šviesiausias raugas nustatytas su *L. coryniformins* LUHS71, atitinkamai, 90,59 ± 0,15, o rausviausias raugas, nustatytas su *L. plantarum* LUHS122, atitinkamai, -1,70 ± 0,05. Abiejų raugų gelsvumo koordinačių rezultatai buvo statistškai nepatikimi (3 lentelė).

Raugų bendras priimtinumas pateiktas 3 paveiksle.



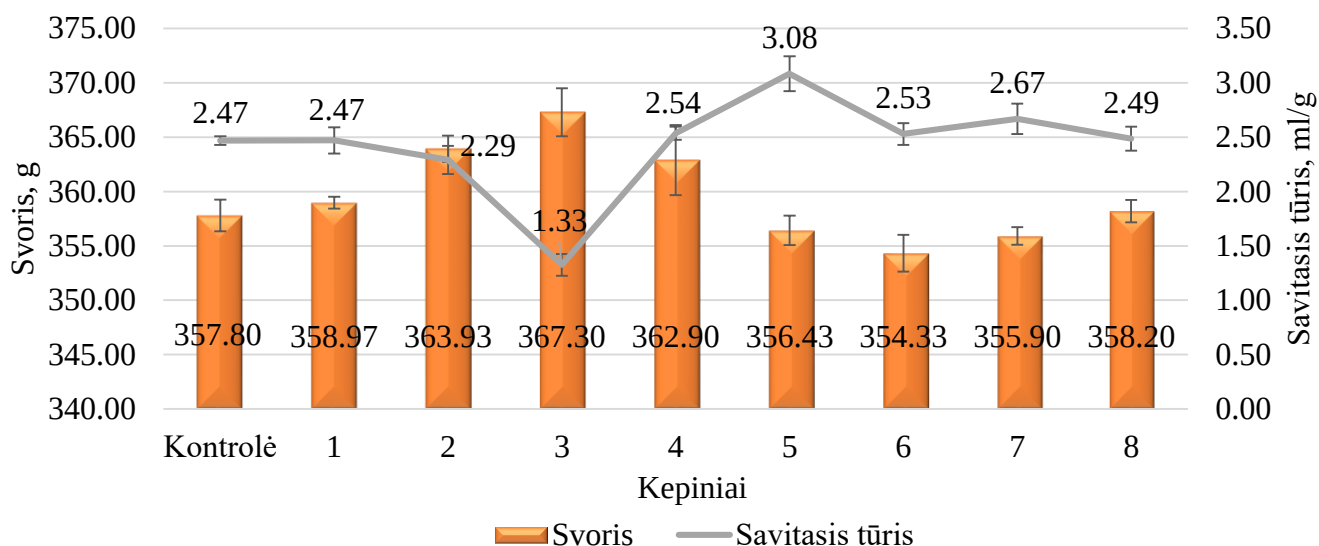
3 pav. Skirtingų raugų bendras priimtinumas (mm)

Didžiausias bendras priimtinumas nustatytas, kvietinio *L. plantarum* LUHS122 raugo, atitinkamai, $128,33 \pm 3,51$ mm, o raugo su *L. coryniformins* LUHS71, atitinkamai, $102,67 \pm 4,16$ mm.

3.2 Kvietinių kepinų kokybės rodikliai

3.2.1 Kvietinių kepinų svoris ir savitasis tūris

Kvietinių kepinų svorio ir savitojo tūrio rezultatai pateikti 4 paveiksle ir 1 priede.



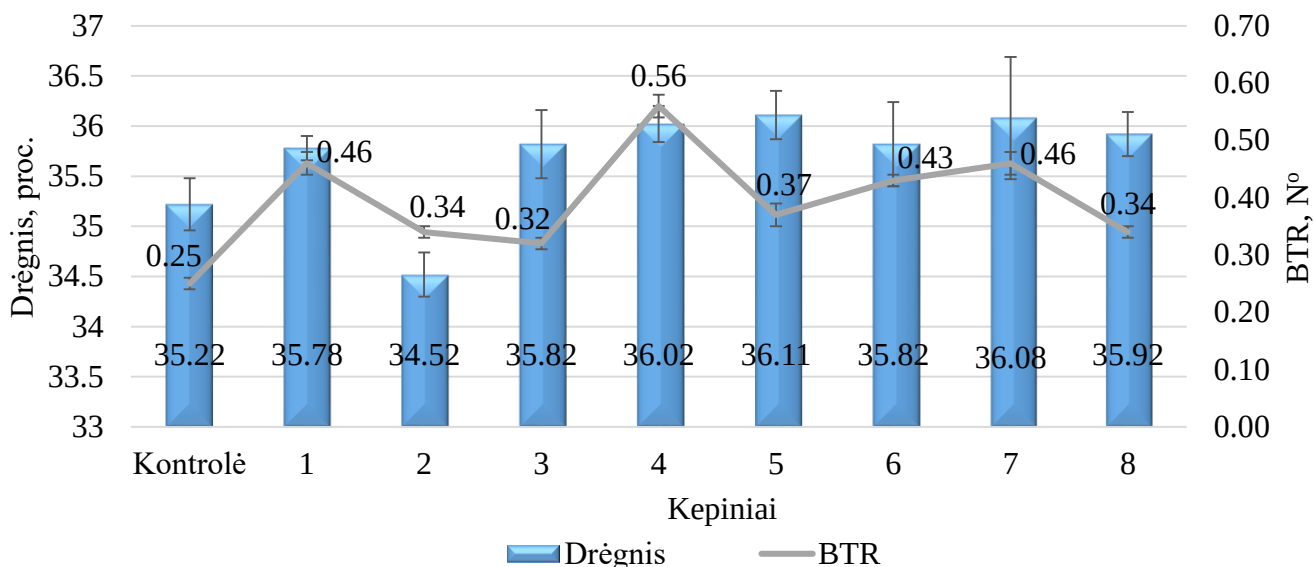
4 pav. Kvietinių kepinų svoris ir savitasis tūris. (Pastaba: Kontrolė - kepinys be raugo ir vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto; 1, 2, 3, 4 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu; 5, 6, 7, 8 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. coryniformins* LUHS71 raugu.

Kvietinių kepinų svoris buvo reikšmingai patikimas ($p \leq 0,05$) ir kito nuo $354,33 \pm 3,69$ iki $367,30 \pm 2,31$ g. Didžiausi masės nuostoliai po terminio apdorojimo nustatyti kepinų su 10 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. coryniformins* LUHS71 raugu, atitinkamai, 11,42 proc., o mažiausi – su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, 8,18 proc.

Kvietinių kepinų savitasis tūris kito nuo $1,33 \pm 0,10$ iki $3,08 \pm 0,28$ ml / g. Didžiausias savitasis tūris nustatytas kepinų su 5 proc. vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto ir 10 proc. *L. coryniformins* LUHS71 raugo, atitinkamai, $3,08 \pm 0,28$ ml / g, o mažiausias – kepinų su 15 proc. vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugo, atitinkamai, $1,33 \pm 0,10$ ml / g.

3.2.2 Kvietinių kepinių drėgnis, formos išlaikymo koeficientas, aktyumas ir bendrasis titruojamasis rūgštingumas

Kvietinių kepinių drėgnis ir bendrasis titruojamasis rūgštingumas pateiktas 5 paveiksle ir 2 priede.

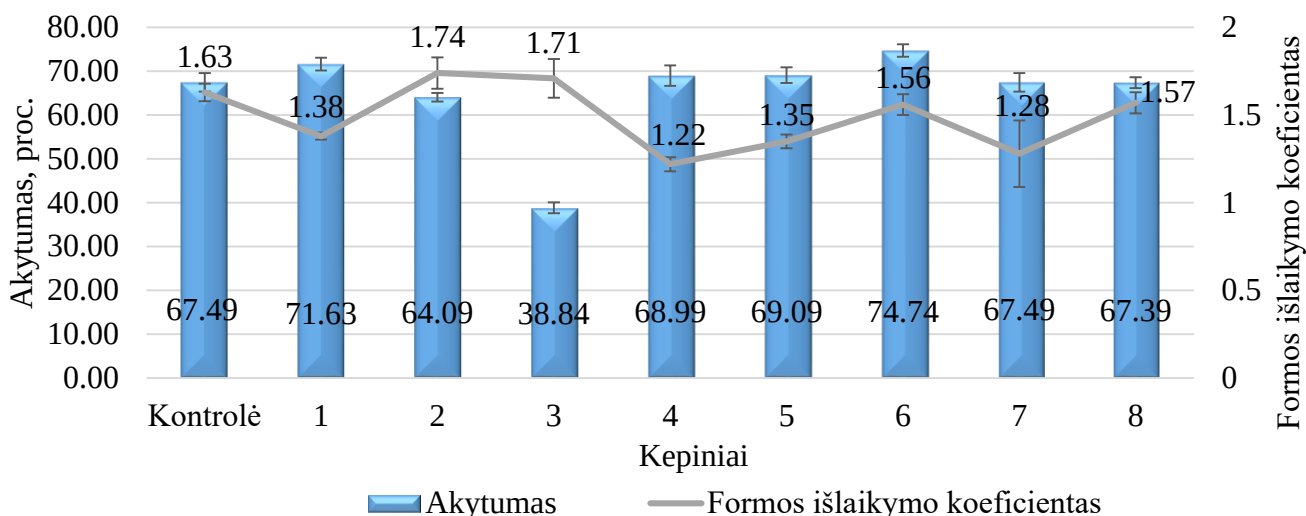


5 pav. Kvietinių kepinių drėgnis ir bendrasis titruojamasis rūgštingumas (Pastaba: Kontrolė - kepinys be raugo ir vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto; 1, 2, 3, 4 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu; 5, 6, 7, 8 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. coryniformis* LUHS71 raugu.

Kvietinių kepinių drėgnis kito nuo $34,52 \pm 0,22$ iki $36,11 \pm 0,24$ proc. Didžiausias drėgnis nustatytas kepinių su 5 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. coryniformis* LUHS71 raugu, atitinkamai, $36,11 \pm 0,24$ proc., o mažiausias – kepinių su 10 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $34,52 \pm 0,22$ proc.

Skirtingas vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto kiekis ir raugo rūšis turėjo patikimos įtakos kvietinių kepinių bendram titruojamam rūgštingumui ($p < 0,0001$). Kvietinių kepinių bendrasis titruojamasis rūgštingumas kito nuo $0,25 \pm 0,02$ iki $0,56 \pm 0,03$ N°. Didžiausias BTR nustatytas kepinių su 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $0,56 \pm 0,03$ N°, o mažiausias – kontroliniams mėginiams, kurie buvo pagamintas be raugo ir be vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto, atitinkamai, $0,25 \pm 0,02$ N°.

Kvietinių kepinių aktyumas ir formos išlaikymo koeficientas pateiktas 6 paveiksle ir 2 priede.



6 pav. Kvietinių kepinų akytumas ir formos išlaikymo koeficientas (Pastaba: Kontrolė - kepinys be raugo ir vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto; 1, 2, 3, 4 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu; 5, 6, 7, 8 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. coryniformis* LUHS71 raugu).

Mes nustatėme, kad raugo rūšis ir skirtingas *Thymus vulgaris* ekstrakto kiekis turėjo reikšmingos įtakos kepinų akytumui ($p < 0,0001$) ir formos išlaikymo koeficientui ($p = 0,002$).

Kvietinių kepinų akytumas kito nuo $38,84 \pm 1,25$ iki $74,74 \pm 1,45$ proc. Didžiausias akytumas nustatytas kepinų su 10 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. coryniformis* LUHS71 raugu, atitinkamai, $74,74 \pm 1,45$ proc., o mažiausias – kepinų su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $38,84 \pm 1,25$ proc.

Kvietinių kepinų formos išlaikymo koeficientas kito nuo $1,22 \pm 0,06$ iki $1,74 \pm 0,20$. Didžiausias formos išlaikymo koeficientas nustatytas kepinų su 10 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $1,74 \pm 0,20$, o mažiausias – kepinų su 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $1,22 \pm 0,06$.

3.2.3 Kvietinių kepinų spalvos ir tekstūros rodikliai

Kvietinių kepinų plutelės ir minkštimo spalvų koordinatų rezultatai pateikti 4 lentelėje.

Šviesiausia duonos plutelė nustatyta kepinų, pagamintų su 10 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. coryniformis* LUHS71 raugu, atitinkamai, $41,67 \pm 0,30$, o tamsiausia – kepinų su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $63,86 \pm 0,70$.

Didžiausias plutelės raudonos spalvos intensyvumas nustatytas kepinų, pagamintų su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $10,32 \pm 0,93$, o mažiausias – kepinų su 5 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $12,94 \pm 0,25$.

Didžiausias geltonos spalvos intensyvumas plutelėje nustatytas kepinų, pagamintų su 10 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. coryniformis* LUHS71 raugu, atitinkamai, $17,26 \pm 1,44$, o mažiausias – kepinų su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $28,57 \pm 1,22$.

4 lentelė. Skirtingų kvietinių kepinų plutelės ir minkštimo spalvų koordinatės

Kepiniai	Plutelės			Minkštimo		
	Spalvų koordinatės					
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Kontrolė	56,43 ± 8,32	11,60 ± 0,98	27,20 ± 3,56	58,16 ± 3,17	-1,11 ± 0,11	23,27 ± 0,21
1	47,90 ± 2,75	12,94 ± 0,25	24,15 ± 2,23	81,23 ± 0,30	-1,30 ± 0,07	23,80 ± 0,15
2	48,93 ± 4,49	11,80 ± 0,17	23,71 ± 2,09	80,81 ± 0,28	-1,19 ± 0,23	23,67 ± 0,51
3	63,86 ± 0,70	10,32 ± 0,93	28,57 ± 1,22	67,83 ± 0,58	-0,05 ± 0,35	21,63 ± 0,37
4	42,66 ± 1,33	11,64 ± 0,62	19,63 ± 1,75	80,74 ± 0,42	-1,63 ± 0,04	23,19 ± 0,33
5	44,93 ± 8,65	11,11 ± 0,99	21,50 ± 6,90	82,14 ± 0,27	-1,47 ± 0,11	23,89 ± 0,45
6	41,67 ± 0,30	10,63 ± 0,22	17,26 ± 1,44	80,70 ± 0,45	-1,57 ± 0,10	23,86 ± 0,46
7	42,87 ± 1,24	10,79 ± 0,67	19,13 ± 1,79	78,97 ± 0,42	-1,56 ± 0,02	23,53 ± 0,36
8	47,11 ± 5,14	10,98 ± 1,11	22,72 ± 3,88	78,40 ± 0,33	-1,56 ± 0,08	23,42 ± 0,38
Stulpelio statistika						
Vidutinė vertė	48,48	11,31	22,65	76,55	-1,27	23,36
Standartinis nuokrypis	7,3	0,79	3,73	4,54	0,49	0,70
Standartinė paklaida	2,43	0,26	1,24	2,71	0,16	0,23
P	0,0002	0,015	0,007	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Pastaba: rezultatai pateikti vidutinėmis vertėmis (n = 3) ± SD; SD - standartinis nuokrypis; Kontrolė - kepinys be raugo ir vandeninio <i>Thymus vulgaris</i> ekstrakto; 1, 2, 3, 4 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu <i>Thymus vulgaris</i> ekstraktu ir 10 proc. <i>L. plantarum</i> LUHS122 raugu; 5, 6, 7, 8 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeninio <i>Thymus vulgaris</i> ekstraktu ir 10 proc. <i>L. coryniformis</i> LUHS71 raugu.						

Mes nustatėme, kad kepinų minkštimo šviesumui reikšmingos įtakos turėjo raugo rūšis ir skirtingas vandeninio ekstrakto kiekis ($p < 0,0001$). Tamsiausias duonos minkštymas nustatytas

kepinų, pagamintų su 5 proc. vandeninio *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. coryniformis* LUHS71 raugu, atitinkamai, $82,14 \pm 0,27$, šviesiausias – kontrolinių kepinų, pagamintų be raugo ir vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto, atitinkamai, $58,16 \pm 3,17$.

Didžiausias raudonos spalvos intensyvumas duonos minkštyme nustatytas kepinų, pagamintų su 20 proc. vandeninio *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $1,63 \pm 0,04$, o mažiausias – kepinų su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $-0,05 \pm 0,35$.

Didžiausias geltonos spalvos intensyvumas duonos minkštyme nustatytas kepinų, pagamintų su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $21,63 \pm 0,37$, o mažiausias – kepinų su 5 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. coryniformis* LUHS71 raugu, atitinkamai, $23,89 \pm 0,45$.

Skirtingų kvietinių kepinų tekstūros pokyčiai laikymo metu pateikti 5 lentelėje ir 6 priede.

5 lentelė. Kvietinių kepinų žiedėjimas laikymo metu

Kepiniai	Tekstūra, mJ		
	24h	48h	72h
Kontrolė	$0,47 \pm 0,06$	$0,47 \pm 0,06$	$0,83 \pm 0,17$
1	$0,33 \pm 0,06$	$0,33 \pm 0,06$	$0,67 \pm 0,06$
2	$0,33 \pm 0,06$	$0,33 \pm 0,06$	$0,43 \pm 0,06$
3	$0,43 \pm 0,06$	$1,20 \pm 0,14$	$2,53 \pm 0,12$
4	$0,30 \pm 0,00$	$0,33 \pm 0,06$	$0,47 \pm 0,06$
5	$0,23 \pm 0,06$	$0,27 \pm 0,12$	$0,33 \pm 0,15$
6	$0,30 \pm 0,10$	$0,32 \pm 0,12$	$0,36 \pm 0,06$
7	$0,20 \pm 0,00$	$0,30 \pm 0,10$	$0,40 \pm 0,10$
8	$0,23 \pm 0,06$	$0,27 \pm 0,12$	$0,37 \pm 0,17$
Stulpelio statistika			
Vidutinė vertė	0,31	0,42	0,71
Standartinis nuokrypis	0,09	0,30	0,70
Standartinė paklaida	0,03	0,10	0,23
P	0,0002	< 0,0001	< 0,0001
Pastaba: rezultatai pateikti vidutinėmis vertėmis ($n = 3$) $\pm$ SD; SD - standartinis nuokrypis; Kontrolė - kepinys be raugo ir vandeninio <i>Thymus vulgaris</i> ekstrakto; 1, 2, 3, 4 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu <i>Thymus vulgaris</i> ekstraktu ir 10 proc. <i>L. plantarum</i> LUHS122 raugu; 5, 6, 7, 8 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu <i>Thymus vulgaris</i> ekstraktu ir 10 proc. <i>L. coryniformis</i> LUHS71 raugu.			

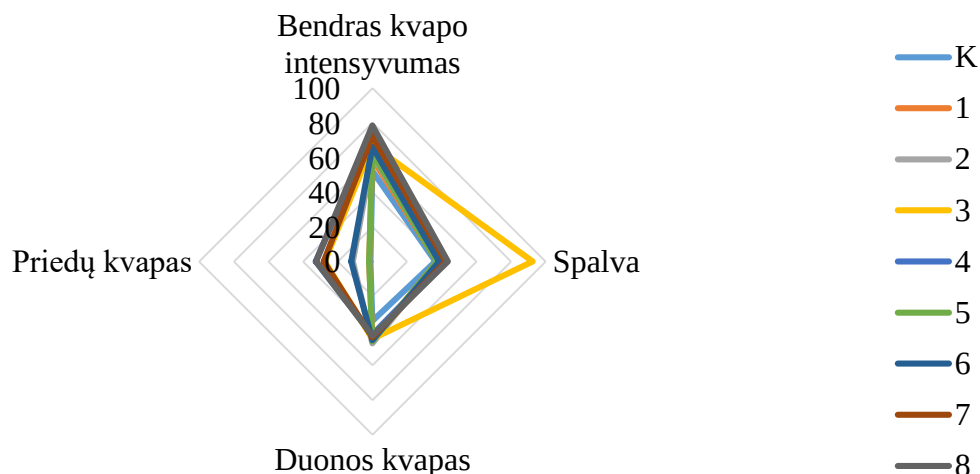
Atlikus kepinų tekstūros pokyčių įvertinimą nuo 24 iki 72 val. nustatyta, kad didžiausias pokytis ir jėga, sunaudota kepinio deformacijai viso laikymo metu buvo kepinų, pagamintų su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu. Šių mėginių rezultatai kito nuo $0,43 \pm 0,06$ (po 24 val.) iki $2,53 \pm 0,12$ mJ (po 72 val.). Po 72 val. minkščiausi kepiniai nustatyti su 5 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. coryniformis* LUHS71 raugu, atitinkamai, $0,33 \pm 0,15$ mJ.

3.3 Kvietinių kepinų juslinių savybių analizė

Kvietinių kepinų juslinių savybių (spalvos, kvapo, skonio, tekstūros) rezultatai pateikti 7, 8, 9, 10 paveiksluose ir 3, 4, 5 prieduose.

Raugų rūšis ir skirtingas vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto kiekis turėjo reikšmingos įtakos kvietinių kepinų bendram kvapui ir skonio intensyvumui, spalvai, priedų kvapui ir skoniui bei elastingumui ($p < 0,0001$).

Mes nustatėme, kad didžiausias bendras kvapo intensyvumas buvo jaučiamas kepinų su 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. coryniformis* LUHS71 raugu, atitinkamai, $78,60 \pm 6,32$ mm. Silpniausias bendras kvapo intensyvumas nustatytas kontrolinių mėginių be priedų, atitinkamai, $52,22 \pm 3,25$ mm (7 pav.).



7 pav. Kvietinių kepinų kvapo ir spalvos juslinės savybės. Pastaba: K - kepinys be raugo ir vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto; 1, 2, 3, 4 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu; 5, 6, 7, 8 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. coryniformis* LUHS71 raugu.

Duonos kvapo intensyvumas kito $34,30 \pm 3,62$ iki $47,32 \pm 6,87$ mm. Labiausiai jaučiamas duonos kvapo intensyvumas nustatytas kepinių, pagamintų su 10 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $47,32 \pm 6,87$ mm, mažiausias – kontrolinių kepinių, kurie pagaminti be raugo ir be vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto, atitinkamai, $34,30 \pm 3,62$ mm (7 pav.).

Intensyviausiai jaučiamas priedų kvapas buvo nustatytas kepinių su 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $32,8 \pm 4,56$ mm, mažiausiai intensyvus – kontrolinių mėginių, atitinkamai $1,23 \pm 0,12$ mm (7 pav.).

Duonos šviesumo rodiklis kito $37,24 \pm 3,62$ iki $92,50 \pm 7,63$ mm. Šviesiausia kepinio spalva nustatyta kepiniams, pagamintiems su 5 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. coryniformis* LUHS71 raugu, atitinkamai, $37,24 \pm 3,62$ mm, tamsiausia – kepiniams su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $92,50 \pm 7,63$ mm (7 pav.).

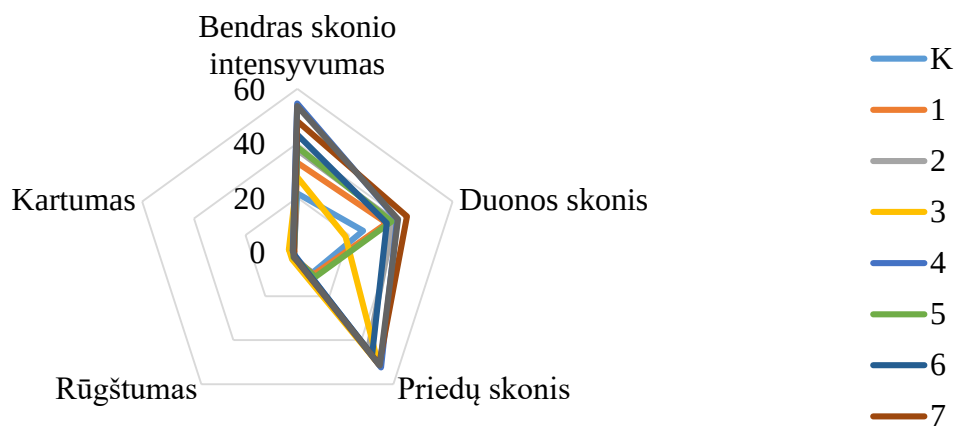
Kvietinių kepinių skonio juslinės savybės pateiktos 8 pav. Mes nustatėme, kad didžiausias bendras skonio intensyvumas buvo kepinių su 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $54,60 \pm 2,67$ mm. Silpniausias bendras skonio intensyvumas nustatytas kontrolinių mėginių be priedų, atitinkamai, $21,58 \pm 3,22$ mm.

Intensyviausiai jaučiamas duonos skonis nustatytas kepinių su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. coryniformis* LUHS71 raugu, atitinkamai, $42,4 \pm 2,42$ mm, mažiausiai intensyvus – kontrolinių mėginių, atitinkamai, $25,4 \pm 2,15$ mm (8 pav.).

Intensyviausiai jaučiamas priedų skonis nustatytas kepinių su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $52,42 \pm 3,63$ mm, mažiausiai intensyvus – kontrolinių mėginių, atitinkamai, $9,45 \pm 1,20$ mm (8 pav.).

Kvietiniuose kepinuose jaučiamas rūgštumas kito nuo $1,61 \pm 0,46$ iki $3,23 \pm 1,15$ mm. Rūgščiausi kepiniai nustatyti su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $3,23 \pm 1,15$ mm, o mažiausiai rūgštūs – su 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $1,61 \pm 0,46$ mm (8 pav.).

Karčiausi kepiniai nustatyti su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $3,25 \pm 0,56$ mm, mažiausiai kartūs – kepiniai su 5 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $1,12 \pm 0,21$ mm (8 pav.).



8 pav. Kvietinių kepinų skonio jauslinės savybės. Pastaba: K - kepinys be raugo ir vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto; 1, 2, 3, 4 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu; 5, 6, 7, 8 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. coryniformins* LUHS71 raugu.

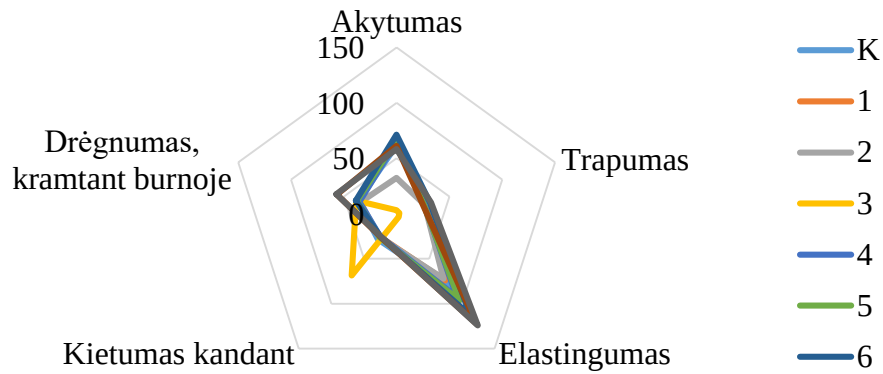
Kvietinių kepinų tekstūros savybės pateiktos 9 pav. Didžiausias duonos akytumas nustatytas kepinų, pagamintų su 5 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. coryniformins* LUHS71 raugu, atitinkamai, $71,42 \pm 6,48$ mm, mažiausias – kepinų su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $3,25 \pm 0,62$ mm.

Didžiausias trapumas nustatytas kepinų, pagamintų su 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. coryniformins* LUHS71 raugu, atitinkamai, $31,74 \pm 5,12$ mm, mažiausiai trapūs kepiniai – su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $2,56 \pm 1,20$ mm (9 pav.).

Kvietinių kepinų elastingumas kito nuo $3,25 \pm 1,24$ iki $124,32 \pm 6,98$ mm. Elastingiausi kepiniai nustatyti su 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. coryniformins* LUHS71 raugu, atitinkamai, $124,32 \pm 6,98$ mm, o mažiausiai elastingi – kepiniai su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $3,25 \pm 1,24$ mm (9 pav.).

Kiečiausi kepiniai nustatyti su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $68,56 \pm 5,74$ mm, minkščiausi – kepiniai su 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. coryniformins* LUHS71 raugu, atitinkamai, $24,62 \pm 4,78$ mm (9 pav.).

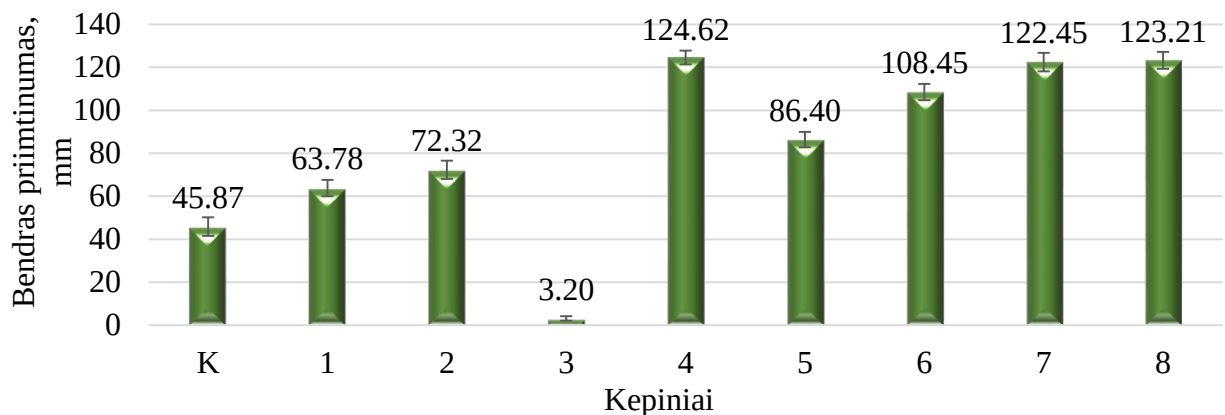
Didžiausias drėgnumas, kepinius kramtant burnoje, nustatytas kepinų, pagamintų su 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. coryniformins* LUHS71 raugu, atitinkamai, $56,89 \pm 5,67$ mm, mažiausias – kepinų su 10 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $34,23 \pm 6,21$ mm (9 pav.).



9 pav. Kvietinių kepinų tekstūros juslinės savybės. Pastaba: K - kepinys be raugo ir vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto; 1, 2, 3, 4 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu; 5, 6, 7, 8 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. coryniformins* LUHS71 raugu.

Kvietinių kepinų bendrasis priimtumas pateiktas 10 paveiksle ir 5 priede.

Didžiausias bendras priimtumas nustatytas kepinų su 20 proc. *Thymus vulgaris* ekstrakto ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugo, atitinkamai, $124,62 \pm 6,20$ mm. Mažiausiai priimtini kepiniai nustatyti su 15 proc. vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugo, atitinkamai, $3,20 \pm 0,98$ mm.



10 pav. Kvietinių kepinų priimtumas (mm). Pastaba: K - kepinys be raugo ir vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto; 1, 2, 3, 4 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugu; 5, 6, 7, 8 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir 10 proc. *L. coryniformins* LUHS71 raugu.

Vertinant skirtingų raugų įtaką juslinių savybių rezultatams buvo nustatyta, kad kepiniai, pagaminti su *L. coryniformins* LUHS71 raugu, pasižymėjo geresnėmis atskiromis savybėmis: šviesesne kepinio spalva, didesniu akytumu, elastingumu, drėgnumu ir minkštumu kandant.

4. REZULTATŲ APTARIMAS

Pastaruoju metu itin daug dėmesio skiriama kasdien vartojamiems maisto produktams, stengiamasi praturtinti jų maistinę bei biologinę vertę, ne išimtis yra ir duonos gaminiai. Vienas iš būdų – naudoti technologinius mikroorganizmus, kurie gerina kepinų maistinę vertę, tekstūrą bei pailgina tinkamumo vartoti terminą (70). Be to, galima naudoti vaistinius augalus bei jų ekstraktus, nes jie suteikia kepinams savitą skonį, taip pat yra natūralių antioksidantų, mineralinių medžiagų ir vitaminų šaltiniai (71).

Raugo rūgštingumo rodikliai yra labai svarbūs, nes jie turi įtakos pieno rūgšties bakterijų skaičiui ir raugo fermentiniam aktyvumui (72). Buvo nustatyta, kad fermentuojant kvietinį raugą su pasirinktomis PRB 24 val., raugų pH vidutiniškai sumažėja iki 3,99. E. Bartkienė ir kt. (72) nustatė, kad fermentuojant kvietinį raugą su *Lactobacillus plantarum* LUHS135 paderme 24 ir 48 val. pH, atitinkamai kinta nuo $6,00 \pm 0,01$ iki $3,37 \pm 0,01$. Rūgštingumo rodiklių kitimas fermentacijos metu gali būti paaiškintas tuo, kad PRB išskiria pieno ir acto rūgštis bei kitas organinės medžiagas ir dėl to padidėja raugo, o vėliau ir teslos rūgštingumas (73).

H. Hadaegh ir kt. (74) nustatė, kad duona, pagaminta su raugu, yra didesnio tūrio, lyginant su kontroliniais kepiniais. Šį rezultatą galima paaiškinti tuo, kad fermentacijos metu padidėja pieno rūgšties bakterijų aktyvumas, o susidariusios dujos susilaiko tešloje. Mūsų atlikto tyrimo metu nustatytos panašios tendencijos, nes kepinų su *L. coryniformins* LUHS71 ir vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu tūris ir savitasis tūris buvo vidutiniškai 0,9 ir 1,05 karto didesnis, lyginant su kontroliniais kepiniais.

A. Skendi ir kt. (6) įrodė, kad čiobrelių eterinio aliejaus naudojimas kvietinės duonos gamyboje padidina kepinų minkštimo drėgnį nuo 34,8 iki 38,1 proc. Mes nustatėme, kad skirtingas vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto kiekis ir raugai su *L. plantarum* LUHS122 ir *L. coryniformins* LUHS71 bakterijomis padidino kepinų minkštimo drėgnį vidutiniškai 1,9 ir 2,1 proc.

E. Bartkienė ir kt. (75) nustatė, kad skirtingų pieno rūgšties bakterijų naudojimas raugo ruošimui ir duonos gamyboje turi įtakos formos išlaikymo koeficientui. Mes nustatėme, kad lyginant su kontroliniais mėginiais, kepinų, pagamintų su 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 ir 10, 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstrakto kiekiu, formos išlaikymo koeficientas padidėjo, atitinkamai, 4,91 – 6,75 proc. Tačiau naudojant 5 ir 20 proc. vandeninio *Thymus vulgaris* ekstraktą nustatytas 15,34 – 25,15 proc. formos išlaikymo koeficiento sumažėjimas. Taip pat formos išlaikymo koeficientas sumažėjo (3,68 – 17,18 proc.) ir visuose kepinuose, gamintuose su *L. coryniformins* LUHS71 raugu ir skirtingu vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstrakto kiekiu.

Yra žinoma, kad akytumas parodo porų tūrio dalį duonos kepinyje. Y. Chen ir kt. (76) nustatė, kad kvietinių kepinų akytumas be priedų pirmą laikymo dieną yra vidutiniškai $53,7 \pm 1,6$ proc. Mūsų atliktame tyrime nustatytas didesnis duonos akytumas. Kepinių su *L. coryniformins* LUHS71 raugu ir vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu akytumas vidutiniškai buvo 1,03 karto didesnis, lyginant su kontroliniais kepiniais be priedų. Akytą duonos struktūrą gali lemti tešlos gebėjimas sulaikyti dujas, fermentacijos procesas, tešlos maišymas, priedų panaudojimas ir kt (76).

Maisto pramonėje kepinio spalva yra svarbus kokybės rodiklis, jis daro didelę įtaką ir vartotojų pasirinkimui. A. Skendi ir kt. (6) nustatė, kad čiobrelų eterinio aliejaus naudojimas turėjo įtakos duonos minkštimo spalvų koordinatėms. Kepinių minkštimas pašviesėjo nuo 80,3 iki 72,2, raudonos spalvos intensyvumas sumažėjo nuo -0,7 iki 0,4, geltonos spalvos intensyvumas sumažėjo nuo 20,1 iki 23,6. Mes nustatėme, kad visų kepinų minkštimo spalva patamsėjo 1,17 – 1,41 karto. Skirtingas raugas ir vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto kiekis padidino raudonos spalvos intensyvumą 1,07 – 1,47 karto, išskyrus kepinus, pagamintus su 15 proc. vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugo – šiuo atveju raudonos spalvos intensyvumas sumažėjo 22,2 karto. Geltonos spalvos intensyvumas sumažėjo visuose kepinuose 1,01 – 1,03 karto, išskyrus kepinuose, pagamintuose su 15, 20 proc. vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto ir 10 proc. *L. plantarum* LUHS122 raugo. Šiuose kepinuose geltonos spalvos intensyvumas padidėjo 1 – 1,08 karto. *Thymus vulgaris* augalas turi polifenolių junginių, tokių kaip flavonoidai ir antocianinai, kurie galėjo turėti įtakos minkštimo spalvų koordinatėms pokyčiams (77).

Duonos tekstūra – tai rodiklis, leidžiantis spręsti apie kepinio kokybę. Z. Yansheng ir kt. (78) nustatė, kad kepinuose naudojamos pieno rūgšties bakterijos gali veiksmingai sulėtinti duonos žiedėjimo procesą ir pagerinti kepinio elastingumą. Taip įvyksta dėl fermentacijos metu vykstančios lipidų hidrolizės į monogliceridus ir digliceridus. Z. Yansheng ir kt. (78) atlikto tyrimo metu nustatyta, kad kepiniai su *Lactobacillus plantarum* raugu išliko minkščiau po 7 dienų laikymo, lyginant su kepiniais be raugo. Mūsų atlikto tyrimo metu nustatyta, kad kepiniai su *L. coryniformins* LUHS71 raugu ir vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu po 72 valandų laikymo buvo vidutiniškai 2,2 kartus minkštesni už kontrolinius mėginius be priedų.

Maisto produktų priimtumas priklauso ne tik nuo kokybinių rodiklių, bet ir nuo juslinių savybių, kurias nulemia gaminio technologinė kokybė (79). Skendi A. ir kt. (6) atliko skirtingai pagamintų duonų juslinę analizę, kurios metu vertinta kepinio pluta ir minkštimo spalva, kvapas, skonis, susikramtymas, elastingumas, trapumas, lipnumas ir bendras priimtumas. Šio tyrimo metu mokslininkai nustatė, kad kepiniai su 50 μ l raudonėlio eterinio aliejaus / 100 g miltų pasižymėjo

geresniu aromatu, skoniu, susikramtymu, lipnumu ir bendru priimtinum, lyginant su kontroliniais kepiniais be priedų. Mūsų atlikto tyrimo metu nustatytos panašios tendencijos, nes *L. plantarum* LUHS122 ir skirtingas vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto kiekio panaudojimas pagerino bendrą kvapo intensyvumą vidutiniškai 1,26 karto, bendrą skonio intensyvumą – 1,77 karto ir bendrą priimtinumą – 1,44 karto, lyginant su kontroliniais mėginiais. *L. coryniformis* LUHS71 ir skirtingas vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto kiekio panaudojimas pagerino bendrą kvapo intensyvumą vidutiniškai 1,34 karto, bendrą skonio intensyvumą – 2,13 karto, elastingumą – 1,38 karto ir bendrą priimtinumą – 2,40 karto, lyginant su kontroliniais mėginiais.

Apibendrinus galima teigti, kad ekstrakto kiekis ir skirtingos raugui gaminti naudojamos PRB turi įtakos galutinei kepinio kokybei. Optimizavus kepinio sudėtinės dalis galima pagaminti duoną, pasižyminčią geresne tekstūra, akytumu, savituoju tūriu, drėgniu bei priimtinomis vartotojui juslinėmis savybėmis (80).

IŠVADOS

1. Raugų, pagamintų su skirtingomis pieno rūgšties bakterijomis, kokybės rodikliai nevienareikšmiai:
 - 1.1. abiejų kvietinių raugų (*L. coryniformins* LUHS71 ir *L. plantarum* LUHS122) nustatyta vienoda tekstūra ($0,1 \pm 0,01$ mJ);
 - 1.2. po 24 val. trukusios kvietinių raugų fermentacijos su *L. coryniformins* LUHS71 ir *L. plantarum* LUHS122 padermėmis nustatytas pH, atitinkamai, $4,05 \pm 0,01$ ir $3,94 \pm 0,05$;
 - 1.3. nustatytas šviesiausias *L. coryniformins* LUHS71 raugas, atitinkamai, $90,59 \pm 0,15$ ($p = 0,004$), rausviausias – *L. plantarum* LUHS122 raugas, atitinkamai, $-1,70 \pm 0,05$ ($p = 0,004$), tačiau gelsvumo koordinačių rezultatai buvo statistiškai nepatikimi;
 - 1.4. nustatytas didžiausias bendras raugo su *L. plantarum* LUHS122 paderme priimtinumai, atitinkamai, $128,33 \pm 3,51$ mm.
2. Naudoti raugai ir skirtingas vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto kiekis kvietinės duonos gamyboje turėjo nevienareikšmės įtakos gautų kepinų kokybės rodikliams:
 - 2.1. didžiausi masės nuostoliai (11,42 proc.; $p \leq 0,05$) po terminio apdorojimo nustatyti kepinų su 10 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir *L. coryniformins* LUHS71 raugu, o mažiausi (8,18 proc.) – su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir *L. plantarum* LUHS122 raugu;
 - 2.2. kepiniai su 5 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir *L. coryniformins* LUHS71 raugu pasižymėjo didžiausiu tūriu ir savituoju tūriu, atitinkamai, $1037,50 \pm 108,17$ ml ir $3,08 \pm 0,28$ ml/g, o mažiausiu – kepiniai su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $486,67 \pm 30,55$ ml ir $1,33 \pm 0,10$ ml/g;
 - 2.3. didžiausias drėgnis nustatytas kepinų su 5 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir *L. coryniformins* LUHS71 raugu, atitinkamai, $36,11 \pm 0,24$ proc., o mažiausias – kepinų su 10 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $34,52 \pm 0,22$ proc.;
 - 2.4. kepiniai, pagaminti su 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir *L. plantarum* LUHS122 raugu, pasižymėjo didžiausiu BTR, atitinkamai, $0,56 \pm 0,03$ N°; mažiausias BTR nustatytas kontrolinių kepinų, atitinkamai, $0,25 \pm 0,02$ N°;
 - 2.5. kepinų su 10 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir *L. coryniformins* LUHS71 raugu minkštimo akyumas buvo 10,7 proc. didesnis už kontrolinių kepinų, o mažiausiai akyti kepiniai nustatyti su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $38,84 \pm 1,25$ proc.;

- 2.6. didžiausiu formos išlaikymo koeficientas nustatytas kepinių, pagamintų su 10 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $1,74 \pm 0,20$, mažiausias – su 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir *L. coryniformins* LUHS71 raugu, atitinkamai, $1,22 \pm 0,06$.
3. Kvietiniai raugai ir skirtingas ekstrakto kiekis turėjo nevienareikšmės įtakos kepinių minkštimo ir plutelės spalvų koordinatėms:
- 3.1. šviesiausia ir gelsviausia plutelė nustatyta kepinių su 10 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir *L. coryniformins* LUHS71 raugu, atitinkamai, $41,67 \pm 0,30$ ir $17,26 \pm 1,44$;
- 3.2. rausviausia plutelė nustatyta kepinių su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $10,32 \pm 0,93$;
- 3.3. tamsiausias minkštumas nustatytas kepinių, pagamintų su 5 proc. vandeninio *Thymus vulgaris* ekstraktu ir *L. coryniformins* LUHS71 raugu, atitinkamai, $82,14 \pm 0,27$;
- 3.4. rausviausias minkštumas nustatytas kepinių, pagamintų su 20 proc. vandeninio *Thymus vulgaris* ekstraktu ir *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $-1,63 \pm 0,04$;
- 3.5. gelsviausias minkštumas nustatytas kepinių su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir *L. plantarum* LUHS122 raugu, atitinkamai, $21,63 \pm 0,37$.
4. Kvietiniai raugai ir skirtingas ekstrakto kiekis turėjo nevienareikšmės įtakos kepinių žiedėjimo rodikliams laikymo metu:
- 4.1. po 24 val. kiečiausi buvo kontroliniai mėginiai, atitinkamai, $0,47 \pm 0,06$ mJ, minkščiausi – kepiniai su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir *L. coryniformins* LUHS71 raugu, atitinkamai, $0,20 \pm 0,00$ mJ;
- 4.2. praėjus 48 val. nustatyti kiečiausi kepiniai su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir *L. plantarum* LUHS122 raugu ($1,20 \pm 0,14$ mJ), minkščiausi – su 5 proc. ir 20 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir *L. coryniformins* LUHS71 raugu, atitinkamai, $0,27 \pm 0,12$ mJ;
- 4.3. po 72 val. kiečiausi išliko kepiniai su 15 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir *L. plantarum* LUHS122 raugu ($2,53 \pm 0,12$ mJ), minkščiausi – kepiniai su 5 proc. vandeniniu *Thymus vulgaris* ekstraktu ir *L. coryniformins* LUHS71 raugu, atitinkamai, $0,33 \pm 0,15$ mJ.
5. Kepinių gamyboje naudotas 20 proc. vandeninis *Thymus vulgaris* ekstraktas ir *L. coryniformins* LUHS71 raugas pagerino bendrą kvapo intensyvumą 1,5 karto ($78,60 \pm 7,22$ mm), o kepiniai, kuriems naudotas 20 proc. vandeninis *Thymus vulgaris* ekstraktas ir *L. plantarum* LUHS122 raugas, pasižymėjo didžiausiu bendru skonio intensyvumu ($54,60 \pm 2,67$ mm) ir didžiausiu bendru priimtumu ($124,62 \pm 6,20$ mm), jie buvo 2,5 ir 2,7 karto geriau įvertinti už kontrolinius kepinius.

6. Skirtingas vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto kiekis ir raugo rūšis turėjo patikimos ($p \leq 0,05$) įtakos kvietinių kepinių kokybės rodikliams (bendram titruojamam rūgštingumui, akytumui, formos išlaikymo koeficientui, kepinių minkštimo šviesumui) ir juslinėms savybėms (bendram kvapo ir skonio intensyvumui, elastingumui, spalvai, priedų kvapui ir skoniui).

REKOMENDACIJOS

Siekiant suteikti kvietiniams kepiniams malonų aromatą, intensyvesnį skonį, pratęsti gaminio tinkamumo vartoti laiką ir kt., rekomenduojama kepiniams naudoti 10 proc. *L. coryniformins* LUHS71 raugą ir 20 proc. vandeninį *Thymus vulgaris* ekstraktą. Kepinys pasižymi šviesesne spalva, didesniu tūriu ir savituoju tūriu, bendru kvapo ir skonio intensyvumu, elastingumu, drėgnumu kramtant burnoje, minkštumu kandant.

Kepinių receptūra trims kvietiniams kepaliukams:

1. Raugui ruošti rekomenduojama naudoti 400 g aukščiausios rūšies kvietinių miltų 550D, 370 ml vandens ir 3 ml *L. coryniformins* LUHS71. Raugą palikti fermentacijai 24 val. 32 °C temperatūroje;
2. Po 24 val. ruošiamas vandeninis *Thymus vulgaris* ekstraktas: 40 g džiovintų čiobrelių užpilama 1260 ml verdančio vandens (98 ± 2 °C) ir laikoma 30 min. Gautas ekstraktas nufiltruojamas;
3. Į tešlos maišyklę dedama 1 kg miltų, 30 g presuotų mielių, 15 g valgomosios druskos, 100 g paruošto *L. coryniformins* LUHS71 raugo (10 proc.), pilama 120 ml vandeninio *Thymus vulgaris* ekstrakto (20 proc.). Pirmąsias 3 minutes tešla maišoma lėtai, tuo metu pilama 480 ml 30 °C temperatūros vandens, kitas 4 min. tešla maišoma didesniu greičiu;
4. Paruošta tešla iš maišyklės dedama ant švaraus lygaus paviršiaus, uždengiama ir brandinama kambario temperatūroje 20 min.;
5. Subrandinta tešla dalinama ir formuojama į 400 g kepaliukus. Suformuoti kepaliukai dedami į kildinimo krosnį ir kildinami 35 °C temperatūroje, esant 75 proc. santykiniam oro drėgnumui;
6. Iš kildinimo krosnies kepaliukai dedami į elektrinę krosnį ir kepami 25 min. 230 – 240 °C temperatūroje.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Meybodi NM, Mirmoghtadaie L, Sheidaei Z, Mortazavian AM. Wheat Bread: Potential Approach to Fortify its Lysine Content. *Current Nutrition & Food Science*. 2019 Feb 13;15(7):630-637.
2. Shewry PR, Hey SJ. The contribution of wheat to human diet and health. *Food and energy security*. 2015 Aug 14;4(3):178–202.
3. Debonne E, Van Schoors F, Maene P, Van Bockstaele F, Vermeir P, Verwaeren J, Eeckhout M, Devlieghere F. Comparison of the antifungal effect of undissociated lactic and acetic acid in sourdough bread and in chemically acidified wheat bread. *International Journal of Food Microbiology*. 2020 Feb 8;321:1-9.
4. Sun L, Li X, Zhang Y, Yang W, Ma G, Ma N, Hu Q, Pei F. A novel lactic acid bacterium for improving the quality and shelf life of whole wheat bread. *Food Control*. 2020 Sep 19;109:1-9.
5. Bartkiene E, Özogul F, Rocha JM. Bread Sourdough Lactic Acid Bacteria—Technological, Antimicrobial, Toxin-Degrading, Immune System-, and Faecal Microbiota-Modelling Biological Agents for the Preparation of Food, Nutraceuticals and Feed. *Foods*. 2022 Jan 7;11(3):1-20.
6. Skendi A, Irakli M, Chatzopoulou P, Papageorgiou M. Aromatic plants of Lamiaceae family in a traditional bread recipe: Effects on quality and phytochemical content. *Journal of Food Biochemistry*. 2019 Oct 22;43(11):1-11.
7. Bistgani ZE, Hashemi M, Dacosta M, Craker L, Maggi F, Morshedloo MR. Effect of salinity stress on the physiological characteristics, phenolic compounds and antioxidant activity of *Thymus vulgaris* L. and *Thymus daenensis* Celak. *Industrial Crops and Products*. 2019 May 3;135:311–320.
8. Skendi A, Katsantonis DN, Chatzopoulou P, Irakli M, Papageorgiou M. Antifungal Activity of Aromatic Plants of the Lamiaceae Family in Bread. *Foods*. 2020 Nov 10;9(11):1-14.
9. Hosseinzadeh S, Jafarikukhdan A, Hosseini A, Armand R. The Application of Medicinal Plants in Traditional and Modern Medicine: A Review of *Thymus vulgaris*. *International Journal of Clinical Medicine*. 2015 Sep 15;6(9):635-642.
10. Dauqan EMA, Abdullah A. Medicinal and Functional Values of Thyme (*Thymus vulgaris* L.) HERB. *Journal of Applied Biology & Biotechnology*. 2017 Mar 20;5(2):17-22.
11. Niranjan A, Lehri A, Tewari S. Essential Oils of *Thymus vulgaris* L. for Pest Control. *Green Pesticides Handbook*. CRC Press. 2017. Chapter 17. K. P. 321-331.

12. Pirzad A, Mohammadzadeh S. Water use efficiency of three mycorrhizal Lamiaceae species (*Lavandula officinalis*, *Rosmarinus officinalis* and *Thymus vulgaris*). *Agricultural water management*. 2018 May 31;204:1-10.
13. Amamra S, Cartea ME, Belhaddad OE, Soengas P, Baghiani A, Kaabi I, Arrar L. Determination of Total Phenolics Contents, Antioxidant Capacity of *Thymus vulgaris* Extracts using Electrochemical and Spectrophotometric methods. *International Journal of Electrochemical Science*. 2018 Jul 5;13:7882–7893.
14. Galmés S, Serra F, Palou A. Vitamin E Metabolic Effects and Genetic Variants: A Challenge for Precision Nutrition in Obesity and Associated Disturbances. *Nutrients*. 2018 Dec 4;10(12):1-20.
15. Simes DC, Viegas CSB, Araújo N, Marreiros C. Vitamin K as a Diet Supplement with Impact in Human Health: Current Evidence in Age-Related Diseases. *Nutrients*. 2020 Jan 3;12(1):1-24.
16. Almanea A, El-Aziz GSA, Ahmed MMM. The Potential Gastrointestinal Health Benefits of *Thymus Vulgaris* Essential Oil: A Review. *Biomedical Pharmacology Journal*. 2019 Dec 24;12(4):1793-1799.
17. Liutkevičius A, Speičienė V, Kaminskas A, Jablonskienė V, Alenčikienė G, Miežilienė A, Bagdonaitė L, Vitkus D, Garmienė G. Development of a functional whey beverage, containing calcium, vitamin D, and prebiotic dietary fiber, and its influence on human health. *CyTA - Journal of Food*. 2016 Nov 16;14(2):309-316.
18. Natasha, Shahid M, Niazi NK, Khalid S, Murtaza B, Bibi I, Rashid MI. A critical review of selenium biogeochemical behavior in soil-plant system with an inference to human health. *Environmental Pollution*. 2017 Dec 21;234:915-934.
19. Russo P, Fares C, Longo A, Spano G, Capozzi V. *Lactobacillus plantarum* with Broad Antifungal Activity as a Protective Starter Culture for Bread Production. *Foods*. 2017 Dec 11;6(12):110-119.
20. Gonçalves da Rosa C, Zapelini de Melo AP, Sganzerla WG, Machado MH, Nunes MR, Vinicius de Oliveira Brisola MM, Barreto PLM. Application in situ of zein nanocapsules loaded with *Origanum vulgare* Linneus and *Thymus vulgaris* as a preservative in bread. *Food Hydrocolloids*. 2020 Feb;99:1-10.
21. Morsy NFS. Production of thymol rich extracts from ajwain (*Carum copticum* L.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.) using supercritical CO₂. *Industrial Crops and Products*. 2019 Dec 30;145: 1-7.

22. Borges RS, Ortiz BLS, Pereira ACM, Keita H, Carvalho JCT. *Rosmarinus officinalis* Essential oil: A review of its phytochemistry, anti-inflammatory activity, and mechanisms of action involved. *Journal of Ethnopharmacology*. 2019 Jan;229:29-45.
23. Da Silva Bomfim N, Kohiyama CY, Nakasugi LP, Nerilo SB, Mossini SAG, Romoli JCZ, Mikcha JMG, Filho BAA, Machinski JrM. Antifungal and antiaflatoxigenic activity of rosemary essential oil (*Rosmarinus officinalis* L.) against *Aspergillus flavus*. *Food Additives & Contaminants*. 2020 Jan;37(1):153-161.
24. Sakkas H, Papadopoulou C. Antimicrobial activity of basil, oregano and thyme essential oils. *J. Microbiol. Biotechnol*. 2017 Mar 28;27(3):429-438.
25. Bartkiene E, Bartkevics V, Krungleviciute V, Pugajeva I, Zadeike D, Juodeikiene G, Cizeikiene D. The Influence of Scalded Flour, Fermentation, and Plants Belonging to Lamiaceae Family on the Wheat Bread Quality and Acrylamide Content. *Journal of Food Science*. 2018 Jun;83(6):1560–1568.
26. Filip S. Basil (*Ocimum basilicum* L.) a source of valuable phytonutrients. *International Journal of Clinical Nutrition and Dietetics*. 2017 May 31;3:118-123.
27. Carvalho F, Duarte AP, Ferreira S. Antimicrobial activity of *Melissa officinalis* and its potential use in food preservation. *Food Bioscience*. 2021 Nov 9;44(B):1-14.
28. Vasileva I, Denkova R, Chochkov R, Teneva D, Denkova Z, Dessev T, Denev P, Slavov A. Effect of lavender (*Lavandula angustifolia*) and melissa (*Melissa Officinalis*) waste on quality and shelf life of bread. *Food Chem*. 2018 Jul 1;253:13-21.
29. Mahendran G, Verma SK, Rahman LU. The traditional uses, phytochemistry and pharmacology of spearmint (*Mentha spicata* L.): A review. *Journal of Ethnopharmacology*. 2021 Oct 5;278: 1-28.
30. Shori AB, Kee LA, Baba AS. Total Phenols, Antioxidant Activity and Sensory Evaluation of Bread Fortified with Spearmint. *Arabian Journal for Science and Engineering*. 2020 Oct 5;46(6): 5257–5264.
31. Karakas FP, Keskin CN, Agil F, Zencirci N. Profiles of vitamin B and E in wheat grass and grain of einkorn (*Triticum monococcum* spp. *monococcum*), emmer (*Triticum dicoccum* ssp. *dicoccum* Schrank.), durum (*Triticum durum* Desf.), and bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars by LC-ESI-MS/MS analysis. *Journal of Cereal Science*. 2021 Feb 1;98:1-10.

32. Nogala-Kałużka M, Kawka A, Dwiecki K, Siger A. Evaluation of bioactive compounds in cereals. Study of wheat, barley, oat and selected grain products. *Acta Sci.Pol. Technol. Aliment.* 2020 Oct-Dec;19(4):405-423.
33. Čurna V, Lacko-Bartošova M. Chemical Composition and Nutritional Value of Emmer Wheat (*Triticum dicoccon* Schrank): a Review. *Journal of Central European Agriculture.* 2017 Mar 1;18(1):117-134.
34. Balk J, Connorton JM, Wan Y, Lovegrove A, Moore KL, Uauy C, Sharp PA, Shewry PE. Improving wheat as a source of iron and zinc for global nutrition. *Nutrition Bulletin.* 2019 Jan 14;44(1):53-59.
35. Jaskulska I, Jaskulski D, Gałęzewski L, Knapowski T, Kozera W, Waclawowicz R. Mineral Composition and Baking Value of the Winter Wheat Grain under Varied Environmental and Agronomic Conditions. *Journal of Chemistry.* 2018 Aug 27;2018:1-7.
36. Dima C, Assadpour E, Dima S, Jafari SM. Bioactive-loaded nanocarriers for functional foods: from designing to bioavailability. *Current Opinion in Food Science.* 2020 Jun;33:21–29.
37. Tsafraikidou P, Michaelidou AM, Biliaderis CG. Fermented Cereal-based Products: Nutritional Aspects, Possible Impact on Gut Microbiota and Health Implications. *Foods.* 2020 Jun 1;9(734):1-24.
38. Fernández-Peláez J, Paesani C, Gómez M. Sourdough Technology as a Tool for the Development of Healthier Grain-Based Products: An Update. *Agronomy (Basel).* 2020 Dec 1;10(12):1-20.
39. Nionelli L, Rizzello CG. Sourdough-Based Biotechnologies for the Production of Gluten-Free Foods. *Foods.* 2016 Sep;5(3):1-14.
40. Martorana A, Giuffrè AM, Capocasale M, Zappia C, Sidari R. Sourdoughs as a source of lactic acid bacteria and yeasts with technological characteristics useful for improved bakery products. *European Food Research and Technology.* 2018 Jun 7;244:1873-1885.
41. Zokaityte E, Cernauskas D, Klupsaite D, Lele V, Starkute V, Zavistanaviciute P, Ruzauskas M, Guzauskas R, Juodeikiene G, Rocha JM, Bliznikas S, Viskelis P, Ruibys R, Bartkiene E. Bioconversion of Milk Permeate with Selected Lactic Acid Bacteria Strains and Apple By-Products into Beverages with Antimicrobial Properties and Enriched with Galactooligosaccharides. *Microorganisms.* 2020 Aug 3;8(8):1-22.
42. Abdelazez A, Abdelmotaal H, Zhu Z, Fang-Fang J, Sami R, Zhang L, Al-Tawaha AR, Meng X. Potential benefits of *Lactobacillus plantarum* as probiotic and its advantages in human health

- and industrial applications: A review. *Advances in Environmental Biology*. 2018 Jan; 12(1):16-27.
43. Fraberger V, Ammer C, Domig KJ. Functional Properties and Sustainability Improvement of Sourdough Bread by Lactic Acid Bacteria. *Microorganisms*. 2020 Nov 30;8(12):1-16.
 44. Bartkiene E, Bartkevics V, Lele V, Pugajeva I, Zavistanaviciute P, Mickiene R, Zadeike D, Juodeikiene G. A concept of mould spoilage prevention and acrylamide reduction in wheat bread: Application of lactobacilli in combination with a cranberry coating. *Food Control*. 2018 Apr 13; 91:284–293.
 45. Di Renzo T, Reale A, Boscaino F, Messia MC. Flavoring Production in Kamut®, Quinoa and Wheat Doughs Fermented by *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus plantarum*, and *Lactobacillus brevis*: A SPME-GC/MS Study. *Frontiers in Microbiology*. 2018 Mar 9;9:429-442.
 46. Bartkiene E, Lele V, Ruzauskas M, Domig KJ, Starkute V, Zavistanaviciute P, Bartkevics V, Pugajeva I, Klupsaite D, Juodeikiene G, Mickiene R, Rocha JM. Lactic Acid Bacteria Isolation from Spontaneous Sourdough and Their Characterization Including Antimicrobial and Antifungal Properties Evaluation. *Microorganisms*. 2020 Jan;8(1):1-24.
 47. Mantzourani I, Plessas S, Odatzidou M, Alexopoulos A, Galanis A, Bezirtzoglou E, Bekatorou A. Effect of a novel *Lactobacillus paracasei* starter on sourdough bread quality. *Food Chemistry*. 2018 Jul 25;271:259-265.
 48. Hadaegh H, Seyyedain Ardabili SM, Tajabadi Ebrahimi M, Chamani M, Azizi Nezhad R. The Impact of Different Lactic Acid Bacteria Sourdoughs on the Quality Characteristics of Toast Bread. *Journal of Food Quality*. 2017 May 4;2017:1-11.
 49. Bartkiene E, Bartkevics V, Pugajeva I, Borisova A, Zokaityte E, Lele V, Starkute V, Zavistanaviciute P, Klupsaite D, Zadeike D, Juodeikiene G. The Quality of Wheat Bread With Ultrasonicated and Fermented By-Products From Plant Drinks Production. *Front Microbiol*. 2021 Mar 17;12:1-14.
 50. Skrajda-Brdak M, Konopka I, Tańska M, Czaplicki S. Changes in the content of free phenolic acids and antioxidative capacity of wholemeal bread in relation to cereal species and fermentation type. *European Food Research and Technology*. 2019 Jul 19;245(10):2247–2256.
 51. Zhang G, Tu J, Sadiq FA, Zhang W, Wang W. Prevalence, Genetic Diversity, and Technological Functions of the *Lactobacillus sanfranciscensis* in Sourdough: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food*. 2019 Jun 11;18(4):1209-1226.

52. Parenti O, Guerrini L, Cavallini B, Baldi F, Zanoni B. Breadmaking with an old wholewheat flour: Optimization of ingredients to improve bread quality. *Food Science & Technology*. 2020 Dec 20;121:1-10.
53. Gómez M, Gutkoski LC, Bravo-Núñez A. Understanding Whole-wheat Flour and Its Effect in Breads: A Review. *Comprehensive reviews in food science and food safety*. 2020 Sep 1;19(6): 3241–3265.
54. Tebben L, Yanting S, Yonghui L. Improvers and Functional Ingredients in Whole Wheat Bread: A Review of Their Effects on Dough Properties and Bread Quality. *Trends in food science & technology*. 2018 Sep 4;81:10–24.
55. Liu S, Chen D, Xu J. The Effect of Partially Substituted Lupin, Soybean, and Navy Bean Flours on Wheat Bread Quality. *Food and Nutrition Sciences*. 2018 Jul 19;9(7):840-854.
56. Boukid F, Pasqualone A. Lupine (*Lupinus Spp.*) Proteins: Characteristics, Safety and Food Applications. *European food research & technology*. 2021 Nov 13;248:345–356.
57. Kim IS, Kim CH, Yang WS. Physiologically Active Molecules and Functional Properties of Soybeans in Human Health-A Current Perspective. *Int J Mol Sci*. 2021 Apr 14;22(8):1-26.
58. Almoraie NM. The Effect of Walnut Flour on the Physical and Sensory Characteristics of Wheat Bread. *International Journal of Food Science*. 2019 Jan 20;2019:1-7.
59. Tabasum F, Umbreen S, Hussain SZ. Nutritional and health benefits of walnuts. *journal of pharmacology and phytochemistry*. 2018 Feb 2;7(2):1269-1271.
60. Mohd Zain MZ, Shori AB, Baba AS. Potential Functional Food Ingredients in Bread and their Health Benefits. *Biointerface Research in Applied Chemistry*. 2022 Nov 19;12(5):6533-6542.
61. Bartkiene E, Lele V, Starkute V, Zavistanaviciute P, Zokaityte E, Varinauskaite I, Pileckaite G, Paskeviciute L, Rutkauskaite G, Kanaporis T, Dmitrijeva L, Viskelis P, Santini A, Ruzauskas M. Plants and Lactic Acid Bacteria Combination for New Antimicrobial and Antioxidant Properties Product Development in a Sustainable Manner. *Foods*. 2020 Apr 4;9(4):1-16.
62. McGuire RG. Reporting of Objective Color Measurements. *Hort science*, 1992; 27(12):1254-1255.
63. LST EN ISO 13299:2010. Juslinė analizė. Metodika. Bendrieji nurodymai dėl juslinio profilio sudarymo.
64. AACC Method 10-05.01. Baking Quality. Guidelines for measurement of volume by rapeseed displacement. AACC International Approved Methods. 2003.
65. Bartkiene E. Raugai kvietinės duonos gamyboje – saugos ir kokybės aspektai. 2015:107.

66. AACC Method 74-09.01. Measurement by universal testing machine. AACC International Approved Methods.
67. LST 1553:1998. Miltiniai kepiniai ir konditerijos gaminiai. Rūgštingumo ir šarmingumo nustatymo metodai.
68. LST 1492:2013. Duona ir pyrago kepiniai. Drėgmės kiekio nustatymo metodai.
69. LST 1442:1996. Duona ir pyrago gaminiai. Akytumo nustatymas.
70. Chen HY, Hsieh CW, Chen PC, Lin SP, Lin YF, Cheng KC. Development and Optimization of Djulis Sourdough Bread Fermented by Lactic Acid Bacteria for Antioxidant Capacity. *Molecules*. 2021 Sep 17;26:1-15.
71. Dimov I, Petkova N, Nakov G, Taneva I, Ivanov I, Stamatovska V. Improvement of antioxidant potential of wheat flours and breads by addition of medicinal plants. *Ukrainian Food Journal*. 2018 Dec;7(4):671-681.
72. Bartkiene E, Bartkevics V, Pugajeva I, Krungleviciute V, Mayrhofer S, Domig K. Parameters of rye, wheat, barley, and oat sourdoughs fermented with *Lactobacillus plantarum* LUHS 135 that influence the quality of mixed rye–wheat bread, including acrylamide formation. *International Journal of Food Science & Technology*. 2017 Jun;52(6):1473-1482.
73. Siepmann FB, de Almeida BS, Waszczynskyj N, Spier MR. Influence of temperature and of starter culture on biochemical characteristics and the aromatic compounds evolution on type II sourdough and wheat bread. *LWT*. 2019 Jul 1;108:199-206.
74. Hadaegh H, Seyyedain Ardabili SM, Tajabadi Ebrahimi M, Chamani, RM, Azizi N. The Impact of Different Lactic Acid Bacteria Sourdoughs on the Quality Characteristics of Toast Bread. *Journal of Food Quality*. 2017 May 4;2017:1-12.
75. Bartkiene E, Bartkevics V, Krungleviciute V, Pugajeva I, Zadeike D, Juodeikiene, G. Lactic Acid Bacteria Combinations for Wheat Sourdough Preparation and Their Influence on Wheat Bread Quality and Acrylamide Formation. *Journal of Food Science*. 2017 Sep 6; 82(10):1-8.
76. Chen Y, Parrilli A, Jaedig F, Fuhrmann A, Staedeli C, Fischer P, Windhab EJ. Micro-computed tomography study on bread dehydration and structural changes during ambient storage. *Journal of Food Engineering*. 2021 May;296:1-10.
77. Alouani I, Draoui M, Toure HA, Bouatia M. Extraction and characterization of natural dye from *Thymus vulgaris* L and its use in dyeing cellulosic substrate. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*. 2020;8(4):489-499.

78. Yansheng Z, Jiayan Z, Yixing W, Lianzhong A, Dong Y, Xiang X. Improvement of Bread Quality by Adding Wheat Germ Fermented with *Lactobacillus plantarum* dy-1. *Journal of Food Quality*. 2020 Apr 7;2020:1-8.
79. Hoehnel A, Bez J, Petersen IL, Amarowicz R, Juśkiewicz J, Arendt EK, Zannini E. Enhancing the nutritional profile of regular wheat bread while maintaining technological quality and adequate sensory attributes. *Food & Function*. 2020 Apr 21;11(5):4732-4751.
80. Xu D, Zhang Y, Tang K, Hu Y, Xu X, Gänzle GG. Effect of Mixed Cultures of Yeast and Lactobacilli on the Quality of Wheat Sourdough Bread. *Front. Microbiol*. 2019 Sep 10;10:1-13.

PRIEDAI

1 priedas. Kvietinių kepinų svoris, tūris ir savitasis tūris

Kepinys	Svoris (g)	Tūris (ml)	Savitasis tūris (ml/g)
Kontrolė	357,80 ± 3,55	883,33 ± 5,77	2,47 ± 0,04
1	358,97 ± 0,99	886,67 ± 77,67	2,47 ± 0,22
2	363,93 ± 2,31	833,33 ± 80,21	2,29 ± 0,23
3	367,30 ± 5,60	486,67 ± 30,55	1,33 ± 0,10
4	362,90 ± 7,44	920,00 ± 20,00	2,54 ± 0,06
5	356,43 ± 3,05	1037,50 ± 108,17	3,08 ± 0,28
6	354,33 ± 3,69	943,33 ± 40,41	2,53 ± 0,10
7	355,90 ± 1,71	890,00 ± 91,65	2,67 ± 0,18
8	358,20 ± 2,04	930,00 ± 70,00	2,49 ± 0,21
Stulpelio statistika			
Vidutinė vertė	359,53	867,87	2,43
Standartinis nuokrypis	4,27	153,56	0,47
Standartinė paklaida	1,42	51,19	0,16
P	0,01	< 0,0001	< 0,0001
Pastaba: rezultatai pateikti vidutinėmis vertėmis (n = 3) ± SD; SD - standartinis nuokrypis; Kontrolė - kepinys be raugo ir vandeninio <i>Thymus vulgaris</i> ekstrakto; 1, 2, 3, 4 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu <i>Thymus vulgaris</i> ekstraktu ir 10 proc. <i>L. plantarum</i> LUHS122 raugu; 5, 6, 7, 8 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu <i>Thymus vulgaris</i> ekstraktu ir 10 proc. <i>L. coryniformins</i> LUHS71 raugu.			

2 priedas. Kvietinių kepinų drėgmės kiekio, formos išlaikymo koeficiento, aktyumo ir bendrojo titruojamojo rūgštingumo rodikliai

Kepinys	Drėgnis, proc.	Formos išlaikymo koeficientas	Aktyumas, proc.	BTR, (N°)
Kontrolė	35,22 ± 0,26	1,63 ± 0,07	67,49 ± 2,11	0,25 ± 0,02
1	35,78 ± 0,12	1,38 ± 0,02	71,63 ± 1,45	0,46 ± 0,03
2	34,52 ± 0,22	1,74 ± 0,20	64,09 ± 0,98	0,34 ± 0,02
3	35,82 ± 0,34	1,71 ± 0,22	38,84 ± 1,25	0,32 ± 0,01
4	36,02 ± 0,18	1,22 ± 0,06	68,99 ± 2,32	0,56 ± 0,03
5	36,11 ± 0,24	1,35 ± 0,06	69,09 ± 1,78	0,37 ± 0,03
6	35,82 ± 0,42	1,56 ± 0,12	74,74 ± 1,45	0,43 ± 0,02
7	36,08 ± 0,61	1,28 ± 0,93	67,49 ± 2,12	0,46 ± 0,03
8	35,92 ± 0,22	1,57 ± 0,13	67,39 ± 1,22	0,34 ± 0,02
Stulpelio statistika				
Vidutinė vertė	35,70	1,49	65,53	0,34
Standartinis nuokrypis	0,51	0,19	10,44	0,09
Standartinė paklaida	0,17	0,06	3,48	0,03
P	< 0,0001	0,002	< 0,0001	< 0,0001
Pastaba: rezultatai pateikti vidutinėmis vertėmis (n = 3) ± SD; SD - standartinis nuokrypis; Kontrolė - kepinys be raugo ir vandeninio <i>Thymus vulgaris</i> ekstrakto; 1, 2, 3, 4 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu <i>Thymus vulgaris</i> ekstraktu ir 10 proc. <i>L. plantarum</i> LUHS122 raugu; 5, 6, 7, 8 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu <i>Thymus vulgaris</i> ekstraktu ir 10 proc. <i>L. coryniformis</i> LUHS71 raugu.				

3 priedas. Kvietinių kepinių kvapo ir spalvos juslinės savybės

Kepinys	Bendras kvapo intensyvumas, mm	Spalva, mm	Duonos kvapas, mm	Priedų kvapas, mm
Kontrolė	52,22 ± 3,25	36,28 ± 2,45	34,30 ± 3,62	1,23 ± 0,12
1	59,30 ± 4,21	37,43 ± 3,20	45,45 ± 4,63	1,9 ± 0,33
2	61,42 ± 2,76	38,20 ± 3,62	47,32 ± 6,87	11,4 ± 2,22
3	67,21 ± 3,65	92,50 ± 7,63	44,70 ± 5,22	27,6 ± 4,25
4	75,50 ± 6,78	41,21 ± 5,22	42,27 ± 3,92	32,8 ± 4,56
5	62,40 ± 4,30	37,24 ± 7,45	46,23 ± 7,30	1,86 ± 0,52
6	66,25 ± 3,25	38,50 ± 6,30	45,50 ± 6,45	12,32 ± 2,45
7	72,40 ± 7,22	42,32 ± 8,20	43,82 ± 5,30	28,21 ± 3,69
8	78,60 ± 6,32	43,50 ± 4,63	42,90 ± 4,87	32,5 ± 5,32
Stulpelio statistika				
Vidutinė vertė	66,14	45,24	43,61	16,65
Standartinis nuokrypis	8,37	17,89	3,84	13,63
Standartinė paklaida	2,79	5,96	1,28	4,54
P	< 0,0001	< 0,0001	0,0005	< 0,0001
Pastaba: rezultatai pateikti vidutinėmis vertėmis (n = 3) ± SD; SD - standartinis nuokrypis; Kontrolė - kepinys be raugo ir vandeninio <i>Thymus vulgaris</i> ekstrakto; 1, 2, 3, 4 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu <i>Thymus vulgaris</i> ekstraktu ir 10 proc. <i>L. plantarum</i> LUHS122 raugu; 5, 6, 7, 8 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu <i>Thymus vulgaris</i> ekstraktu ir 10 proc. <i>L. coryniformins</i> LUHS71 raugu.				

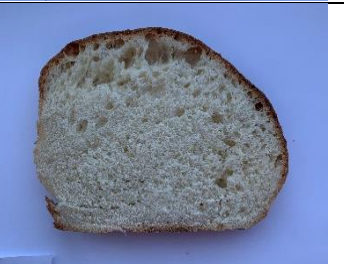
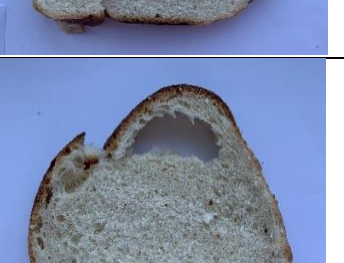
4 priedas. Kvietinių kepinų skonio juslinės savybės

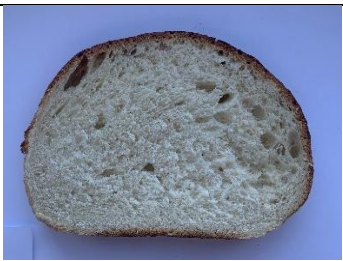
Kepinys	Bendras skonio intensyvumas, mm	Duonos skonis, mm	Priedų skonis, mm	Rūgštumas, mm	Kartumas, mm
Kontrolė	21,60 ± 3,22	25,40 ± 2,15	9,45 ± 1,20	3,20 ± 0,89	1,32 ± 0,32
1	32,90 ± 4,62	34,60 ± 3,32	10,20 ± 2,12	2,24 ± 0,52	1,12 ± 0,21
2	37,63 ± 3,84	37,22 ± 4,45	44,23 ± 3,54	2,50 ± 0,64	1,24 ± 0,12
3	27,60 ± 4,10	18,60 ± 5,36	50,60 ± 4,31	3,23 ± 1,15	3,25 ± 0,56
4	54,60 ± 2,67	38,50 ± 3,67	52,40 ± 3,63	1,60 ± 0,46	1,76 ± 0,31
5	38,64 ± 3,23	36,40 ± 4,13	11,30 ± 2,16	2,45 ± 0,69	1,32 ± 0,14
6	43,25 ± 4,56	34,61 ± 3,92	46,80 ± 3,46	1,65 ± 0,23	1,24 ± 0,20
7	48,13 ± 4,12	42,40 ± 2,42	51,11 ± 4,18	2,20 ± 0,52	1,46 ± 0,24
8	53,72 ± 3,92	38,90 ± 4,62	51,60 ± 2,22	2,15 ± 0,43	1,73 ± 0,27
Stulpelio statistika					
Vidutinė vertė	39,78	34,07	36,41	2,36	1,60
Standartinis nuokrypis	11,34	7,44	19,74	0,58	0,65
Standartinė paklaida	3,78	2,48	6,58	0,19	0,22
P	< 0,0001	0,0001	< 0,0001	0,0001	< 0,0001
Pastaba: rezultatai pateikti vidutinėmis vertėmis (n = 3) ± SD; SD - standartinis nuokrypis; Kontrolė - kepinys be raugo ir vandeninio <i>Thymus vulgaris</i> ekstrakto; 1, 2, 3, 4 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu <i>Thymus vulgaris</i> ekstraktu ir 10 proc. <i>L. plantarum</i> LUHS122 raugu; 5, 6, 7, 8 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu <i>Thymus vulgaris</i> ekstraktu ir 10 proc. <i>L. coryniformis</i> LUHS71 raugu.					

5 priedas. Kvietinių kepinų tekstūros juslinės savybės ir bendras priimtinumas

Kepinys	Akytumas, mm	Trapumas, mm	Elastingumas, mm	Kietumas kandant, mm	Drėgnumas, kramtant burnoje, mm	Bendras priimtinumas, mm
Kontrolė	61,84 ± 6,12	26,21 ± 3,24	82,65 ± 7,34	28,32 ± 5,18	36,42 ± 5,32	45,87 ± 5,32
1	69,20 ± 5,34	28,21 ± 4,32	74,36 ± 5,64	25,32 ± 4,67	36,12 ± 4,21	63,78 ± 4,78
2	32,50 ± 4,56	26,56 ± 3,87	72,20 ± 6,22	26,20 ± 6,31	34,23 ± 6,21	72,32 ± 6,21
3	3,25 ± 0,62	2,56 ± 1,20	3,25 ± 1,24	68,56 ± 5,74	38,21 ± 3,15	3,20 ± 0,98
4	65,46 ± 7,23	26,20 ± 4,52	92,67 ± 8,34	25,20 ± 4,32	35,20 ± 4,36	124,62 ± 6,20
5	66,32 ± 5,97	25,98 ± 3,64	96,34 ± 7,65	25,92 ± 3,89	37,62 ± 7,34	86,40 ± 4,56
6	71,42 ± 6,48	31,74 ± 5,12	112,62 ± 8,54	25,10 ± 4,63	38,42 ± 5,87	108,45 ± 5,31
7	61,30 ± 4,86	25,26 ± 4,78	121,90 ± 7,65	24,98 ± 5,12	56,40 ± 6,14	122,45 ± 4,96
8	58,32 ± 5,31	32,65 ± 2,42	124,32 ± 6,98	24,62 ± 4,78	56,89 ± 5,67	123,21 ± 5,90
Stulpelio statistika						
Vidutinė vertė	54,40	25,04	86,70	30,47	41,06	83,37
Standartinis nuokrypis	22,33	8,83	36,74	14,33	8,94	41,52
Standartinė paklaida	7,44	2,94	12,25	4,78	2,98	13,84
P	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Pastaba: rezultatai pateikti vidutinėmis vertėmis (n = 3) ± SD; SD - standartinis nuokrypis; Kontrolė - kepinys be raugo ir vandeninio <i>Thymus vulgaris</i> ekstrakto; 1, 2, 3, 4 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu <i>Thymus vulgaris</i> ekstraktu ir 10 proc. <i>L. plantarum</i> LUHS122 raugu; 5, 6, 7, 8 - kvietiniai kepiniai atitinkamai su 5, 10, 15 ir 20 proc. vandeniniu <i>Thymus vulgaris</i> ekstraktu ir 10 proc. <i>L. coryniformis</i> LUHS71 raugu.						

6 priedas. Kvietinių kepinų žiedėjimas

Kepiniai	24h	48h	72h
Kontrolė			
1			
2			
3			
4			
5			

6 priedas. <i>Tęsinys</i>			
6			
7			
8			