

LIETUVOS SVEIKATOS MOKSLŲ UNIVERSITETAS
VETERINARIJOS AKADEMIJA

Veterinarijos fakultetas

Viktorija Motiejūnaitė

**Skirtingų augalų krakmolo taikymas kvietinių kepinių minkštimo
struktūros savybių gerinimui ir žiedėjimo lėtinimui**

**Application of different plants starch for wheat bread texture
properties improving and staling process reducing**

Maisto mokslo ištestinių studijų
MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

Darbo vadovė: prof. dr. Elena Bartkienė

Kaunas, 2020

DARBAS ATLIKTAS MAISTO SAUGOS IR KOKYBĖS KATEDROJE

PATVIRTINIMAS APIE ATLIKTO DARBO SAVARANKIŠKUMĄ

Patvirtinu, kad įteikiamas magistro baigiamasis darbas „Skirtingų augalų krakmolo taikymas kvietinių kepinų minkštimo struktūros savybių gerinimui ir žiedėjimo lėtinimui“:

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.

Elektroniniu laišku patvirtinu, o darbas bus pasirašytas pasibaigus karantino ir ekstremaliosios situacijos dėl COVID-19 pandemijos Lietuvos Respublikoje laikotarpiui.

(data) Viktorija Motiejūnaitė (parašas)
(data) (autorius vardas, pavardė)

PATVIRTINIMAS APIE ATSAKOMYBĘ UŽ LIETUVIŲ KALBOS TAISYKLINGUMĄ ATLIKTAME DARBE

Patvirtinu lietuvių kalbos taisyklingumą atliktame darbe.

Elektroniniu laišku patvirtinu, o darbas bus pasirašytas pasibaigus karantino ir ekstremaliosios situacijos dėl COVID-19 pandemijos Lietuvos Respublikoje laikotarpiui.

(data) Jurgita Stelionienė (parašas)
(data) (autorius vardas, pavardė)

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO VADOVO IŠVADA DĖL DARBO GYNIMO

Elektroniniu laišku patvirtinu, o darbas bus pasirašytas pasibaigus karantino ir ekstremaliosios situacijos dėl COVID-19 pandemijos Lietuvos Respublikoje laikotarpiui.

(data) Elena Bartkienė (parašas)
(data) (autorius vardas, pavardė)

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS APROBUOTAS KATEDROJE (KLINIKOJE, INSTITUTE)

Elektroniniu laišku patvirtinu, o darbas bus pasirašytas pasibaigus karantino ir ekstremaliosios situacijos dėl COVID-19 pandemijos Lietuvos Respublikoje laikotarpiui.

(aprobacijos data) (katedros (klinikos, instituto) vedėjo (-os) (vadovo (-ės)) (parašas)
vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo recenzentas

Elektroniniu laišku patvirtinu, o darbas bus pasirašytas pasibaigus karantino ir ekstremaliosios situacijos dėl COVID-19 pandemijos Lietuvos Respublikoje laikotarpiui.

(vardas, pavardė)

(parašas)

Baigiamųjų darbų gynimo komisijos įvertinimas:

(data)

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

(parašas)

TURINYS

SANTRAUKA.....	6
SUMMARY	7
SANTRUMPOS	8
ĮVADAS.....	9
1. LITERATŪROS APŽVALGA.....	11
1.1. Skirtingų augalų krakmolų savybės.....	11
1.1.1. Kukurūzų krakmolą	11
1.1.2. Kviečių krakmolą	12
1.1.3. Bulvių krakmolą.....	13
1.1.4. Kitų augalų krakmolą	13
1.2. Kepinių gamybos technologija, priedai, naudojami duonos gamyboje.....	13
1.3. Krakmolo funkcijos kepinų gamyboje.....	14
1.4. Skirtingų augalų krakmolo granulių savybės ir pritaikymas kepinų gamyboje.....	15
1.5. Krakmolo vaidmuo minkštimo savybių gerinimui ir žiedėjimo lėtinimui.....	16
1.6. Kepinių kokybės vertinimas.....	18
1.6.1. Kepinio savitasis tūris ir svoris.....	18
1.6.2. Aromatas.....	19
1.6.3. Spalva.....	19
1.6.4. Kepinių žiedėjimas.....	20
2. TYRIMO OBJEKTAI IR METODAI.....	21
2.1. Pagrindinės tyrimų kryptys ir jų pagrindimas	21
2.2. Tyrimui naudotos žaliavos ir jų charakteristikos	22
2.3. Kvietinių kepinų gamybos technologija	22
2.4. Kvietinių kepinų tyrimų metodikos.....	23
2.5. Matematinė statistinė analizė	23
3. REZULTATAI.....	25
3.1. Skirtingų augalų krakmolo įtaka kvietinių kepinų kokybės rodikliams.....	25
3.1.1. Skirtingų augalų krakmolo įtaka tešlos ir kvietinių kepinų tekstūrai	25

3.1.2. Kepinių spalvų koordinatės	26
3.1.3. Krakmolo priedo įtaka kepinų drėgniui.....	28
3.1.4. Kvietinių kepinų savitasis tūris.....	29
3.1.5. Kvietinių kepinų formos išlaikymo koeficientas.....	30
3.1.6. Kvietinių kepinų aktyumas.....	30
3.1.7. Kvietinių kepinų juslinės savybės ir bendras priimtinumas.....	31
3.1.8. Kvietinių kepinų žiedėjimo ir mikrobinio gedimo intensyvumas.....	35
4. REZULTATŲ APTARIMAS.....	39
IŠVADOS.....	41
REKOMENDACIJOS	42
LITERATŪRA	43
PRIEDAI	49

SKIRTINGŲ AUGALŲ KRAKMOLO TAIKYMAS KVIETINIŲ KEPINIŲ MINKŠTIMO STRUKTŪROS SAVYBIŲ GERINIMUI IR ŽIEDĖJIMO LĖTINIMUI

Viktorija Motiejūnaitė

Magistro baigiamasis darbas

SANTRAUKA

Darbo tikslas: įvertinti skirtingų augalų krakmolo įtaką kvietinių kepinų kokybės rodikliams bei tekstūros pokyčiams laikymo metu.

Šiame darbe įvertinta skirtingų augalų skirtingo krakmolo priedo kiekio (S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo) įtaka kvietinių kepinų tešlos ir gatavų produktų tekstūrai, spalvų koordinatėms, drėgmei, savitajam tūriui, formos išlaikymo koeficientui, akytumui, žiedėjimo ir mikrobinio gedimo intensyvumui, spalvos, kvapo, skonio bei tekstūros juslinėms savybėms ir bendram priimtinumui. Minkščiausia tekstūra pasižymėjo kepiniai S12 ir S13 (0,4 mJ) ir S11 bei S9 (0,5mJ). Didinant krakmolo kiekį receptūroje, didėjo plutelės ir minkštimo šviesumas (didžiausias S13 ir S9 mėginių, atitinkamai, 49,36 NBS ir 47,91 NBS). Reikšmingai šviesesnis minkštumas nustatytas S9 mėginių (68,31 NBS), o gelsvumo ir raudonumo koordinatėms krakmolo rūšis ir jo kiekis statistiškai reikšmingos įtakos neturėjo. Didžiausias drėgnis nustatytas S13 ir S12 mėginių (atitinkamai, 38,8 ir 36,6 proc.), mažiausias – S4 ir S3 mėginių (atitinkamai, 27,0 ir 27,4 proc.). Didžiausias savitasis tūris nustatytas kontrolinių mėginių (3,79 ml/g). Didžiausias akytumas nustatytas kontrolinių ir S2 mėginių, atitinkamai, 73,15 proc. ir 75,52 proc. Optimalus krakmolo priedo kiekis kepinų receptūroje pagerina gaminių juslines savybes, o priimtinausiais įvertinti S8 mėginiai (138 mm). Ilgiausiai mikroorganizmų kolonijos ant kepinų paviršiaus vizualiai nebuvo matomos kepinų, pagamintų su 50 g, 75 g ir 100 g kviečių krakmolo, 75 g kukurūzų krakmolo, 75 g ir 100 g bulvių krakmolo. Lėčiausiai žiedėjo S8 ir S3 mėginiai. Apibendrinant, galima teigti, kad skirtingų augalų krakmolo priedo įtaka kvietinių kepinų kokybei yra skirtinga, tačiau, parinkus atitinkamos augalų rūšies optimalų krakmolo kiekį, galima pagerinti kvietinių kepinų kokybės rodiklius.

Raktažodžiai: kvietiniai kepiniai, kokybė, bulvių krakmolai, kviečių krakmolai, kukurūzų krakmolai.

APPLICATION OF DIFFERENT PLANTS STARCH FOR WHEAT BREAD TEXTURE PROPERTIES IMPROVING AND STALING PROCESS REDUCING

Viktorija Motiejūnaitė

Master's Thesis

SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the influence of different plants starch on the quality parameters of wheat bread and staling process intensity.

During experiment, different amounts of different plants starch were used in wheat bread formulations (S1 – control sample; S2, S3, S4, S5 – respectively with 25; 50; 75; 100 g of wheat starch; S6, S7, S8, S9 – respectively with 25; 50; 75; 100 g of corn starch; S10, S11, S12, S13 – respectively with 25; 50; 75; 100 g of potato starch) and the influence of additives on the texture, colour coordinates, moisture content, specific volume, shape retention coefficient, porosity, intensity of staling and microbial spoilage, sensory properties (colour, smell, taste, and texture) and overall acceptability of wheat bread was evaluated. S12 and S13 (0.4 mJ) and S11 and S9 (0.5 mJ) bread samples showed the softest texture. By increasing starch content in bread recipe, the brightness of the crust and crumb increased (the highest brightness of the S13 and S9 samples, 49.36 NBS and 47.91 NBS, respectively, was found). Significant lighter crumb was found of the S9 samples (68.31 NBS), and significant influence of the type of starch and its amount on yellowness and redness was not established. The highest moisture content was found of the S13 and S12 samples (38.8 % and 36.6 % respectively), the lowest – of the S4 and S3 samples (27.0 % and 27.4 %, respectively). The highest volume showed control samples (3.79ml/g). The highest porosity showed control and S2 samples, 73.15 % and 75.52 %, respectively. The optimal amount of the selected type of starch additive can lead to better sensory properties of the bread, and the most acceptable were samples S8. 50 g, 75 g and 100 g of wheat starch, 75 g of corn starch, and 75 g and 100 g of potato starch reduces microbial spoilage of bread samples. Staling process of the S8 and S3 was the slowest. Finally, it can be stated that the influence of different plants starch additives has a different influence on the quality of wheat bread. However, by selecting the type and optimal amount of starch, the quality parameters of wheat bread can be improved.

Keywords: wheat bread, quality, potato starch, wheat starch, corn starch.

SANTRUMPOS

- S1 – kontroliniai mėginiai
- S2 – mėginiai su 25 g kviečių krakmolo
- S3 – mėginiai su 50 g kviečių krakmolo
- S4 – mėginiai su 75 g kviečių krakmolo
- S5 – mėginiai su 100 g kviečių krakmolo
- S6 – mėginiai su 25 g kukurūzų krakmolo
- S7 – mėginiai su 50 g kukurūzų krakmolo
- S8 – mėginiai su 75 g kukurūzų krakmolo
- S9 – mėginiai su 100 g kukurūzų krakmolo
- S10 – mėginiai su 25 g bulvių krakmolo
- S11 – mėginiai su 50 g bulvių krakmolo
- S12 – mėginiai su 75 g bulvių krakmolo
- S13 – mėginiai su 100 g bulvių krakmolo.

IVADAS

Duona visada buvo svarbi žmogaus mityboje ir daugelyje šalių iki šiol yra svarbus įvairių maistinių medžiagų šaltinis (baltymų, skaidulinių medžiagų, mineralinių medžiagų ir vitaminų). Duona, pagaminta iš kvietinių miltų, yra vienas populiariausių maisto produktų (1). Duonos gamybos technologija yra viena iš seniausių žinomų maisto produktų gamybos technologijų. Siekiant pagerinti duonos kokybę, kasmet jos gamybai efektyvinti, įtraukiami nauji ingredientai ir kuriami nauji technologiniai procesai (2,3).

Duonos kokybė daugiausiai vertinama pagal keturis rodiklius: tekstūrą, drėgmės kiekį, plutelės spalvą ir struktūrą (formą ir dydį). Tekstūra, skonis ir kvapas – tai pagrindiniai kriterijai, pagal kuriuos vartotojas vertina duonos kokybę (4). Visi šie rodikliai priklauso nuo daugelio technologinio procesų rodiklių: fermentacijos trukmės, kepimo temperatūros ir kt.(5). Duonos gamyboje, priedų naudojimas tapo įprasta praktika, siekiant užtikrinti produkto kokybės stabilumą. Kepinių gamyboje populiariausi priedai yra oksidantai, emulsikliai, hidrokoloidai ir fermentai (6).

Krakmolą yra svarbus energijos šaltinis žmonių mityboje. Jis plačiai naudojamas ne tik maisto, bet ir kitose pramonės šakose. Krakmolą prisideda prie optimalaus duonos minkštimo struktūros ir plutos tekstūros formavimosi. Kepinių gamyboje gali būti naudojamas įvairių augalų krakmolą, kurio įtaka kepinų kokybės rodikliams yra apibūdinama kai kuriais bendrais rodikliais. Krakmolo įtaka kepinų tekstūrai yra nevienareikšmė, todėl, naudojant jį kaip priedą kepinų gamyboje, būtina tinkamai parinkti rūšį bei optimalų kiekį. Krakmolą gaunamas iš augalų, kuriuose yra didelis krakmolo kiekis (įvairūs grūdai, šakniavaisiai ir šakniagumbiai bei ankštinių augalų sėklos). Jį galima modifikuoti, naudojant cheminius, fizinius ar fermentinius metodus. Modifikuotas krakmolą yra populiarus maisto pramonėje, nes modifikuojant suteikiamos pageidaujamos technologinės savybės (7).

Teigiama, kad į kepinų receptūrą įtraukus krakmolą, sumažėja kepalų tūris ir minkštimo tvirtumas, padidėja minkštimo dujų burbulėlių dydis bei pagerėja juslinės savybės, padidėja minkštimo drėgnis, o tai lėtina žiedėjimo procesą. Krakmolo kleisterizacijos procesas bei kartu vykstanti vandens migracija turi įtakos gaminių struktūros formavimuisi kepinų metu. Pradinį duonos kietumą lemia kleisterizuotų granulių ir išplautos amilozės standumas (8).

Krakmolo retrogradaciniai pokyčiai lemia duonos minkštimo pokyčius laikymo metu – žiedėjimą. Dėl šios priežasties daugelis tyrinėtojų analizavo krakmolo priedo poveikį kepinų kokybės rodikliams bei jų pokyčiams laikymo metu. Kai duona pradeda žiedėti, sumažėja tirpaus krakmolo, kurį galima pašalinti iš duonos minkštimo, kiekis. Taip pat krakmolą tampa atsparesnis fermentų poveikiui. Duonos žiedėjimas – tai viena didžiausių ekonominių problemų. Bandant jį sultėtinti, į kepinus dedami įvairūs priedai, o jų poveikis kruopščiai tiriamas. Nustatyta, kad glitimo,

avių, kviečių ir rugių sėlenų, kviečių krakmolo priedai turi netiesioginės įtakos krakmolo retrogradacijai (9-11).

Darbo tikslas: įvertinti skirtingų augalų krakmolo įtaką kvietinių kepinų kokybės rodikliams bei tekstūros pokyčiams laikymo metu.

Darbo uždaviniai:

1. Įvertinti skirtingų augalų krakmolo priedo įtaką kvietinės tešlos ir kepinų tekstūrai ir spalvų koordinatėms.
2. Įvertinti skirtingų augalų krakmolo priedo įtaką kvietinės tešlos ir kepinų drėgniui ir savitajam tūriui.
3. Įvertinti skirtingų augalų krakmolo priedo įtaką kvietinių kepinų akytumui.
4. Įvertinti skirtingų augalų krakmolo priedo įtaką kvietinių kepinų jauslinėms savybėms ir bendram priimtinumui.
5. Įvertinti skirtingų augalų krakmolo priedo įtaką kvietinių kepinų žiedėjimui ir mikrobino gedimo intensyvumui laikymo metu.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. Skirtingų augalų krakmolo savybės

Krakkolas – vienas iš pagrindinių žmonių mityboje naudojamų angliavandenių, kurio maistinė vertė priklauso nuo jo sudėties ir apdorojimo būdo (12). Dėl šių priežasčių daug eksperimentų atliekama, tiriant jo įtaką žmonių sveikatai, virškinimui ir kt. (13, 14).

Kiekviena krakmolo granulė yra sudaryta iš dviejų homo-polisacharidų frakcijų (amilozės ir amilopektino), kurie sudaro 98–99 proc. granulės sausųjų medžiagų (15, 16). Amilozės frakcija sudaro 20–30 proc. krakmolo granulės, amilopektino frakcija sudaro 70–80 proc. (17–19). Krakmolo granulės taip pat turi mažus kiekius (nuo 0,5 iki 2 masės proc.) nekrakmolo polisacharidų, lipidų, baltymų ir pelenų (17, 18).

Krakmolo vandenines suspencijas kaitinant, vanduo įsiskverbia į krakmolo granules iš išorės į vidų, kol granulė visiškai hidratuojasi. Hidratuotas vandenilinis ryšys tarp amilozės ir amilopektino palaiko granulės vientisumą ir jos tūris pradeda didėti nuo centro. Hidratuotos granulės gali padidinti dispersijos klampumą ir (arba) susiformuoti į gelius ir plėveles (20).

Skirtingų augalų krakkolas skiriasi savo chemine sudėtimi ir savybėmis (21, 22). Bendra skirtingų augalų krakmolo cheminė kompozicija pateikiama 1 lentelėje.

1 lentelė. Cheminė skirtingų augalų krakmolų kompozicija (21, 22).

Krakmolo tipas	Drėgmė, proc.	Pelenai, proc.	Baltymai, proc.	Riebalai, proc.	Angliavandeniai, proc.
Kviečių	Iki 13	0,17 ±0,01	0,35±0,05	0,1±0,05	86±2
Sorgo	9–10	0,27 ±0,03	0,50±0,05	0,90±0,06	89±2
Sorų	8–9	0,24 ±0,02	0,55±0,05	0,83±0,08	88±2
Ryžių	Iki 14	0,20 ±0,03	0,8±0,05	0±0,03	85±2
Kasijos	8–9	0,07 ±0,01	0,45±0,05	0,65±0,05	90±2
Bulvių	13–17	0,15 ±0,03	0,05±0,05	0,15±0,05	82±2
Kukurūzų	10–12	0,10 ±0,01	0,4±0,1	0,7±0,1	88±2

1.1.1. Kukurūzų krakkolas

Yra keturios kukurūzų krakmolo klasės. (I) Paprastas kukurūzų krakkolas turi 25 proc. amilozės, o (II) vaškinių kukurūzų krakmolą praktiškai sudaro vien amilopektinas. Kitų dviejų klasių kukurūzų krakkolas priskiriamas didelį kiekį amilozės turinčiam kukurūzų krakmolui: viename yra 55–55 proc. amilozės, o kitame yra 70–75 proc. Paprastojo kukurūzų krakmolo granulės yra

netaisyklingos formos. Jų dydis svyruoja nuo 5 iki 20 mikronų. Vaškinis kukurūzų krakmolas taip pat turi netaisyklingos formos granules, panašaus dydžio kaip paprastųjų kukurūzų. Didelio amilozės kiekio krakmolas taip pat turi netaisyklingą formą, tačiau linkęs būti glotnios tekstūros. Kai kurie iš jų – net lazdelės formos. Didelio kiekio amilozės krakmolo granulės yra siauresnės: nuo 5 iki 15 mikronų ar net nuo 10 iki 15 mikronų, priklausomai nuo augalo veislės (Scott Hegenbart, 2014).

Pradinis kukurūzų krakmolo gamybos etapas yra išvalytų grūdų mirkymas sieros rūgšties tirpale (0,2–0,3 proc.) 50 °C temperatūroje, siekiant suminkštinti ir ekstrahuoti ekstraktines medžiagas. Kitas etapas – krakmolo išplovimas vandeniu ir gemalų atskyrimas. Smulkiai sumalant likusias grūdų dalis, sujungiami krakmolo grūdai. Susidaręs skiedinys plaunamas vandeniu, atskiriant masę ekrane. Glitimas (kuris yra vandenyje netirpus baltymas), esantis krakmolo suspensijoje, atskiriamas, naudojant išcentrinį separatorių, flotacines mašinas, o tirpios medžiagos pašalinamos, plaunant krakmolą vakuuminiuose filtruose arba centrifugose (24).

1.1.2. Kviečių krakmolas

Kviečių krakmole amilozės kiekis sudaro apie 25 proc. Jo granulių dydis yra nuo 5 iki 15 mikronų, jos yra lygios apvalios formos, jų skersmuo būna nuo 22 iki 36 mikronų. Kviečių krakmolas yra bimodalinis, nes jame yra skirtingo dydžio krakmolo granulių. Kai kuriais atvejais šios granulės yra labai mažos, jų skersmuo būna tik 2 iki 3 mikronai (20).

Gaminant kviečių krakmolą, kvietiniai miltai maišomi su vandeniu. Gaunama miltų-vandens pulpa, vienalytės pulpos gavimui ji homogenizuojama. Vienalytė pulpa frakcionuojama trijų fazių separatoriuje – trikanteriuje. Trikanteriuose, veikiant išcentrinei jėgai, atskiriamos trys frakcijos: krakmolo, glitimo ir pentozanų. Atskirtos frakcijos siurbliais transportuojamos tolimesniam apdorojimui. Sėlenų atskyrimui krakmolo frakcija patenka į besisukančius sietinius separatorius. Išvalytas nuo sėlenų krakmolo pienelis siurbliu paduodamas plovimui ir koncentravimui į A-hidrociklono bateriją. Hidrociklono baterija sudaryta iš atskirų sekcijų, kurių kiekvieną sudaro atitinkamas kiekis mažų ciklonėlių. Juose krakmolas, maišydamasis su švairiu vandeniu ir veikiamas išcentrinės jėgos, valomas ir koncentruojamas. Išvalytas krakmolo pienelis siurbliu paduodamas į sukaupimo talpą prieš dehidratavimą. Dehidratavimas iki 65 ± 3 proc. sausų medžiagų (SM) vykdomas periodinio veikimo presuose. Gautas filtratas grąžinamas atgal į procesą. Dehidratuotas krakmolas sraigtiniais transporteriais paduodamas į krakmolo džiovyklą. Džiovykloje krakmolas džiovinamas karštu (210–260 °C) oru iki 87–88 proc. SM. Išdžiovintas krakmolas pneumatiniu transportu transportuojamas saugojimui į aruodus, kuriuose sandėliuojamas iki pakavimo (25).

1.1.3. Bulvių krakmolas

Bulvių krakmole yra apie 20 proc. amilozės. Bulvių krakmolo granulės, kaip ir iš daugelio šakniagumbių gaunamo krakmolo, yra stambios, apvalios, ovalios formos. Bulvių krakmolas populiariausias maisto pramonėje, jo granulių dydis yra nuo 15 iki 75 mikronų (20).

Bulvių krakmolo gamyba gali būti suskirstyta į keturis etapus. Pirmasis etapas – žaliavų paruošimas perdirbimui: plovimas, priemaišų atskyrimas ir kt. Antrajame etape bulvės susmulkinamos, naudojant trinties arba smulkų smulkinimo būdą, siekiant atverti gumbų audinių ląsteles ir atpalaiduoti krakmolo granules. Tuomet tarkiai nukreipiami į centrifugą, siekiant atskirti sultis, sumažinant masės klampumą, patamsėjimo efektyvumą bei sulėtinant mikrobiologinius procesus. Iš masės krakmolas plaunamas vandeniu ant sietinio aparato keliais etapais. Hidrociklonai naudojami susmulkintoms bulvių masėms atskirti, ant kurių, esant išcentrinei jėgai, atskiriama vandeninė krakmolo suspensija ir misos mišinys su bulvių sultimis. Paskutinis etapas – mažų minkštųjų dalelių, bulvių likučių ir kitų priemaišų, įskaitant smėlį, pašalinimas (24).

1.1.4. Kitų augalų krakmolas

Ryžių krakmolas. Paprastojo ryžių krakmolo amilozės ir amilopektino santykis yra apie 20/80, o vaškinių ryžių krakmole amilozės yra tik apie 2 proc. Abiejų ryžių rūšių krakmolo granulės yra mažos, nuo 3 iki 8 mikronų. Tai yra netaisyklingos formos daugiakampiai.

Tapijoka. Tapijokos krakmole yra 15–18 proc. amilozės. Tapijokos granulės yra lygios, netaisyklingos sferos, kurių dydis svyruoja nuo 5 iki 25 mikronų.

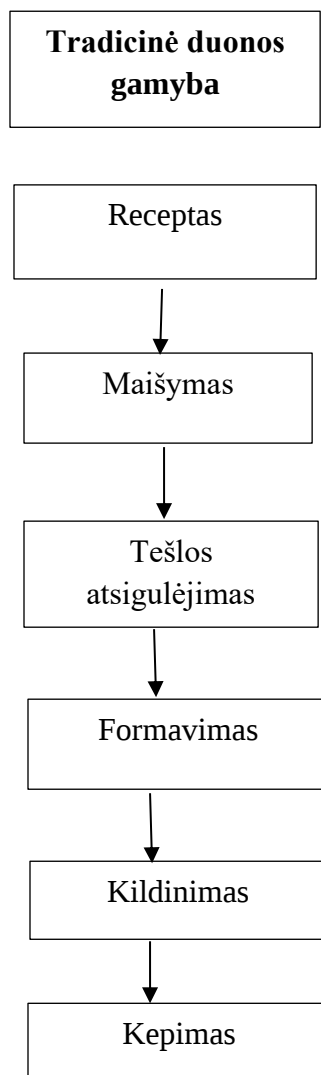
Kuo daugiau amilozės krakmole, tuo aukštesnė kleisterizacijos temperatūra. Amilozės ir amilopektino santykis taip pat lemia, kokia bus kleisterizuoto krakmolo tekstūra. Amilozė suteikia geliui elastingumą, o amilopektinas – klampumą. Tiesiogiai sujungtas amilozės polimeras turi įtakos iš krakmolo gaminamų produktų trapumui. Krakmole didėjant amilopektino kiekiui, didėja ir produktų traškumas. Dėl to reikia optimizuoti receptūrose ne tik krakmolo kiekį, bet ir amilozės bei amilopektino santykį. Kai kuriais atvejais gaminio tekstūros modeliavimui derinami krakmolai, gauti iš skirtingų šaltinių (26).

Be tekstūros formavimo, krakmolas naudojamas maisto produktų dehidratacijai lėtinti. Kleisterizuotos krakmolo molekulės linkusios vėl susijungti viena su kita. Ši reasociacija išstumia vandenį iš molekulių, todėl krakmolas kristalizuojasi. Krakmolo polinkis retrograduotis lemia jo stabilumą produkte (26).

Įvairių augalų krakmolas naudojamas ne tik maisto, bet ir pašarų pramonėje. Kepinių gamybai naudojamas įvairių augalų krakmolas, kuris produkte gali dalinai pakeisti riebalus. Dekstrozę taip pat gaminama iš krakmolo (27).

1.2. Kepinių gamybos technologija, priedai naudojami duonos gamyboje

Tradicinių kepinų gamybos principinė schema pateikta 1 pav.



1 pav. Tradicinės duonos gamybos schema (28).

Duonos gamyba yra sudėtingas procesas, kuris apima daug fizikinių ir struktūrinių pokyčių. Pagrindinės duonos žaliavos yra miltai, vanduo, mielės, druska ir technologiniai priedai. Duonos gamybos procesas skiriamas į tris pagrindinius etapus: maišymą, fermentaciją ir kepimą. Maišymas apima vandens ir deguonies paskirstymą tešloje. Maišymo metu ingredientai, kartu su miltų komponentais, įgeria vandenį, brinksta, o tai suteikia tešlai elastingumo, dėl to tešla gali sulaikyti dujas taip jos tekstūra purenama. Šio proceso metu į tešlą įmaišomas oras. Oro burbuliukai yra kaip dujų ląstelių branduoliai, kurie auga fermentacijos metu ir kepimo pradžioje (28).

Kildinimo metu mielės gamina dujas, kurios purena kepinus ir jų tūris didėja. Kepant formuojasi pluta ir stabili minkštimo tekstūra. Galiausiai susidaro akytas, būdinga duonai minkštimas (29).

Vis dažniau receptūrose naudojami papildomi ingredientai: hidrokoloidai, pienas, riebalai, rūgštys, emulsikliai, sausas glitimas ar krakmolai, siekiant pagerinti kepinų maistines bei juslines savybes ir vartoti tinkamumo terminą. Druska suteikia duonai skonį ir taip pat veikia kaip tešlos stipriklis (30). Riebalai veikia kaip plastifikatoriai, suteikia minkštumo, didina tūrį ir minkština tekstūrą. Kepant riebalų kristalai lydosi ir reaguodami su skysčiais formuoja ertmes (31). Dėl šio reiškinio gaunama tolygesnė kepinų tekstūra. Acto ir pieno rūgštys naudojamos pailginti duonos tinkamumo vartoti terminą. Acto rūgštimi apdoroti miltai gali būti alternatyva kalio bromatui ir askorbo rūgščiai (32). Maišymas yra itin svarbus veiksnys duonos gamyboje (30). Duonos tešlos kokybė priklauso nuo maišymo sąlygų, maišytuvo tipo, sukimosi greičio, maišymo trukmės ir vandens kiekio.

Priedai kepinų pramonėje dažniausiai naudojami, siekiant pagerinti bandelių ir duonos kokybę bei palengvinti mechaninį tešlos apdorojimą. Dažniausiai naudojami priedai yra oksidantai, kalio bromatas, askorbo rūgštis ir azodikarboamidas, fermentai tokie kaip α -amilazė, proteazė ir lipoksigenazė bei paviršiaus aktyviosios medžiagos / emulsikliai, glicerolio monosteartas (GMS) ir monogliceridų diacetilinių vyno esteriai (DATEM). Naudojant priedus gaunamas didesnis kepinų tūris, aktyvesnė tekstūra, priimtinesnės minkštumo savybės, ilgesnis duonos tinkamumo vartoti terminas ir mažesnis trupumas pjaustymo metu. Pateikta keletas pranešimų apie priedų įtaką tešlos ir duonos kokybei (33, 34). Priedų pranašumai yra didesni, jei kepiniai gaminami iš kompozicinių miltų.

1.3. Krakmolo funkcijos kepinų gamyboje

Krakmolai – tai didelės molekulinės masės biopolimeras, turintis svarbų vaidmenį duonos gamybos procese. Šis biopolimeras duonos gamybos procese turi įtakos tešlos reologinėms savybėms ir fermentacijos procesų intensyvumui (35). Krakmolo granules, kvietinių miltų kepinų terminio apdorojimo ir aušinimo metu veikia daugelis veiksnių, tokių kaip brinkimas, deformacija, skilimas, tirpimas, kleisterizacija, sulipimas (36). Tešlos terminio apdorojimo metu suardoma pradinė struktūra, aktyvėja sulfhidril – disulfido mainų reakcijos ir oksidacija kartu su hidrofobine reakcija, dėl to susidaro dideli baltymų agregatai (37). Kylant temperatūrai, baltymų vaidmuo sumažėja ir pagrindinį vaidmenį atlieka krakmolo granulės (37). Šiame etape krakmolo granulės sugeria vandenį ir išbrinksta. Padidėja klampumas, kuris didėja tol, kol amilozės granulės fiziškai išsiskiria, tuomet klampumas ima mažėti (38). Kepalo vėsinimo metu, vyksta krakmolo granulių sustingimo procesas, kurį katalizuoja krakmolo granulių kaitinimo metu suirusi amilozės grandinė (39). Krakmolo granulės komponentų atsiskyrimas, ypač amilozės, turi įtakos gelio struktūros formavimuisi. Šis etapas susijęs su krakmolo retrogradacijos procesu (40). Granulių struktūra turi įtakos krakmolo funkcinėms savybėms duonos kepinų technologinio proceso metu. Kambario temperatūroje krakmolo granulės yra kietos, sunkiai veikiamos fermentų, sugeria iki 40 proc. vandens (nuo savo svorio). Duonos

kepimo metu, minkštimui pasiekus 54–63 °C temperatūrą, krakmolo granulės brinksta – sugeria vandenį, tešla pradeda kilti. Granulės praranda stikliškumą ir tampa amorfinės būsenos. Jų struktūra suyra ir išteka amilozė. Tačiau kepimo metu, išbrinkusio krakmolo struktūrą gali suardyti ir amilazė, kuri inaktyvuojasi 75 °C temperatūroje, o krakmolo brinkimo (kleisterio susidarymo) temperatūra 54–63 °C. Tinklinė krakmolo gelio struktūra lemia duonos minkštimo formavimąsi. Esant per daug aktyviai amilazių veiklai, gatavų gaminių reologinės savybės gaunamos prastos – minkštimas lipnus, nepastovios struktūros (39). Krakmolas kaitinamas vandenyje, iš vandenyje netirpios formos kinta į iš dalies tirpią. Dėl to, padidėjus temperatūrai, krakmolo-vandens mišinyje susikaupia daug laisvo vandens (41). Kepant duoną, krakmolas reaguoja su glitimu (41). Krakmolas suriša iš glitimo vandenį ir pilnos kleisterizacijos metu tampa tvirtos tekstūros.

Duonos gamyboje išbandomos įvairių augalų krakmolo įvairios rūšys. Kvietinius miltus pakeičiant 15–20 proc. sorgų miltų ir sorų miltų, 20–25 proc. kukurūzų miltų galima pagerinti kepinių kokybę. 70 proc. kvietinių miltų, 27 proc. ryžių miltų ir 3 proc. sojų miltų mišinys pagerina kepinių skonį, kvapą ir minkštimo savybes, tačiau receptūroje reikia naudoti papildomai paviršiaus aktyviasias medžiagas. Dar ekonomiškesnis mišinys yra 50 proc., 10 proc. ir 40 proc. kviečių, ryžių ir kasava, atitinkamai, miltų. Taip pat, dalį kvietinių miltų pakeičiant tam tikrų augalų krakmolu, nustatyta, kad ryžių krakmolas (25 proc.) pagerina kepinių jauslines savybes, o 25 proc. kukurūzų krakmolo suteikia duonai priimtinausias minkštimo savybes (42–44).

1.4. Skirtingų augalų krakmolo granulių savybės ir pritaikymas kepinių gamyboje

Priklausomai nuo augalo rūšies, amiloplaste gali būti viena ar kelios krakmolo granulės. Skirtingų augalų rūšių krakmolo granulių dydis varijuoja plačiose ribose. Kana (*Canna edulis* L.) ir baltosios bulvės turi didžiausias krakmolo granules, o ryžiai ir griokiai (*Fagopyrum esculentum* L.) – mažiausias (45).

Yra dviejų tipų krakmolo granulės: didelės A ir mažos B. A tipo krakmolo granulės yra disko ar lęšiuko formos, vidutiniškai 10–35 µm skersmens, tuo tarpu B tipo krakmolo granulės yra rutulio ar daugiakampio formos ir jų skersmuo gali būti nuo 1 iki 10 µm (15, 18, 46). A tipo krakmolo granulės vidutiniškai sudaro 3 proc. visų krakmolo granulių kviečių endosperme, bet tai sudaro daugiau nei 70 proc. viso kviečių endospermo. Tuo tarpu B tipo granulės sudaro daugiau nei 90 proc. visų krakmolo granulių endosperme ir tik 25–30 proc. viso subrendusio kviečio endospermo (47).

A ir B tipo krakmolo granulės skiriasi ne tik chemine sudėtimi, bet ir funkcinėmis savybėmis, tokiomis kaip kleisterio susidarymu, retrogradaciniu būviu, klampumo bei kepimo savybėmis. Kepimui B tipo granulės turi mažesnę potencialą nei A tipo granulės (48, 49). Duonos

gaminiai, pagaminti iš mišinio, turinčio didesnę B tipo granulių procentinę kiekį, yra daug mažesnės apimties ir prastesnės kokybės, nei kepiniai su didesniu A tipo granulių kiekiu (47).

Krakmolo priedas kepinų gamyboje prisideda prie optimalios duonos trupumo ir minkštumo aktyvumo struktūros formavimo (47,50).

1.5. Krakmolo vaidmuo minkštumo savybių gerinimui ir žiedėjimo lėtinimui

Tešlos formavimuisi ir duonos gamybai svarbų vaidmenį atlieka kvietinių miltų baltyminė frakcija, žinoma kaip glitimo tinklas, kuris susidaro, kai kviečių miltai hidratuojami ar veikiami mechaniniu būdu (51). Trimatis glitimo tinklas atsakingas už anglies dioksido sulaikymą fermentacijos metu, vandens surišimą, kurio reikia krakmolui kleisterizuotis ir tipiškos duonos struktūros formavimasi (51, 52). Kepinių gamyboje, glitimo funkcionalumas labai svarbus, sąveikaujant su kitais miltų komponentais, ypač tokiais kaip krakmolai. Krakmolai sudaro 70–85 proc. kvietinių miltų (51) ir yra, po glitimo, antra svarbiausia kviečių frakcija duonos gamybai. Dėl krakmolo miltai hidratuojasi, jie sugeria iki 50 proc. nuo SM vandens ir (51). Krakmolo ir glitimo sąveika tešloje sukuria stabilų tinklą, kuris tešlos struktūroje gali išlikti fermentacijos metu ir stabilizuoja duonos savybes kepant ir aušinant (53). Kvietiniai miltai, skirti duonos gamybai, turi nedidelį kiekį pažeisto krakmolo granulių (apie 8 proc.) (51), kuris yra svarbus fermentacijos procesams. Pažeistas kviečių miltų krakmolai padidina vandens absorbciją ir greičiau hidrolizuojamas α -amilaze į maltozę, kuri naudojama kaip maistinė terpė mielėms (53). Tačiau per daug pažeistas krakmolai (> 10 proc.) yra nepageidautinas, nes jis sąlygoja tešlos lipnumą ir pablogėjusį mechaninį apdorojimą (54).

Terminio apdorojimo metu tešloje krakmolo granulės sugeria vandenį, išsiplėčia, kleisterizuojasi ir praranda pusiau kristalinį būvį. Linijinės amilozės polimerai išsiskiria iš granulių, paliekant amilopektino praturtintas granules. Krakmolo kleisterizavimasis formuoja aktyvą minkštumo struktūrą, tuo tarpu aukštesnė temperatūra tešlos paviršiuje, sudaro sąlygas traškos plutos formavimuisi (55, 56). Krakmolo išbrinkimas ir granuliuotos struktūros praradimas sąlygoja mažesnę vandens kiekį tešloje ir konkurenciją tarp krakmolo ir kitų polisacharidų molekulių, kurios išsidėstę aplink esamą vandenį (57). Drėgmės kiekis tešloje, kepimo temperatūra ir pridėtos sudedamosios dalys yra svarbiausi veiksniai, kurie turi įtakos krakmolo kleisterizacijai ir tešlos brinkimui (58).

Krakmolai turi reikšmingą įtaką duonos žiedėjimo procesui. Duonai vėstant, krakmolo molekulės pradeda agreguotis (vyksta krakmolo retrogradacijos procesas), todėl duona kietėja. Gaminams žiedėjant, kristalizuojasi amilopektino molekulės, o amilozės įtaka duonos struktūros pokyčiams laikymo metu nėra visiškai išaiškinta (54, 59).

Atliekama nemažai mokslinių tyrimų, siekiant sulėtinti šį procesą. Pvz., modifikuojant duonos gamybą, pridėdant žiedėjimą lėtinančių, t. y. drėgmę sulaikančių medžiagų, (emulsiklių ir kt.) arba

pridedant į receptūrą nedidelį kiekį papildomo krakmolo (nei jo yra miltuose). Krakmolo granulės išorinėse duonos dalyse yra mažiau išbrinkusios, taigi ir mažiau kleisterizuoja nei centrinėse minkštimo dalyse, nes aukštesnė temperatūra plutos paviršiuje pagreitina drėgmės migraciją ir lėtina žiedėjimo procesą (60). Šviežiai kepta duona turi minkštą ir elastingą minkštimą, kuris susidaro dėl amilozės kristalizacijos (51, 61). Ilgalaikis duonos sandėliavimas sąlygoja juslinių savybių bei minkštimo kokybės pablogėjimą ir patamsėjusią plutos spalvą ir suminkštėjusią plutos tekstūrą (53), bendrai šie pokyčiai apibūdinami žiedėjimu. Amilopektino rekristalizacija (t. y. retrogradacija) vaidina pagrindinį vaidmenį duonos kietėjimui iškart po kepimo (55, 62). Žiedėjimui didelę įtaką turi kitos fizikinės cheminės reakcijos, pavyzdžiui, drėgmės migracija iš minkštimo į plutą ir glitimo-krakmolo sąveika (62, 63, 64).

Mikrobinės amilazės arba salyklo fermentai pridedami į kvietinius miltus, siekiant optimizuoti miltų amilazės aktyvumą (t. y. standartizuoti miltus) (51). Amilazės degradacija pažeidžia krakmolo daleles tešloje ir taip padidina maltozės kiekį, kuris skatina mielių aktyvumą fermentacijos metu. Padidėjęs maltozės kiekis taip pat skatina Majaro reakcijos produktų susidarymą, kurie intensyvina duonos skonį ir suteikia plutai būdingą kvapą ir tamsiai rudą spalvą. Be to, amilazė mažina krakmolo molekulinę masę ir katalizuoja maltodekstrinų susidarymą, kurie prisideda prie padidėjusio minkštimo struktūros savybių atsparumo (61, 65).

Per didelis pridėtinio krakmolo priedas tešloje blogina kepinų kokybę. Buvo atlikti bandymai siekiant pagerinti kepinų kokybę, pridedant chemiškai, fiziškai, genetiškai ar fermentais modifikuoto krakmolo. Rezultatai kito, priklausomai nuo pridėtinio krakmolo kiekio, krakmolo kilmės bei kepinio technologijos. Geriausi rezultatai gauti naudojant modifikuotą krakmolą, kuris kepinų gamyboje dažnai naudojamas kaip emulsiklis (21, 66).

1.6. Kepinių kokybės vertinimas

Duonos kokybė vertinama pagal šiuos pagrindinius rodiklius: kepalų savitąjį tūrį, minkštimo aktyvumą, aromatą, spalvą, žiedėjimo intensyvumą.

1.6.1. Kepinio savitasis tūris ir svoris

Didžiausias kepinų tūris ir geriausios minkštimo savybės gaunamos, naudojant stiprius miltus, kai krakmolo kleisterizacijos temperatūra yra aukšta (67, 68). Tačiau W. Mason (69) nenustatė ryšio tarp krakmolo kleisterizacijos temperatūros ir iš jų gautų kepinų tūrio. L. Tebben ir kt. (70) teigia, kad kepalų tūrio padidėjimas priskiriamas pagerėjusiam dujų susilaikymui tešloje. H. Perten (71) ir L. Tebben ir kt. (70) teigia, kad tokie kokybės veiksniai, kaip kepalų tūris ir vandens absorbcija, yra susiję su glitimo kokybe ir kiekiu miltuose, didesnis glitimo kiekis dažniausiai lemia didesnį kepalų tūrį. Jei naudojami silpni miltai, gaunami nedidelio tūrio kepalai.

Papildomai į receptūrą pridėdant krakmolo, kepinių tūris nežymiai sumažėja. Publikuota, kad kepalų tūris sumažėjo nuo 3,66 ml/g ir 3,80 ml/g iki, titinkamai, 3,35 ml/g ir 3,28 ml/g mėginių, kuriuose papildomai pridėta 5 proc. krakmolo. Analizuojant skirtingų pridėtinio krakmolo rūšių įtaką kepinių rodikliams, nustatyta, kad mažiausiai savitąjį tūrį mažino 15 proc. sorgų krakmolo, o labiausiai – 15 proc. ryžių krakmolo (43,72).

1.6.2. Kepinių minkštimo struktūros savybės

Tešla yra sudėtinga sistema, todėl galutinio produkto tekstūros kokybę veikia daug veiksnių. Pvz., dujų produkavimas, dujų sulaikymas ir kt. Tekstūra gali būti per minkšta, tačiau kartais pernelyg elastinga. Pernelyg didelis drėgmės sulaikymas minkštyme būna dėl per didelio kiekio dekstrinų, atsirandančių degraduojantis krakmolo ir glitimo struktūroms (73). Švelni, tolygaus aktytumo minkštimo tekstūra yra vienas iš pagrindinių geros duonos kokybės kriterijų. Paprastai iš miltų, turinčių daug baltymų, ypač glitimo, gaunama: tvirta ir „sunki“ minkštimo struktūra (21, 42). Todėl labai svarbu parinkti tinkamas žaliavas ir receptūrą duonos gamybai. Ieškoma įvairiausių būdų, kaip minkštimo savybes paversti kuo priimtinesnes vartotojams. Vienas iš būdų galėtų būti nedidelių krakmolo kiekių įterpimas į receptūrą, nes atliekama daug tyrimų siekiant išsiaiškinti poveikį minkštimo savybėms.

1.6.2. Aromatas

Aromatas yra svarbus, maisto priimtinumą lemiantis, veiksnys. Duonos aromatas – tai redukuojančių cukrų ir aminorūgščių sąveikos rezultatas, lydimas aldehydų susidarymo. Taip pat aromatu įtakos turi produktai, susidarę iš alkoholių ir kai kuriais atvejais pieno rūgšties (74,75). Mielės vartoja cukrų ir gamina anglies dioksidą bei alkoholį, dėl šios reakcijos tešla purenoma, o alkoholis iš dalies yra atsakingas už kepto produkto aromatą (75).

1.6.3. Spalva

Gelsvai rusva plutos spalva yra vienas iš akivaizdžiausių kokybiško kepinio bruožų. Spalva atsiranda dėl polimerizacijos reakcijų, žinomų kaip Majaro ir karamelizacijos. Majaro reakcijos metu spalva fomuojasi, kai aminorūgštys reaguoja su karbonilo grupėmis. Reakcija vyksta, priklausomai nuo temperatūros ir pH, aukštesnis pH didina reakcijos greitį. Ilgainiui susiformuoja nepertraukiamas ir spalvotas pigmentas, žinomas kaip melanoidinai. Karamelizavimas apima tik cukraus sistemą ir nors ji katalizuoja aukštą temperatūrą ir žemesnę drėgmę nei Majaro reakciją. Krakmole esanti amilozė katalizuoja Majaro reakciją. O tuo pačiu ir spalvos formavimąsi (76, 77).

1.6.4. Kepinių žiedėjimas

Duonos žiedėjimas – tai procesas, kurio metu kinta duonos fizikinės savybės ir vyksta krakmolo retrogradacija (78). Iškepta duona pradeda žiedėti po 8–10 h, minkštimas pasidaro neelastingas, kietas, trapus, pablogėja duonos skonis, dingsta šviežiai duonai būdingas aromatas. Pluta pasidaro

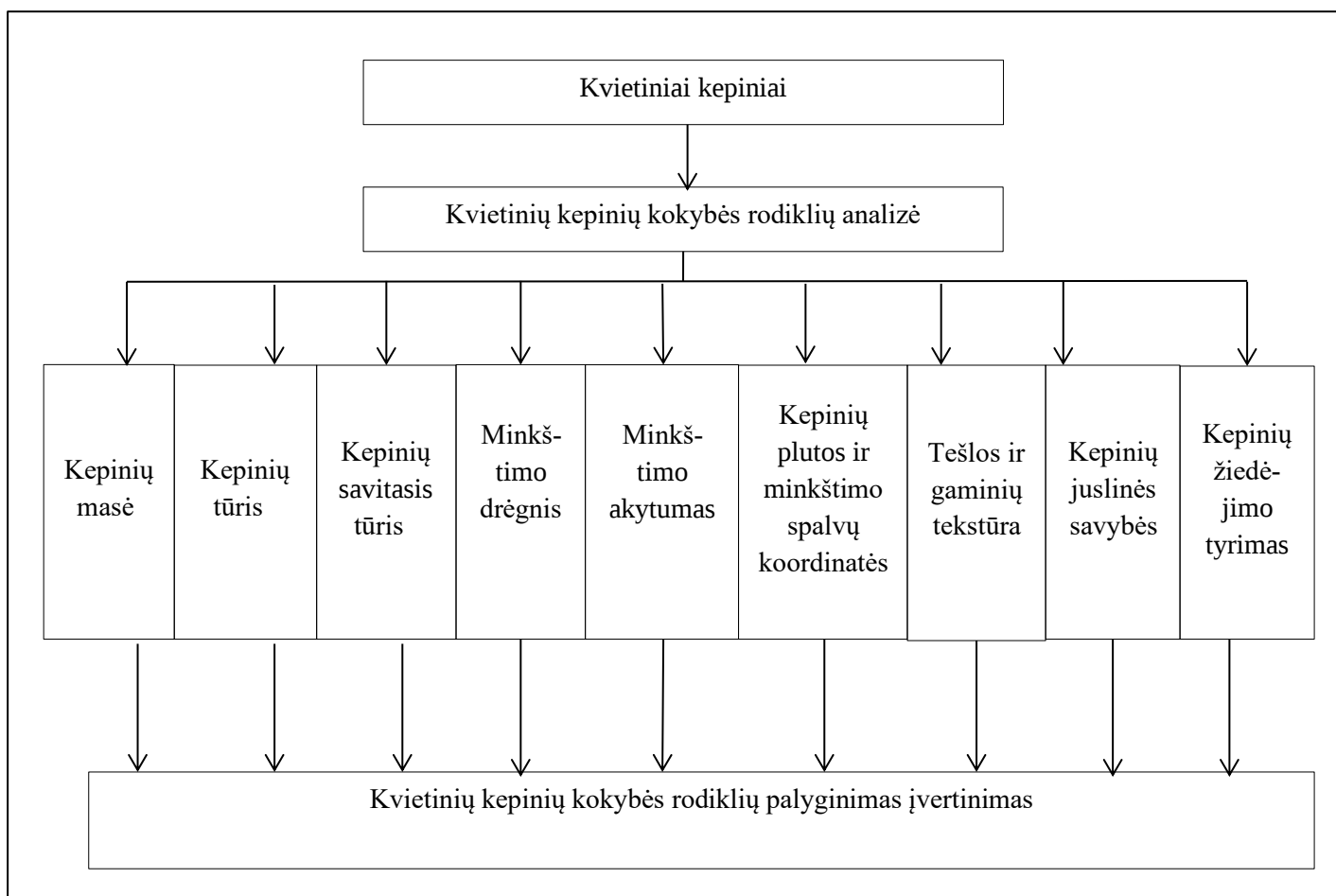
minkšta, elastinga. Pagrindinė duonos žiedėjimo priežastis – tai krakmolo struktūros pakitimai. Kepimo metu krakmolas kleisterizuojasi, išskiria sugertą drėgmę ir pereina į pradinę būklę, būdingą miltų krakmolui. Drėgmei išsiskyrus, krakmolo grūdeliai sutankėja, sumažėja jų tūris, tarp jų susidaro oro tarpeliai, dėl to sužiedėjęs minkštumas būna trupus. Kvietinių kepinų žiedėjimui įtakos turi technologinis procesas, nustatyta, kad terminis apdorojimas mažina glitimo elastingumą ir turi įtakos daliniam krakmolo granulių kleisterizavimuisi, todėl labai svarbu parinkti optimalų laiko ir temperatūros režimą, nes tokiu būdu galima gauti 12,5 proc. didesnio drėgnio gaminius, o kai minkštumas drėgnesnis, gaminiai žiedėja lėčiau (79).

2. TYRIMO OBJEKTAI IR METODAI

2.1. Pagrindinės tyrimų kryptys ir jų pagrindimas

Ekspimento metu buvo pagaminta 13 kvietinių kepinų partijų, pagal skirtingas receptūras (gamybai naudotas skirtingas kvietinių miltų bei skirtingų augalų krakmolo kiekis). Pagamintos mėginių grupės: kontroliniai S1 (be pridėtinio krakmolo), S2 (2,5 proc. kviečių krakmolo), S3 (5,0 proc. kviečių krakmolo), S4 (7,5 proc. kviečių krakmolo), S5 (10,0 proc. kviečių krakmolo), S6, S7, S8, S9, – su atitinkamu kiekiu kukurūzų krakmolo ir S10, S11, S12, S13 – su atitinkamu kiekiu bulvių krakmolo.

Įvertinant skirtingų augalų krakmolo įtaką kvietinių kepinų kokybės rodikliams buvo analizuota masės nuostoliai po terminio apdorojimo, kepinio plutos ir minkštimo spalvų koordinatės, savitasis tūris, minkštimo akytumas, minkštimo drėgnis, formos išlaikymo koeficientas, atlikta juslinė kvietinių kepinų analizė ir įvertintas bendras priimtinumas, įvertinta tešlos ir kepinų tekstūra bei tekstūros pokyčiai laikymo metu (žiedėjimas). Taip pat vizualiai vertintas pelėjimo intensyvumas laikant skirtingų partijų kepinų riekutes polietileninėje pakuotėje kambario temperatūroje. Ekspimento principinė schema pateikta 1 pav.



1 pav. Ekspimento schema

2.2. Tyrimui naudotos žaliavos ir jų charakteristikos

Kvietinių kepinių gamybai naudoti aukščiausios rūšies 550 D tipo kvietiniai „Pūrų“ miltai, presuotos kepimo mielės AB „Sema“, juoduota druska, įmonės AB „Roquette Amilina“ gaminamas kviečių krakmolai, bulvių krakmolai „ALOJAS“, kukurūzų krakmolai „DR. OETKER GUSTIN“. 550D tipo kvietinių „Pūrų“ miltų energinė ir maistinė vertė pateikta 1 lentelėje. Skirtingų krakmolo rūšių energinė ir maistinė vertė pateikta 2 lentelėje.

1 lentelė. Kvietinių 550 D tipo kvietinių miltų maistinė ir energetinė vertė

	Kvietiniai miltai
Energinė vertė, 100g	349 kcal
Riebalai	1,30 g
Angliavandeniai	74 g
Baltymai	10,40 g

2 lentelė. Kviečių, bulvių ir kukurūzų krakmolų energinė ir maistinė vertė

	Kviečių krakmolai	Bulvių krakmolai	Kukurūzų krakmolai
Energinė vertė, 100g	354 kcal	321 kcal	356 kcal
Riebalai	0,1 g	0,10 g	0,60 g
Angliavandeniai	86,1 g	80 g	87,50 g
Baltymai	0,4 g	0,10 g	0,50 g

2.3. Kvietinių kepinių gamybos technologija

Kvietinių kepinių receptūra pateiktos 3 lentelėje.

3 lentelė. Kvietinių kepinių receptūra

Žaliavos	Mėginiai				
	S1	S2/S6/S10/	S3/S7/S11	S4/S8/S12	S5/S9/S13
Kvietiniai miltai, g	1000	975	950	925	900
Mielės, g	30				
Druska, g	15				
Vanduo, ml	600	620	650	600	620
Kviečių / kukurūzų / bulvių krakmolai, g	0	25	50	75	100

Kepinių su skirtingų augalų krakmolu gamybos etapai:

1. Receptūroje nurodyti komponentai buvo maišomi trijų paviršių maišyklėje (4 min lėtai, 6 min greitai). Vanduo piltas 22 °C temperatūros, tešlos temperatūra 27–30 °C.
2. Po maišymo tešla brandinta kambario temperatūroje 20 min.
3. Pusgaminiai dalinti po 350 g, apvalinti ir nukreipti pirminiam kildinimui.

4. Pusgaminiai formuojami.
5. Pusgaminų kildinamas 30–32 °C temperatūroje, 50 min, esant santykiniam oro drėgnumui 85 proc.
6. Kepimas 220 °C temperatūroje 25 min.

Kvietiniai kepiniai buvo kepami ir kildinami kepinio krosnyje su kildinimo kamera („EKA“ EKL864, Italija).

2.4. Kvietinių kepinų tyrimų metodikos

Kvietinių kepinų tyrimų metodikos pateiktos 4 lentelėje.

4 lentelė. Kvietinių kepinų tyrimų metodikos

Rodikliai	Metodo esmė	Literatūros šaltinis
Kvietinių kepinų minkštimo ir plutos spalvų charakteristikos	Kvietinių kepinų spalvų koordinatės vienodo kontrasto spalvų erdvėje išmatuotos spektrofotometru <i>MiniScan XE Plus</i> (Hunter Associates Laboratory, Inc., Reston, Virginia, JAV). L* vertė nurodo baltos ir juodos spalvos santykį, a* vertė – raudonos ir žalios spalvos santykį, b* vertė – geltonos ir mėlynos spalvos santykį.	Spalvų koordinačių matavimas atliktas pagal McGuire, R. G. metodiką (80).
Kepinių masė	Kvietinių kepinų masė buvo nustatyta elektroninėmis svarstyklėmis „ACCULAB“ (U.S.A - Arvada, Colorado), kurių svėrimo paklaida 0,01g. Dedant ant svarstyklių po vieną duonos kepalą buvo pasverti trys vienos partijos kepiniai.	Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro įsakymas „Dėl duonos ir pyrago kepinų apibūdinimo, gamybos ir prekinio pateikimo techninio reglamento patvirtinimo“ (81).
Kepinio tūris	Kepinio tūris buvo nustatytas matuojant, kiek mėginys išstumia savo tūrį atitinkantį sorų kruopų kiekį, kuris išmatuojamas matavimo cilindru, cm ³ .	Kepinių tūrio ir savitojo tūrio matavimas atliktas pagal Sventickaitės, Schleining G. metodiką (82).
Kepinio savitasis tūris	Savitasis duonos tūris nustatytas, pagal kepinio svorio ir tūrio, santykį, cm ³ /g.	Kepinių tūrio ir savitojo tūrio matavimas atliktas pagal Sventickaitės, Schleining G. metodiką (82).
Kepinių drėgnis	Kepinių drėgnis nustatytas 5 g kepinio minkštimo džiovinant 105 °C temperatūroje iki pastovios masės.	Tyrimas atliktas pagal LST 1492:1997 (83).
Kepinių minkštimo akytumas	Iš kepalų vidurio išpjauta 7–8 cm storio riekė. Iš riekės Žuravlio prietaisu išpjautas mėginys. Gautas 27 cm ³ minkštimo gabalėlis. Visi gauti gabalėliai pasverti. Minkštimo akytumas apskaičiuotas procentais pagal formulę.	Kepinių akytumas nustatytas pagal standartą LST 1442: 1996 (84).

4 lentelės tęsinys. Kvietinių kepinų tyrimų metodikos

Rodikliai	Metodo esmė	Literatūros šaltinis
Pusgaminių ir kvietinių kepinų tekstūra	Reologinių savybių tyrimas buvo atliktas naudojant tekstūros analizatorių Stevens – LFRA (Stable Microsystems, Surrey, UK). Mėginiai spausiti cilindru, kurio skersmuo 20 mm, naudotas smigimo greitis 1 mm/s, smigimo gylis 1 cm. Mėginių tyrimas atliktas įvertinant mechaninę jėgą (mJ), sunaudotą mėginio deformacijai.	Pusgaminių ir kvietinių kepinų tekstūra nustatoma remiantis LST ISO 11036:2003 metodika (85).
Kepinių žiedėjimas	Praėjus 12 valandų po kvietinių kepinų kepimo, iš kiekvieno tiriamojo duonos kepalo atpjautos 2 riekutės. Jos 7 dienas laikytos kambario temperatūroje (20–25 °C) polietileninėje pakuotėje, kas 24 val. įvertinant mechaninę jėgą (mJ), sunaudotą mėginio deformacijai.	Kepinių žiedėjimo matavimas atliktas pagal AACC International, Cauvain, S. P. metodiką (86).
Kepinių juslinė analizė	Kepinių juslinė analizė atlikta 24 val. po kepimo. Juslinių savybių vertinimui taikytas juslinių savybių profilio testas. Vertinimo grupę sudarė 10 vertintojų. Juslinių savybių intensyvumui ir bendram kepinų priimtinumui įvertinti taikyta 140 mm ilgio hedoninė skalė.	Kepinių juslinė analizė atlikta pagal LST EN ISO 13299:2010 metodiką (87).
Kepinių mikrobinio gedimo intensyvumo vertinimas	Kepinių mikrobinis gedimo intensyvumo vertinimas buvo atliekamas vizualiai apžiūrint mėginius (kas parą) ir įvertinant, ar yra matomų mikroorganizmų kolonijų paviršiuje. Kolonijos vėliau apibūdintos pagal morfologinius požymius.	

2.4. Matematinė statistinė duomenų analizė

Lygiagrečiai buvo tiriama po 3 mėginius iš kiekvienos partijos. Duomenų matematinė statistinė analizė atlikta, naudojant *MS Excel* ir *SPSS* statistinį programinį paketą. Buvo apskaičiuota ir įvertinta tam tikro kokybės rodiklio vidutinė vertė, standartinis nuokrypis, skirtumo tarp rezultatų reikšmių patikimumas *P* (rezultatai patikimi, kai $P \leq 0,05$).

3. REZULTATAI

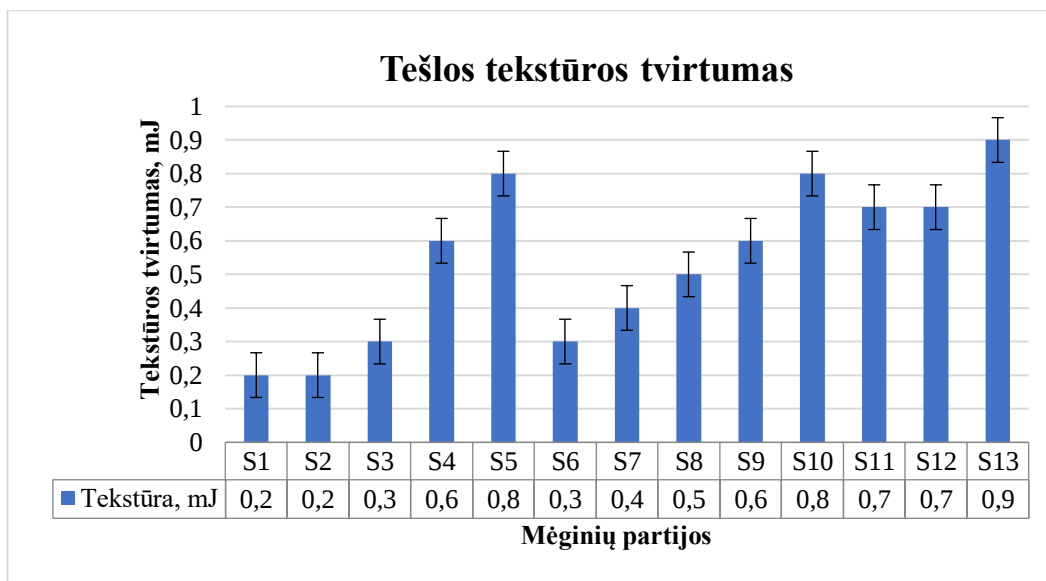
3.1. Skirtingų augalų krakmolo įtaka kvietinių kepinų kokybės rodikliams

Šiame darbe buvo įvertinta skirtingų augalų krakmolų įtaka kvietinių kepinų tešlos ir gatavų produktų tekstūrai (1–2 priedai), spalvų koordinatėms (3–4 priedas), drėgmei (5 priedas), savitajam kepinų tūriui (6 priedas), formos išlaikymui (7 priedas), akytumui (8 priedas), žiedėjimui (9 priedas), spalvos, kvapo, skonio bei tekstūros savybėms ir bendram priimtinumui (10 priedas).

Atlikta gautų tyrimų rezultatų statistinė palyginamoji analizė ir įvertinta skirtingų augalų krakmolo bei skirtingo jo priedo kiekio įtaka kvietinių kepinų kokybės rodikliams.

3.1.1. Skirtingų augalų krakmolo įtaka tešlos ir kvietinių kepinų tekstūrai

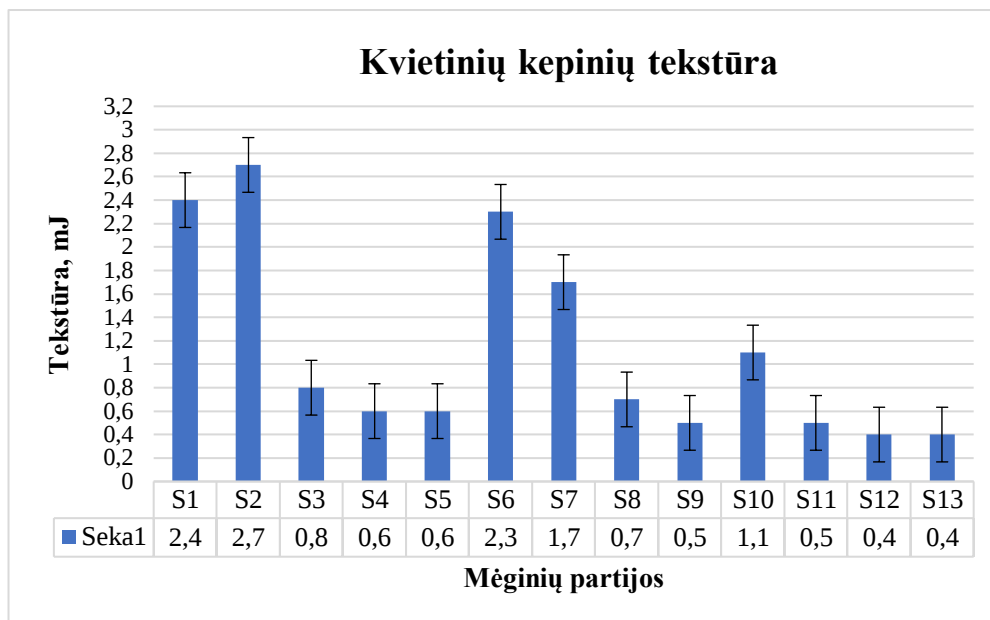
Kvietinių kepinų tešlos tekstūrai pridėtinis krakmolos statistiškai reikšmingos įtakos neturėjo (1 pav., 1 priedas). Lyginant deformacijos jėgą (mJ), sunaudotą kepinų tešlos deformacijai, nustatyta, kad mažiausios jėgos reikėjo mėginių S1 ir S2 (0,2 mJ) tešlai deformuoti, t. y. jie pasižymėjo minkščiausia tekstūra. Šių mėginių tešla buvo pagaminta, atitinkamai, be pridėtinio krakmolo ir su 25 g kviečių krakmolo. Tvirčiausia tešla nustatyta S13 (0,9 mJ), S10 ir S5 mėginių (abiejų 0,8 mJ), kurie buvo pagaminti, atitinkamai, su 25 g bulvių krakmolo (S10) ir su 100 g kviečių krakmolo (S5).



1 pav. Kvietinių kepinų tešlos tekstūra ($P=0,200$; P – skirtumo tarp rezultatų reikšmių patikimumas. P patikimas, kai $P \leq 0,05$) (Pastaba: S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo).

Nustatyta, kad didinant krakmolo priedo kiekį receptūroje, gaunama kietesnė kepinų tešla (kiečiausia nustatyta su didžiausiu kiekiu kviečių ir bulvių krakmolo kiekiu receptūroje). Minkščiausia tešla buvo kontrolinių mėginių ir mėginių su mažiausiu pridėtinio krakmolo kiekiu (su 25 g kviečių ir kukurūzų krakmolo).

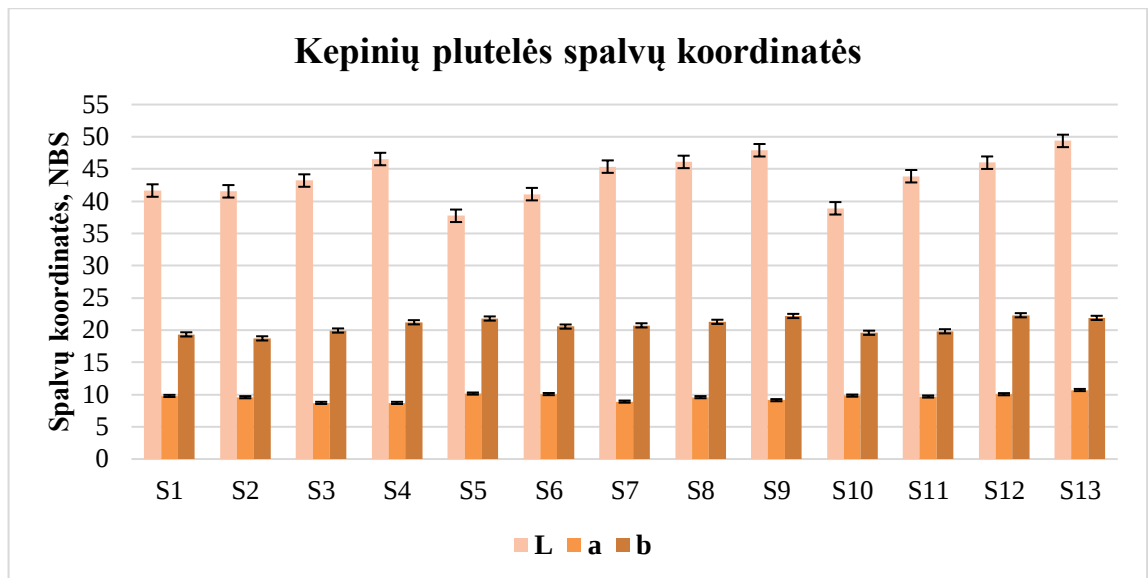
Priešingai nei tešlos, kiečiausi gaminiai gauti su mažesniu kiekiu pridėtinio krakmolo (su 25 g kviečių ir kukurūzų krakmolo, atitinkamai, S2 ir S6 mėginiai) ir be pridėtinio krakmolo (S1) (2 pav., 2 priedas). O minkščiausia tekstūra pasižymėjo kepiniai su 75 g ir 100 g, atitinkamai, kviečių ir kukurūzų krakmolo (S12 ir S13 (0,4 mJ) ir S11, S9 (0,5mJ). Lyginant skirtingų rūšių krakmolo priedo įtaką tekstūrai, nustatyta, kad minkščiausios tekstūros gaunami kepiniai su bulvių krakmolu.



2 pav. Kvietinių kepinų tekstūra ($P=0,011$; P – skirtumo tarp rezultatų reikšmių patikimumas. P patikimas, kai $P \leq 0,05$) (Pastaba: S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo).

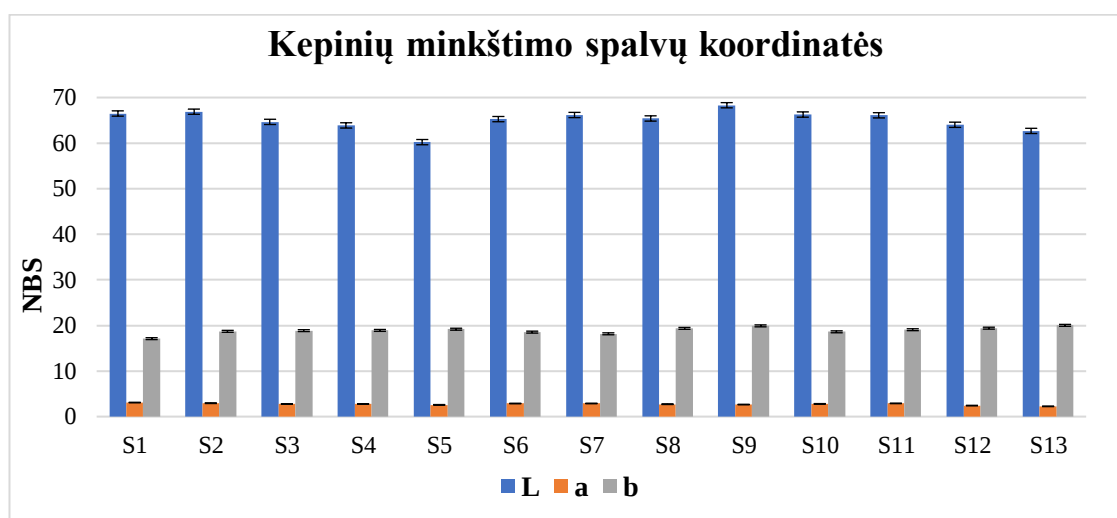
3.1.2. Kepinių spalvų koordinatės

Kvietinių kepinų, pagamintų su skirtingų augalų krakmolo skirtingais kiekiais, plutelės spalvų koordinatės pateiktos 3 paveiksle, 3 priede. Mažiausios L^* koordinatės (šviesumo) nustatytos S10 (su 25 g bulvių krakmolo), S6 (su 25g kukurūzų krakmolo), S1 (kontroliniai) partijų mėginių, atitinkamai 38,90 NBS; 41,10 NBS; 41,66 NBS. Didžiausios L^* koordinatės nustatytos S13 (su 100 g bulvių krakmolo) ir S9 (su 100 g kukurūzų krakmolo) mėginių, atitinkamai, 49,36 NBS ir 47,91 NBS. Didžiausios raudonumo (a^*) koordinatės nustatytos mėginių S13 (su 100 g bulvių krakmolo), S5 (su 100 g kviečių krakmolo), S6 (su 25 g kukurūzų krakmolo), atitinkamai; 10,71 NBS; 10,16 NBS; 10,08 NBS. Mažiausios raudonumo koordinatės nustatytos S3 (su 50 g kviečių krakmolo) ir S4 (su 75 g kviečių krakmolo) mėginių, atitinkamai, 8,71 NBS. Geltoniausi kepiniai gauti S12 (su 75 g buvių krakmolo) ir S9 (su 100 g kukurūzų krakmolo), atitinkamai, 22,31 NBS ir 22,20 NBS. Mažiausios geltonumo koordinatės nustatytos S2 (su 25 g kviečių krakmolo) ir S1 (kontroliniai) mėginių, atitinkamai, 18,72 NBS ir 19,34 NBS.



3 pav. Kvietinių kepinų plutelės spalvų koordinatės. (L^* , a^* , b^* , atitinkamai $P=0,011$; $P=0,197$; $P=0,200$. P -skirtumo tarp rezultatų reikšmių patikimumas. P patikimas, kai $P \leq 0,05$) (Pastaba: S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo).

Kvietinių kepinų minkštimo spalvų koordinatės pateiktos 4 paveiksle, 4 priede. Reikšmingai šviesesnis minkštimas, lyginant su kitais mėginiais, nustatytas S9 mėginių (su 100 g kukurūzų krakmolo), t. y. 68,31 NBS. Didžiausios minkštimo raudonumo (a^*) koordinatės nustatytos S1 (kontroliniai) ir S2 (su 25 g kviečių krakmolo) mėginių, atitinkamai, 3,08 NBS ir 2,93 NBS. Geltoniausias minkštimas nustatytas S13 (su 100 g bulvių krakmolo), S9 (su 100 g kukurūzų krakmolo) ir S12 (su 75 g bulvių krakmolo) mėginių, atitinkamai, 20,02 NBS; 19,90 NBS ir 19,41 NBS, o mažiausiai geltonas – kontrolinių mėginių (17,10 NBS).

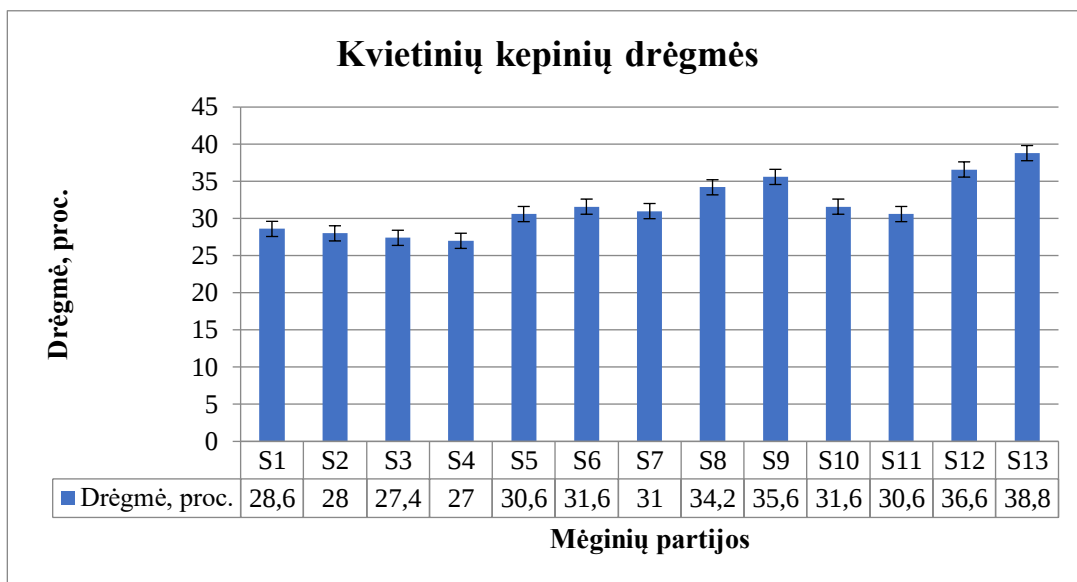


4 pav. Kvietinių kepinų minkštimo spalvų koordinatės. (L^* , a^* , b^* , atitinkamai $P=0,014$; $P=0,200$; $P=0,200$. P -skirtumo tarp rezultatų reikšmių patikimumas. P patikimas, kai $P \leq 0,05$) (Pastaba: S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo).

Pagal gautus tyrimo rezultatus, galima teigti, kad didinant krakmolo kiekį receptūroje, didėja plutelės ir minkštimo šviesumas (didžiausias šviesumas nustatytas kepinų su didžiausiu bulvių ir kukurūzų krakmolo kiekiu), o gelsvumo ir raudonumo koordinatėms pridėtinio krakmolo rūšis ir jo kiekis statistiškai reikšmingos įtakos neturėjo.

3.1.3. Krakmolo priedo įtaka kvietinių kepinų drėgnei

Kvietinių kepinų drėgno rezultatai pavaizduoti 5 paveiksle (5 priedas).



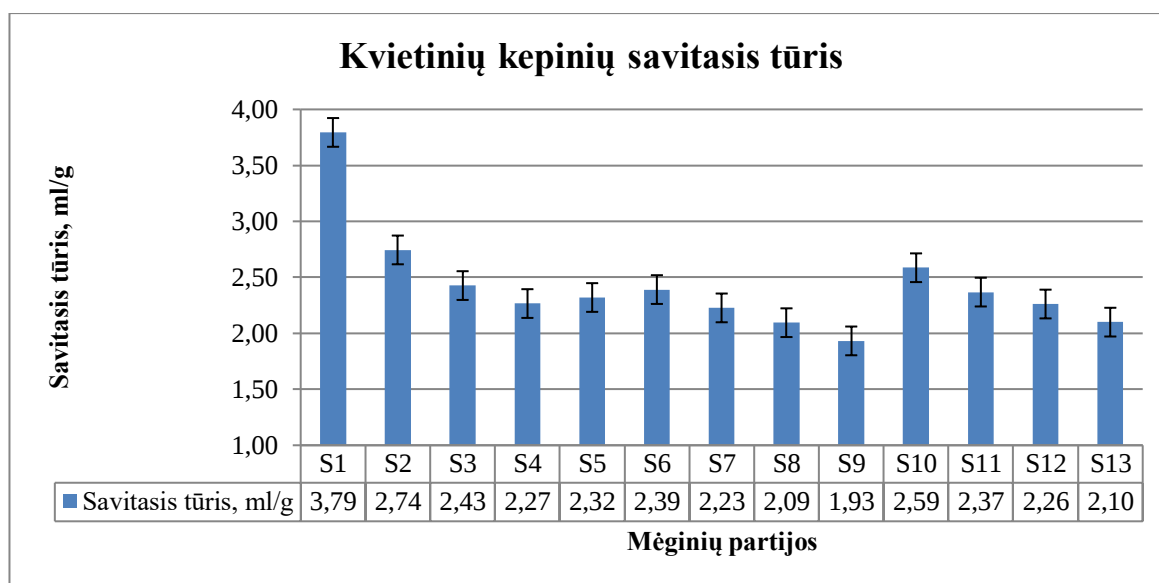
5 pav. Kvietinių kepinų drėgnis ($P=0,012$; P -skirtumo tarp rezultatų reikšmių patikimumas. P patikimas, kai $P \leq 0,05$) (Pastaba: S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo).

Didžiausias drėgnis nustatytas S13 ir S12 mėginių (atitinkamai 38,8 proc. ir 36,6 proc.), pagamintų, atitinkamai, su 100g ir 75 g bulvių krakmolo. Mažiausias drėgnis nustatytas S4 ir S3 mėginių (atitinkamai, 27,0 proc. ir 27,4 proc.), pagamintų su 75 g ir 50 g kviečių krakmolo. Atlikus statistinę analizę, nustatyta, kad krakmolo rūšis ir kiekis turėjo reikšmingos įtakos kvietinių kepinų drėgnei ($P \leq 0,05$). Bulvių krakmolo priedo didesnis kiekis kepinų drėgnį padidino 2–3 proc. mažiau, lyginant su kukurūzų krakmolu. Kviečių krakmolo priedas mažino kepinų drėgnį, išskyrus mėginių, pagamintų su didžiausiu (100 g) kviečių krakmolo kiekiu.

3.1.4. Kvietinių kepinų savitasis tūris

Kvietinių kepinų savitojo tūrio rezultatai pavaizduoti 6 paveiksle (6 priedas). Didžiausias savitasis tūris nustatytas kontrolinių mėginių (3,79 ml/g). Mažiausias savitasis tūris nustatytas S9, S8 ir S13 mėginių, atitinkamai, 1,93 ml/g, 2,09 ml/g ir 2,10 ml/g. Pagal gautus tyrimo rezultatus, kontrolinių mėginių savitasis tūris nustatytas 49 proc. didesnis nei S9 mėginių, pagamintų su 100 g kukurūzų krakmolo, 43 proc. didesnis nei S13 mėginių, pagamintų su 100 g bulvių krakmolo bei 39 proc. didesnis nei S5 mėginių, pagamintų su 100 g kviečių krakmolo. Pagal gautus rezultatus galima

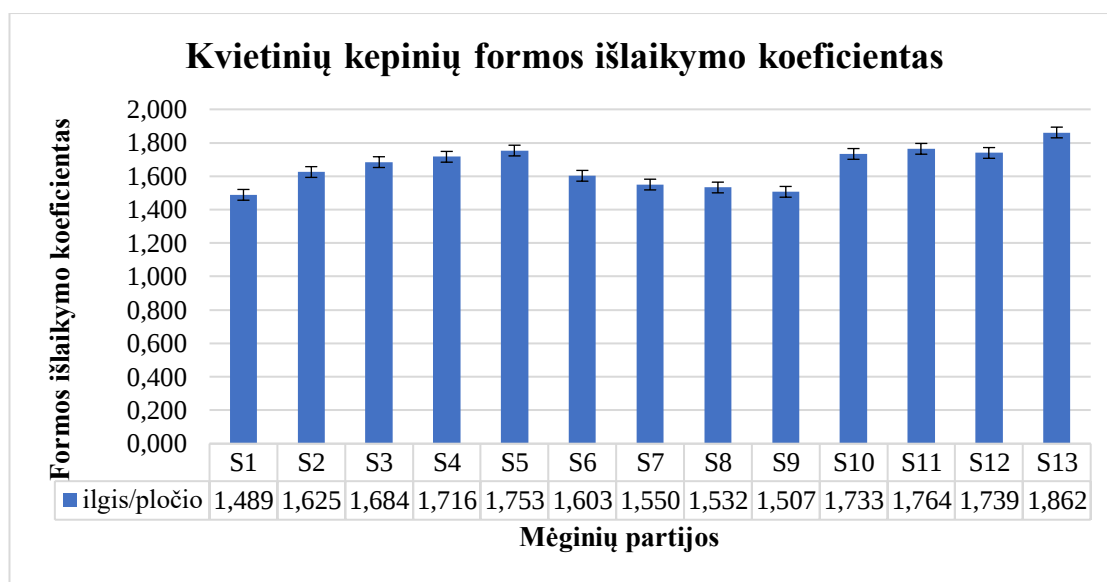
teigti, kad didinant pridėtinio krakmolo kiekį, savitasis tūris mažėja. Nustatyta, kad krakmolo rūšis ir kiekis turėjo reikšmingos įtakos kepinų savitajam tūriui ($P \leq 0,05$).



6 pav. Kvietinių kepinų savitasis tūris ($P=0,014$; P -skirtumo tarp rezultatų reikšmių patikimumas. P patikimas, kai $P \leq 0,05$) (Pastaba: S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo).

3.1.5 Kvietinių kepinų formos išlaikymo koeficientas

Kvietinių kepinų formos išlaikymo koeficiento rezultatai pavaizduoti 7 paveiksle (7 priedas).



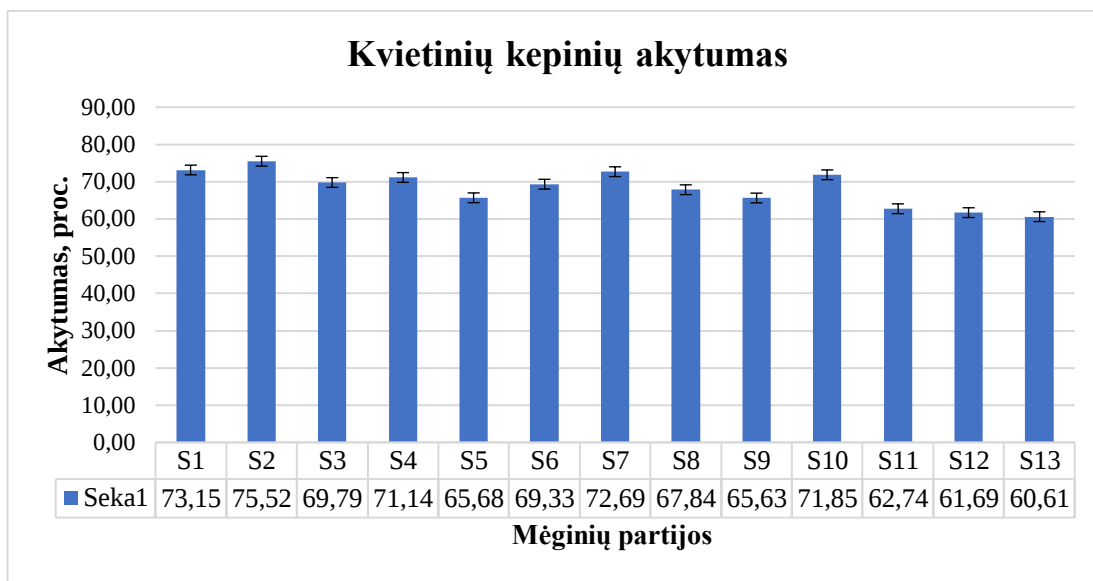
7 pav. Kvietinių kepinų formos išlaikymo koeficientas ($P=0,200$; P -skirtumo tarp rezultatų reikšmių patikimumas. P patikimas, kai $P \leq 0,05$) (Pastaba: S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo).

Nustatyta, kad krakmolo rūšis ir priedo kiekis neturi reikšmingos įtakos kepinų formos išlaikymo koeficientui ($P > 0,05$). Tačiau buvo stebimos tendencijos, kad, didinant kviečių ir bulvių

krakmolo priedo kiekį receptūroje, formos išlaikymo koeficientas gaunamas didesnis. Didžiausiu formos išlaikymo koeficientu pasižymėjo mėginiai S13, S11 ir S5 (atitinkamai su 100 g bulvių krakmolo, 50 g bulvių krakmolo ir 100 g kviečių krakmolo). Mažiausias formos išlaikymo koeficientas nustatytas kontrolinių mėginių. Didinant bulvių ir kviečių krakmolo kiekį receptūroje, formos išlaikymo koeficientas turėjo tendenciją didėti. Kitokia tendencija būdinga mėginiams, pagamintiems su kukurūzų krakmolu. Didinant krakmolo kiekį, šių mėginių formos išlaikymo koeficientas mažėjo, tačiau net ir su 100 g kukurūzų krakmolo, jis nebuvo mažesnis nei kontrolinių mėginių.

3.1.6. Kvietinių kepinų akytumas

Kvietinių kepinų akytumo rezultatai pavaizduoti 8 paveiksle (8 priedas). Nustatyta, kad krakmolo rūšis ir jo priedo kiekis neturi reikšmingos įtakos kepinų akytumui ($P > 0,05$). Tačiau buvo stebima tendencija, kad didinant krakmolo priedą kepinuose, kepinų akytumas turi tendenciją mažėti. Didesnis nei kontrolinių mėginių nustatytas tik S2 mėginių akytumas, kurie buvo pagaminti su 25 g kviečių krakmolo. Mažiausiai akytos tekstūros nustatyti mėginiai, pagaminti su bulvių krakmolu, o didinant jo kiekį receptūroje, kepinų akytumas mažėja (S13, S12 ir S11, atitinkamai 60,61 proc., 61,69 proc., 62,74 proc.).

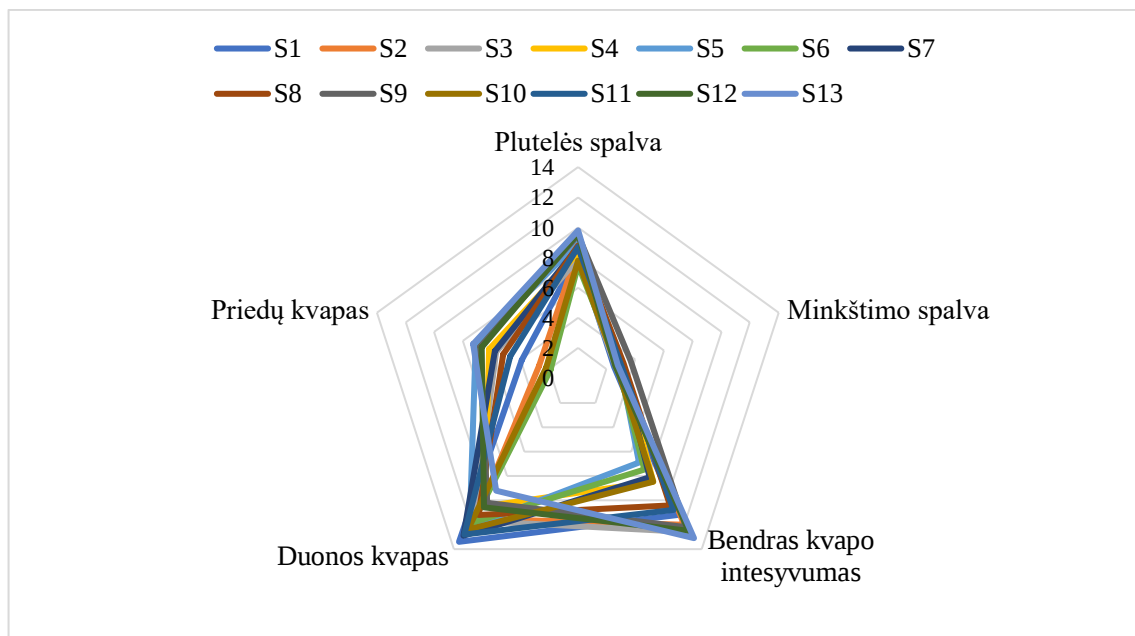


8 pav. Kvietinių kepinų akytumas ($P=0,148$; P -skirtumo tarp rezultatų reikšmių patikimumas. P patikimas, kai $P \leq 0,05$) (Pastaba: S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo).

Didinant kviečių ir kukurūzų krakmolo kiekį, kepinų akytumo mažėjimas nenustatytas. S4 mėginių su 75 g kviečių krakmolo akytumas nustatytas didesnis, nei S3 mėginių, kurie pagaminti su 50 g kviečių krakmolo. S6 mėginių, pagamintų su 25 g kukurūzų krakmolo, akytumas nustatytas mažesnis, nei S7 mėginių, pagamintų su 50 g kukurūzų krakmolo. Didžiausias akytumas nustatytas kontrolinių ir S2 mėginių, kurie pagaminti su 25 g kviečių krakmolo (atitinkamai 73,15 proc. ir 75,52 proc.).

3.1.7. Kvietinių kepinų juslinės savybės ir bendras priimtumas

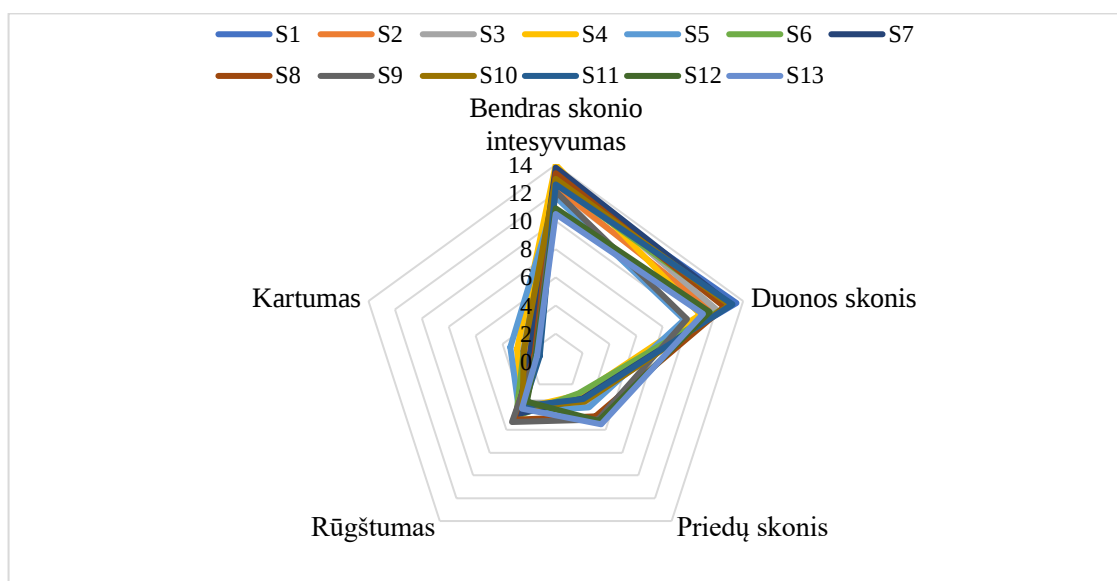
Kitame darbo etape buvo įvertintos kepinų juslinės savybės: spalvos, kvapo, skonio ir tekstūros juslinės savybės bei bendras priimtumas (9-12 paveikslai, 10 priedas). Intensyviausiu bendru kvapu pasižymėjo S13, S12 ir S3 mėginiai (atitinkamai, 13,1; 12,6 ir 12,5 cm), silpniausiu – S5 ir S6 mėginiai (atitinkamai 6,9 cm ir 7,5 cm). Duonos kvapas stipriausiai buvo jaučiamas kontrolinių mėginių (13,4 cm), silpniausiu – S13 mėginių (9,2 cm).



9 pav. Kvietinių kepinų spalvos intensyvumas ir kvapo juslinės savybės (Plutės spalva $P=0,200$; Minkštimo spalva $P=0,200$; Bendras kvapo intensyvumas $P<0,001$; Duonos kvapo intensyvumas $P=0,200$; Priedų kvapo intensyvumas $P=0,200$; P – skirtumo tarp rezultatų reikšmių patikimumas. P patikimas, kai $P \leq 0,05$) (Pastaba: S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo).

Paklaidų ribose skyrėsi S2, S3, S6 ir S8 (atitinkamai, 11,5 cm, 11,7 cm, 11,8 cm ir 11,2 cm) mėginių duonos kvapas. Priedų kvapas intensyviausiai buvo juntamas S13, S12 ir S9 mėginių (atitinkamai, 7,3; 6,7 ir 6,8 cm), silpniausiu – S6, S10 ir S2 (atitinkamai, 1,9 cm, 2,2 cm ir 2,7 cm). Pagal gautus rezultatus galima teigti, kad didinant atitinkamos rūšies krakmolo kiekį receptūroje, jaučiamas silpnėjęs duonos kvapas ir intensyvesnis priedų kvapas, tačiau bendras kvapo intensyvumas labiau jaučiamas kepinų su pridėtiniu krakmolu, lyginant su kontroliniais. Vertinant plutės spalvą, tamsiausiais įvertinti S13, S12 ir S9 mėginiai (atitinkamai, 9,8; 9,6 ir 9,5 cm), šviesiausiais – S6, S10 ir S3 (atitinkamai, 7,5; 7,8 ir 7,9 cm), ir šios tendencijos sutampa su spalvų koordinatžių tyrimo rezultatais, gautais instrumentiniu metodu. Pagal gautus tyrimo rezultatus galima teigti, kad didinant krakmolo kiekį receptūroje, galima gauti intensyvesnę plutės spalvą, kuri yra priimtinesnė vartotojams, tačiau nėra statistiškai reikšmingo rezultatų skirtumo tarp mėginių, pagamintų su skirtingomis krakmolo rūšimis.

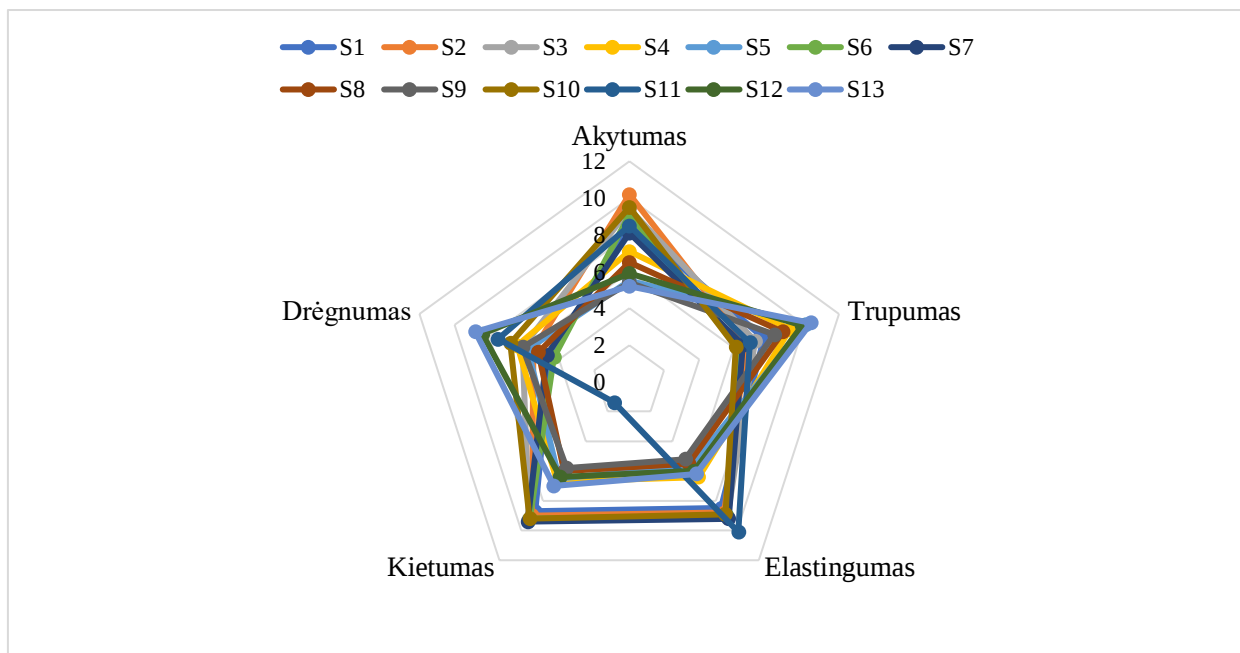
Intensyviausiai juntamas bendras skonis buvo S4 ir S7 mėginių (atitinkamai, 14,0 ir 13,8 cm), silpniausiai – S13 ir S12 mėginių (10,5 ir 10,9 cm). Nustatyta: kuo duonos skonis intensyvesnis, tuo priedų silpnescnis ir atvirkščiai. Duonos skonis intensyviausiai buvo jaučiamas kontrolinių mėginių, priedų skonis intensyviausiai buvo jaučiamas S13, S12 ir S9 mėginių, atitinkamai, su didžiausiais kiekiais bulvių ir kukurūzų krakmolo priedo. Rūgščiausiais įvertinti S9 ir S8 mėginiai (atitinkamai, 5,3 ir 5,1 cm), kurie buvo pagaminti, atitinkamai, su 75 g ir 100 g kukurūzų krakmolo. Mažiausiai rūgštūs buvo juntami mėginiai S12, S3 ir S2 (atitinkamai, 3,5; 3,6 ir 3,7 cm). Karčiausiais įvertinti mėginiai S5 ir S4 (atitinkamai, 3,4 ir 2,9 cm), mažiausiai karčiais – S11 ir S13 (atitinkamai, 1,2 ir 1,4 cm). Visų mėginių kartumas buvo juntamas labai silpnai, nepriklausomai nuo naudoto krakmolo priedo rūšies.



10 pav. Kvietinių kepinų skonio jauslinės savybės (Bendras skonio intensyvumas $P=0,527$; Duonos skonis $P=0,267$; Priedų skonis $P<0,001$; Rūgštumas $P=0,589$; Kartumas $P=0,407$. P – skirtumo tarp rezultatų reikšmių patikimumas. P patikimas, kai $P \leq 0,05$) (Pastaba: S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo).

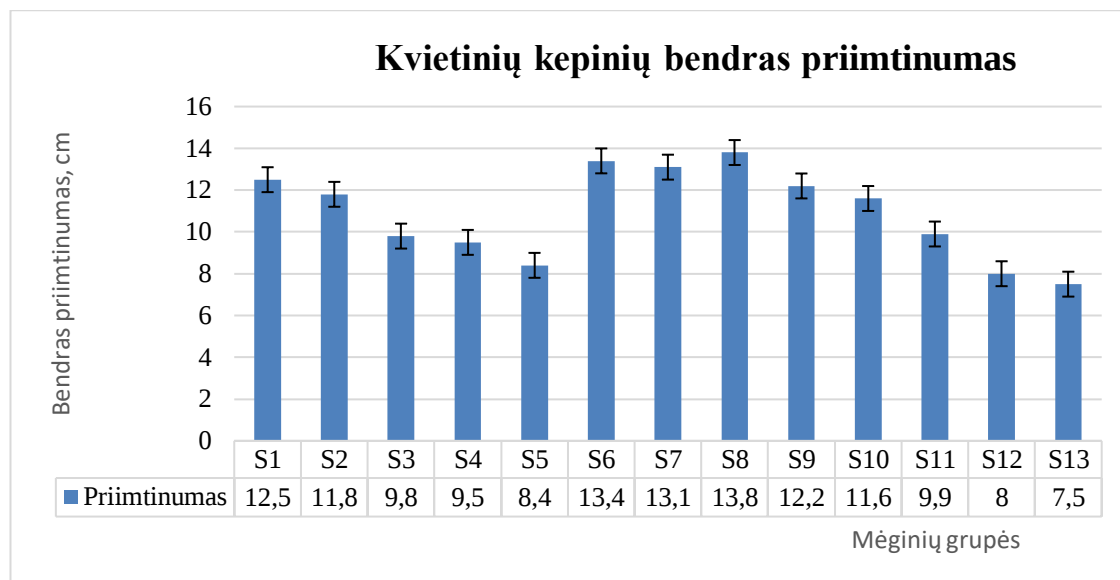
Vertinant kepinų tekstūros jauslines savybes, mažiausiai akytos tekstūros buvo juntami S13, S9 ir S5 mėginiai (atitinkamai, 5,2; 5,4 ir 5,5 cm), pagaminti su 100 g kukurūzų, kviečių ir bulvių krakmolo. Šie rezultatai sutampa su akytumo rezultatais, įvertintais instrumentiniu metodu, t. y. didinant pridėtinio krakmolo kiekį – kepinų akytumas mažėjo. Akyčiausios tekstūros buvo juntami mėginiai S2 ir S10 (atitinkamai, 10,2 ir 9,5 cm), pagaminti, atitinkamai, su 25 g kviečių ir bulvių krakmolo. Vertinant trupumą, trupiausiais įvertinti S13 ir S5 mėginiai (atitinkamai, 10,5 ir 10,1 cm), kurie buvo pagaminti su didžiausiu pridėtinio kviečių ir bulvių krakmolo kiekiu. Mažiausiai trupūs įvertinti S10 ir S7 mėginiai (atitinkamai, 6,1 ir 6,5 cm), pagaminti su 25 g bulvių ir 50 g kukurūzų krakmolo. Krakmolo priedo kiekis ir rūšis turėjo reikšmingos įtakos kepinų elastingumui ir kietumui (atitinkamai, elastingumas $P=0,037$, kietumas $P=0,012$. Mažiausiai elastingais įvertinti S8 ir S9 mėginiai. Pastarieji mėginiai įvertinti ir minkščiausiais (atitinkamai, elastingumas: 5,5 ir 5,2 cm,

kietumas: 6,0 ir 5,8 cm). Šie mėginiai buvo pagaminti, atitinkamai, su 75 g ir 100 g kukurūzų krakmolo priedo. Elastingiausiais įvertinti S11 ir S7 mėginiai, pagaminti, atitinkamai, su 50 g bulvių ir kukurūzų krakmolo, o kiečiausiais – mėginiai S7 ir S3, pagaminti, atitinkamai, su 50 g kukurūzų ir kviečių krakmolo. Nustatyta, kad krakmolo rūšis ir kiekis neturi reikšmingos įtakos jausliškai juntamam kepinų drėgniui ($P > 0,05$). Drėgniausiais įvertinti S13 ir S12 mėginiai (atitinkamai, 8,8 ir 8,4 cm) ir šie rezultatai sutampa su rezultatais, gautais vertinant kepinų drėgnį džiovinimo iki pastovios masės metodu. Mažiausiai drėgnais buvo juntami S6 ir kontroliniai mėginiai (atitinkamai, 4,3 ir 4,5 cm).



11 pav. Kvietinių kepinų tekstūros jausinės savybės (Aktyumas $P=0,196$; Trupumas $P=0,015$; elastingumas $P=0,037$; Kietumas $P=0,012$; Drėgnumas $P=0,526$. P –skirtumo tarp rezultatų reikšmių patikimumas. P patikimas, kai $P \leq 0,05$) (Pastaba: S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo).

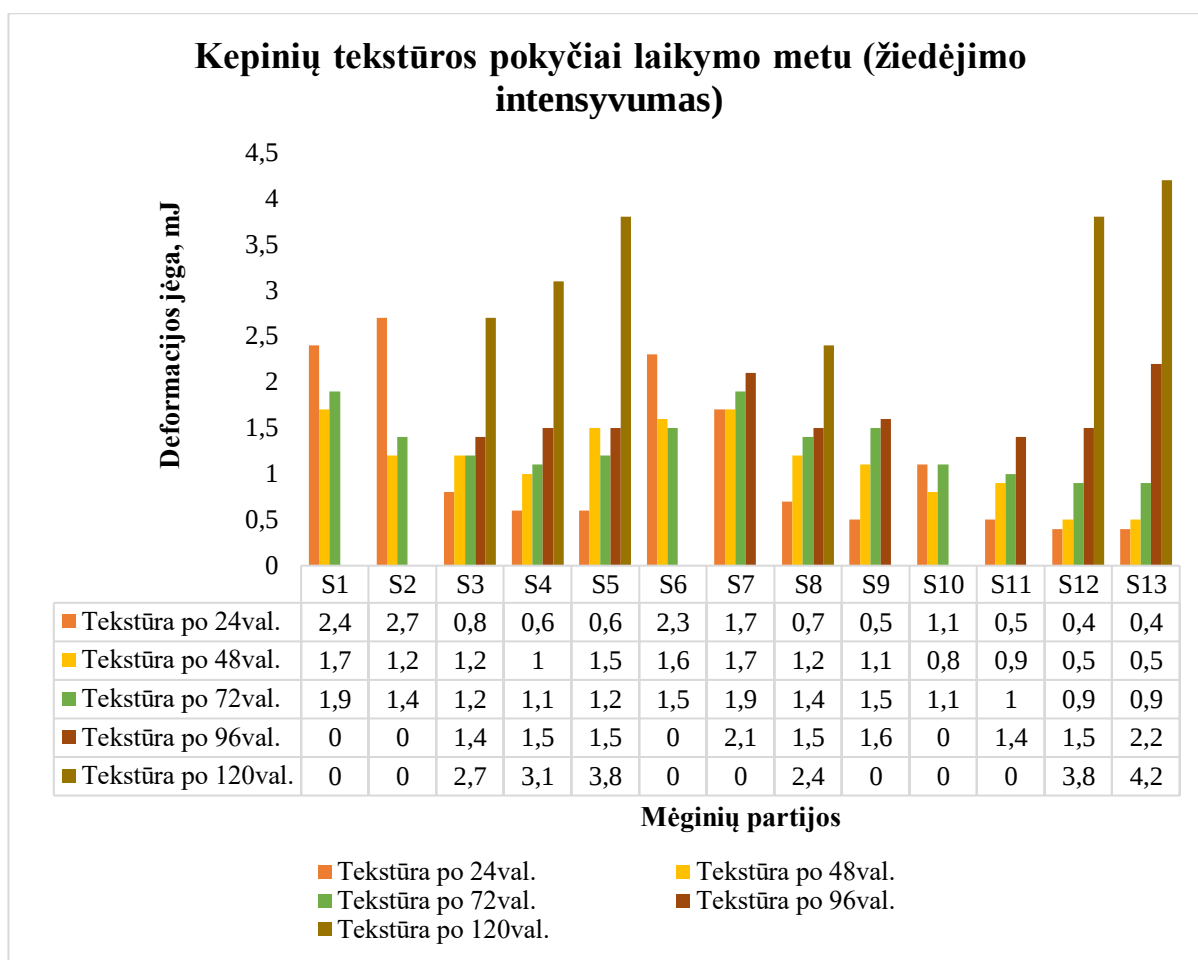
Priimtinausiais įvertinti S8 mėginiai (13,8 cm), nuo jų paklaidų ribose skyrėsi S6 ir S7 mėginių bendras priimtimumas, kuris įvertintas, atitinkamai, 13,4 ir 13,1 cm (12 pav.). Mažiausiai priimtinais įvertinti S13 mėginiai (7,5 cm), nuo jų paklaidų ribose skyrėsi S12 ir S5 mėginių bendras priimtimumas, kuris įvertintas, atitinkamai, 8,0 ir 8,4 cm. Pagal gautus jausinės analizės rezultatus galima teigti, kad pridėjus krakmolo priedo į kepinų receptūrą, kvietinių kepinų jausines savybes galima pagerinti, naudojant kukurūzų krakmolą, tačiau priedo kiekis turi būti optimalus, nes didinant pridėtinio krakmolo kiekį, mėginių bendras priimtimumas reišmingai mažėja.



12 pav. Kvietinių kepinų bendras priimtumas ($P=0,349$; P - skirtumo tarp rezultatų reikšmių patikimumas. P patikimas, kai $P \leq 0,05$) (Pastaba: S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo).

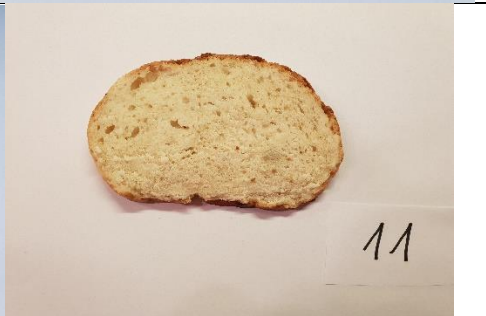
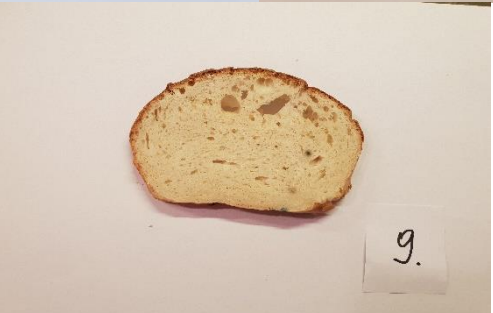
3.1.8. Kvietinių kepinų žiedėjimo ir mikrobinio gedimo intensyvumas

Norint nustatyti žiedėjimo intensyvumą mėginiai buvo vertinami tekstūros analizatoriumi, matuojant mechaninę jėgą (mJ), sunaudotą mėginio deformacijai (13 pav., 11 priedas). Mėginiai, ant kurių paviršiaus buvo pastebėtos mikroorganizmų kolonijos, toliau nebuvo analizuojami ir jų tekstūra nebuvo tiriama, jie duomenų lentelėje įvertinti 0 skaitine reikšme. Po trijų parų, nei vieno mėginio mikrobinio gedimo nebuvo pastebėta, o kiečiausia tekstūra pasižymėjo kontroliniai ir S7 mėginiai (atitinkamai, po 1,9 mJ). Minkščiausios tekstūros nustatyti S12 ir S13 mėginiai (atitinkamai, po 0,9 mJ). Po 96 valandų laikymo kontroliniai kepiniai, S2, S6 ir S10 mėginiai buvo vizualiai pažeisti mikroorganizmų. Pagal šiuos rezultatus galima teigti, kad mėginiai be pridėtinio krakmolo arba su sąlyginai mažiausiais jo kiekiais buvo greičiau pažeisti mikroorganizmų ir žiedėjo intensyviausiai. Po 5 parų ant daugelio mėginių paviršių buvo vizualiai matomos mikroorganizmų kolonijos, nepažeisti buvo mėginiai S3, S4, S5, S8, S12 ir S13, iš kurių lėčiausias žiedėjimo procesas įvertintas S8 ir S3 mėginių (atitinkamai, 2,4 ir 2,7 mJ). Šie mėginiai buvo pagaminti, atitinkamai, su 75 g kukurūzų ir 50 g kviečių krakmolo. Pagal gautus tyrimo rezultatus galima teigti, kad pridėtinis krakmolos sulėtina kepinų žiedėjimą, tačiau turi būti parenkamas optimalus krakmolo kiekis. Taip pat, optimaliai didinant krakmolo kiekį, galima sulėtinti mėginių mikrobinį gedimą. Ilgiausiai nepažeisti mikroorganizmų kolonijų išliko kepiniai, pagaminti su 50 g, 75 g ir 100 g kviečių krakmolo, 75 g kukurūzų krakmolo, 75 g ir 100 g bulvių krakmolo. Kvietinių kepinų mikrobiologinio gedimo intensyvumas pateiktas 1 lentelėje.

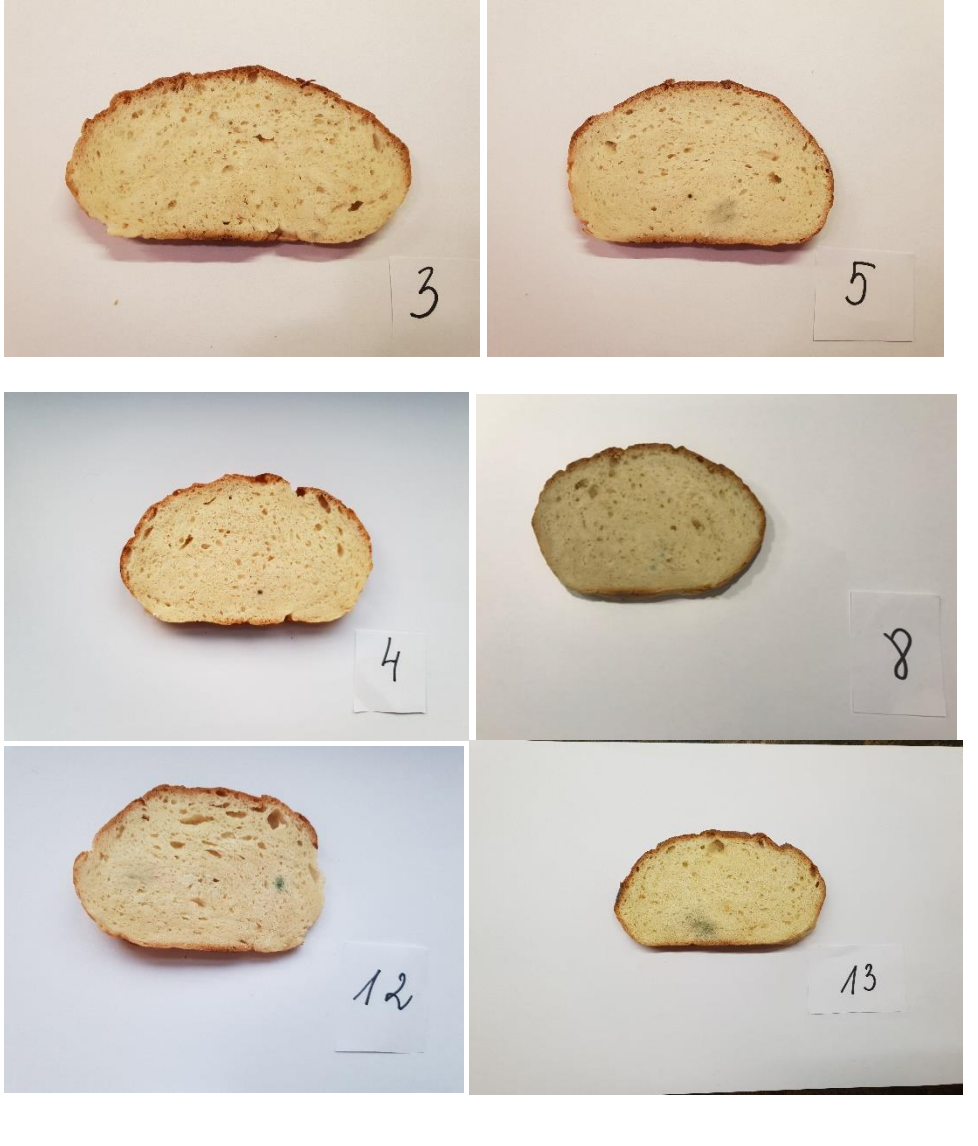


13 pav. Kvietinių kepinų žiedėjimo intensyvumas, matuojant mechaninę jėgą, sunaudotą mėginių deformacijai. Tekstūra po 24 val. $P=0,011$; Tekstūra po 48 val. $P=0,200$; Tekstūra po 72 val. $P=0,200$; Tekstūra po 96 val. $P=0,001$; Tekstūra po 120 val. $P<0,001$; P – skirtumo tarp rezultatų reikšmių patikimumas. P patikimas, kai $P \leq 0,05$) (Pastaba: S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo).

1 lentelė. Kvietinių kepinų mikrobiologinio gedimo intensyvumas laikymo metu

Laikas	Mikrobiologinio gedimo paveikti mėginiai	
96 val. po kepimo	 1  2	 10  6.
120 val. po kepimo	 7	 11  9.

1 lentelė. Kvietinių kepinų mikrobiologinio gedimo intensyvumas laikymo metu

144 val. Po kepimo	
--------------------	---

(Pastaba: S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo).

4. REZULTATŲ APTARIMAS

Krakkolo priedo įtaka kepinų tūriui, drėgmei. Mes nustatėme, kad didinant pridėtinio krakkolo kiekį, savitasis kepinų tūris mažėja. Mažiausias savitasis tūris gautas mėginių – S9 ir S13, pagamintų su didžiausiu kukurūzų ir bulvių krakkolo kiekiu receptūroje. Publikuota, kad receptūros papildymas pridėtinio krakkolu, mažina kepalų savitąjį tūrį (88). Šie autoriai nustatė, kad daugiau nei 10 proc. kvietinių miltų pakeitimas kukurūzų ar ryžių krakkolu lemia duonos tūrio sumažėjimą. E. Ahmed (89) publikavo, kad duonos savitasis tūris sumažėja, didėjant kviečių krakkolo kiekį duonos receptūroje. M. Ahmed (90) publikavo, kad tradicinės kvietinės duonos savitasis tūris buvo $2,89 \text{ (cm}^3 / \text{g)}$ ir $3,49 \text{ (cm}^3 / \text{g)}$, pakeičiant 5 proc. kvietinių miltų kukurūzų krakkolu. Tačiau pridėdant didesnę kiekį krakkolo, kepinų tūris sumažėjo.

Skirtingų augalų krakkolo įtaka skoniui, kvapui, spalvai. Tradiciniai kvietiniai duonos gaminiai pasižymi geromis juslinėmis savybėmis, jei ingredientai parinkti optimaliai, o technologinis procesas vykdomas tinkamai, laikantis reikalavimų. Tačiau, publikuotų tyrimų rezultatai rodo, kad pakeitus nedidelę dalį kvietinių miltų atitinkamos rūšies krakkolu, galima gauti dar geresnes kepinų juslines savybes. M. Ahmedo (90) nustatė, kad kukurūzų krakkolo priedas turi teigiamos įtakos kepinų skoniui, kvapui bei suteikia rusvesnę plutos spalvą, tačiau mažina duonos tūrį. Mes nustatėme, kad intensyviausiu bendru kvapu pasižymėjo S13, S12 ir S3 mėginiai, atitinkamai su 100 g ir 75 g bulvių krakkolo bei 50 g kviečių krakkolo, intensyviausiu bendru skoniu – S4 ir S7 mėginiai, pagaminti, atitinkamai su 75 g kviečių krakkolo bei 50 g kukurūzų krakkolo. Duonos plutos spalva yra svarbi juslinė savybė, kuri gali padidinti bendrą kepinų priimtinumą. Vartotojų nuomone, blyški duonos pluta yra blogesnės kokybės požymis (91). Mes nustatėme, kad didžiausios raudonumo (a^*) koordinatės yra mėginių S13 (su 100 g bulvių krakkolo), S5 (su 100 g kviečių krakkolo), todėl galima daryti prielaidą, kad didesnis pridėtinio krakkolo kiekis turi teigiamą įtaką plutelės rausvumui. Tapatūs rezultatai gauti ir vertinant plutelės spalvą jusliniu būdu. Pagal G. Giami (92) ir E. Akobudu (93), iki 20 proc. kasijos krakkolo priedo, pakeičiant juo kvietinius miltus, neigiamas juslinis poveikis skoniui, kvapui ir spalvai nėra gaunamas. Mes nustatėme, kad didžiausias bendras priimtumas yra S8 ir S6 mėginių, pagamintų su 75 g ir 25 g kukurūzų krakkolo. N. O. Eddy ir kt. (94) nustatė, kad duonos, pagamintos su 10 proc. ir 20 proc. kukurūzų krakkolo priedu, priimtumas reikšmingai nesiskyrė.

Skirtingų augalų krakkolo įtaka tekstūros savybėms. Vertindami skirtingų augalų krakkolo priedo įtaką kepinų tekstūros savybėms, nustatėme, kad didinant krakkolo kiekį receptūroje daugiau nei 5 proc., kepinų trupumas didėja, o elastingumas mažėja. Elastingiausiais įvertinti S11 ir S7 mėginiai, pagaminti, atitinkamai, su 50 g bulvių ir 50 g kukurūzų krakkolo, mažiausiai elastingais – S8 ir S9 mėginiai, pagaminti, atitinkamai, su 75 g ir 100 g kukurūzų krakkolo. P. G. Udofia ir kt. (95) nustatė, kad didelis kviečių krakkolo priedo kiekis tešloje suteikia minkštesnę tešlos tekstūrą ir

blogina galutinio produkto formos išlaikymo koeficientą, nes sumažėja tešlos elastinės savybės, todėl tešla negali išlaikyti dujų ir išpurenama nepakankamai. Nustatyta, kad 5 proc. pridėtinio krakmolo priedo turi teigiamos įtakos tolygiam porų pasiskirstymui minkštyme. Priešingai, 15 proc. pridėtinio krakmolo priedo poveikis neigiamas, t. y. gaunama trapesnė tekstūra (43,72). Skirtingų augalų krakmolo įtaka minkštimo bendram priimtinumui ir minkštimo struktūros vientisumui priklausomai nuo kiekio pateikta 1 ir 2 lentelėse.

1 lentelė. Skirtingo augalinio krakmolo įtaka minkštimo bendram priimtinumui ir minkštimo struktūros vientisumui, pakeičiant 5 proc. miltų atitinkamų kiekiu krakmolo

Naudotas krakmolo priedo kiekis	Minkštimo tekstūros bendras priimtumas (1–10)	Minkštimo tekstūros vientisumas (1–10)
Kontrolinis mėginys	5,47	5,60
5 proc. kviečių krakmolo	6,47	6,13
5 proc. sorgo krakmolo	6,13	6,27
5 proc. sorų krakmolo	5,77	5,73
5 proc. ryžių krakmolo	6,63	5,88
5 proc. kasijos krakmolo	5,07	5,00

2 lentelė. Skirtingo augalinio krakmolo įtaka minkštimo bendram priimtinumui ir minkštimo struktūros vientisumui, pakeičiant 15 proc. miltų atitinkamų kiekiu krakmolo

Naudotas krakmolo priedo kiekis	Minkštimo tekstūros bendras priimtumas (1–10)	Minkštimo tekstūros vientisumas (1–10)
Kontrolinis mėginys	5,47	5,60
15 proc. kviečių krakmolo	6,13	6,20
15 proc. sorgo krakmolo	5,00	5,07
15 proc. sorų krakmolo	5,33	5,47
15 proc. ryžių krakmolo	5,27	4,87
15 proc. kasijos krakmolo	4,87	4,96

Šiame darbe kepinų tekstūros kietumą vertinome teksturografu bei jusliškai. Abiem atvejais kiečiausios tekstūros mėginiai gauti su visų rūšių pridėtinio krakmolu iki 5 proc. Didinant augalinio krakmolo kiekį receptūroje, padidėja kepinų tekstūros minkštumas, o geriausiu efektu minkštimui pasižymi kukurūzų ir bulvių krakmolais. Literatūroje teigiama, kad krakmolo priedas gali padidinti tešlos stabilumą, kepinų minkštumą, tačiau būtina parinkti optimalų jo kiekį. Taip pat patariama sudaryti skirtingų augalų rūšių krakmolo kompozicijas. Kviečių miltus pakeičiant iki 5 proc. modifikuotu kviečių krakmolu, minkštimo tvirtumas reikšmingai sumažėja (96).

Vertinant kepinų akytumą, nustatėme, kad pridėtinis krakmolis neturi įtakos minkštimo akytumui, tačiau buvo stebima tendencija, kad su didžiausiais bandytais krakmolo priedo kiekiais akytumas gaunamas mažesnis, ypač su bulvių krakmolu. Tai nėra pageidaujamas efektas, nes akyta minkštimo struktūra suteikia kepalui didesnę tūrį, mažesnę minkštimo kietumą (97).

Skirtingų augalų krakmolo įtaka kepinų žiedėjimui. Nustatėme, kad kontroliniai mėginiai ir mėginiai su mažiausiu krakmolo priedo kiekiu pirmiausiai buvo pažeisti mikroorganizmų. Mėginiai S3, S4, S5, S8, S12 ir S13 išliko nesupeliję net po 120 val. laikymo, o tekstūra nustatyta kiečiausia mėginių, pagamintų su 100 g kviečių ir bulvių krakmolo. Pagal gautus tyrimo rezultatus galima teigti, kad krakmolo priedas (daugiau nei 5 proc.) sulėtina žiedėjimo intensyvumą bei stabdo pelėjimą. Mūsų atliktame tyrime gauti rezultatai patvirtina nuomonę, kad pridėtinis krakmolas gali padidinti kepinų drėgnį. Drėgnesni nei kontroliniai gauti mėginiai su krakmolo priedais (išskyrus mėginius su kviečių krakmolu). Kukurūzų ir bulvių krakmolo net mažiausias priedo kiekis sąlygojo drėgmės padidėjimą 3–4 proc. Kiti autoriai analizavo žiedėjimo procesą, matuojant kepinų tvirtumą, elastingumą, vandens migraciją ir praradimą, raikymo ir minkštimo struktūros savybes (9–11). Rezultatai parodė, kad nedideli krakmolo priedo kiekiai padidina vandens absorbciją, palyginti su kvietiniais miltais, gali padidinti vandens kiekį tešloje ir, daugeliu atvejų, išlaikyti papildomą vandens kiekį duonos minkštyme. Modifikuoto krakmolo priedas turėjo didžiausią vandens absorbcijos ir išlaikymo pajėgumą tiek kepat, tiek laikymo metu (10,98). Vandens kiekis ir pasiskirstymas minkštyme yra svarbios kepinų savybės. Publikuota, kad didesnis vandens kiekis, kurį sąlygoja didesnis krakmolo kiekis receptūroje, suformuoja minkštesnę ir vientisesnę minkštimo struktūrą, tačiau didina krakmolo retrogradaciją. Dėl intensyvaus vandens išsiskyrimo terminio apdorojimo metu, kepinų plutelė labiau suskilinėja. Be to, tekstūros tvirtumas turi įtakos raikymo kokybei, kuri pagerėja (iki tam tikro tvirtumo, po kurio jis tampa pastovus, net ir didinant krakmolo kiekį receptūroje iki 20 proc) (10). Publikuota, kad žiedėjimo procesui įtakos turi ne tik parinkti ingredientai, bet ir kepimo būdas, ir proceso rodikliai (11,98).

Apibendrinant, galima teigti, kad skirtingų augalų krakmolo priedo įtaka kvietinių kepinų kokybei yra skirtinga, tačiau, parinkus atitinkamos augalų rūšies optimalų krakmolo kiekį, galima pagerinti kvietinių kepinų kokybės rodiklius.

IŠVADOS

1. Skirtingų augalų krakmolo priedas turėjo įtakos kvietinių kepinų tekstūrai ir spalvų koordinatėms:
 - 1.1. minkščiausia tekstūra pasižymėjo kepiniai su 75 g ir 100 g, atitinkamai, bulvių ir kukurūzų krakmolo (S12 ir S13 (0,4 mJ) ir S11, S9 (0,5mJ)), o lyginant skirtingų augalų rūšių krakmolo priedo įtaką tekstūrai, minkščiausios tekstūros kepiniai gaunami su bulvių krakmolu;
 - 1.2. didinant krakmolo kiekį receptūroje, didėja plutelės ir minkštimo šviesumas (didžiausias plutelės šviesumas S13 ir S9 mėginių, atitinkamai 49,36 NBS ir 47,91 NBS), reikšmingai šviesesnis minkštimas, nustatytas S9 mėginių (68,31 NBS), o gelsvumo ir raudonumo koordinatėms krakmolo rūšis ir jo kiekis statistiškai reikšmingos įtakos neturėjo.
2. Skirtingų augalų krakmolo priedas turėjo įtakos kvietinių kepinų drėgniui ir savitajam tūriui:
 - 2.1. didžiausias drėgnis nustatytas S13 ir S12 mėginių (atitinkamai, 38,8 proc. ir 36,6 proc.), pagamintų, atitinkamai, su 100 g ir 75 g bulvių krakmolo, mažiausias – S4 ir S3 mėginių (atitinkamai, 27,0 proc. ir 27,4 proc.), pagamintų su 75 g ir 50 g kviečių krakmolo;
 - 2.2. didžiausias savitasis tūris nustatytas kontrolinių mėginių (3,79 ml/g), mažiausias – S9, S8 ir S13 mėginių, atitinkamai, 1,93 ml/g, 2,09 ml/g ir 2,10 ml/g, pastarieji mėginiai pagaminti su 75 g kukurūzų krakmolo bei 100 g kukurūzų ir bulvių krakmolo.
3. Skirtingų augalų krakmolo priedas turėjo įtakos kvietinių kepinų akytumui:
 - 3.1. didžiausias akytumas nustatytas kontrolinių ir S2 mėginių (su 25 g kviečių krakmolo), atitinkamai, 73,15 proc. ir 75,52 proc., mažiausias – kepinų su bulvių krakmolu, o didinant jo kiekį receptūroje, kepinų akytumas mažėjo.
4. Optimalus krakmolo priedo kiekis kepinų receptūroje pagerina gaminių juslines savybes, o priimtinausiais įvertinti S8 mėginiai (138 mm), pagaminti su 75 g kukurūzų krakmolo).
5. Skirtingų augalų krakmolo priedas turėjo įtakos kvietinių kepinų žiedėjimo bei mikrobiologinio gedimo intensyvumui:
 5. 1. kontroliniai mėginiai ir mėginiai su mažiausiu priedo kiekiu greičiau buvo pažeisti mikroorganizmų, o ilgiausiai mikroorganizmų kolonijos ant kepinų paviršiaus vizualiai nebuvo matomos kepinų, pagamintų su 50 g, 75 g ir 100 g kviečių krakmolo, 75 g kukurūzų krakmolo, 75 g ir 100 g bulvių krakmolo;
 - 5.2. lėčiausiai žiedėjo S8 ir S3 mėginiai, pagaminti, atitinkamai, su 75 g kukurūzų ir 50 g kviečių krakmolo.

REKOMENDACIJOS

Norint padidinti kvietinių kepinių akytumą, rekomenduojame papildomai naudoti 25 g kviečių krakmolo (1 kg miltų). Nors didesnis kviečių krakmolo kiekis (50 g) mažina akytumą, tačiau lėtina žiedėjimą, todėl gali būti naudojamas mažesnio akytumo, tačiau ilgiau išlaikančių minkštesnę tekstūrą kepinių gamybai.

LITERATŪRA

1. Elhariry H.M., Mahmoud R.M., Hassan A.A., Aly M.A. Development of Co-Culture Sourdough Systems for Improving Bread Quality and Delaying Staling. *Food Biotechnology*. 2011;25(3):252-72.
2. Sawa K, Inoue S, Lysenko E, Edwards N.M., Preston K.R.. Effects of purified monoglycerides on Canadian short process and sponge and dough mixing properties, bread quality and crumb firmness during storage. *Food Chem*. 2009;115 (3):884–90.
3. Selomulyo V.O., Zhou W. Frozen bread dough: Effects of freezing storage and dough improvers. *J Cereal Sci*. 2007;45(1):1-17.
4. Sanz-Penella J.M., Tamayo-Ramos J.A., Haros M. Application of bifidobacteria as starter culture in whole wheat sourdough breadmaking. *Food and Bioprocess Technology*. 2012;5(6):2370-80.
5. Chhanwal N, Anishaparvin A, Indrani D, Raghavarao K, Anandharamakrishnan C. Computational fluid dynamics (CFD) modeling of an electrical heating oven for bread-baking process. *J Food Eng*. 2010;100(3):452-60.
6. Ponzio N.R., Ferrero C, Puppo M.C. Wheat varietal flours: Influence of pectin and DATEM on dough and bread quality. *International Journal of Food Properties*. 2013;16(1):33-44.
7. Gioia L.C., Ganancio J.R., Steel C. Food Additives and Processing Aids used in Breadmaking. *Academic Journals*. 2017; 42(1)1-12.
8. Goesaert H, Leman P. Model Approach to Starch Functionality in Bread Making. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2008; 56(15):6423-31.
9. Aguirre J.F., Osella C.A., Carrara C.R., Sánchez H.D., Buera M.P. Effect of storage temperature on starch retrogradation of bread staling. *Starch: biosynthesis, nutrition, biomedical*. 2011; 12(3):1-10.
10. Purhagen J. Staling and Starch Retrogradation in Speciality Bread. *Department of Food Technology, Engineering and Nutrition*. 2011; 5:20-28.
11. Patel B.K., Seetharaman K. Impact of different baking processes on bread firmness and starch properties in breadcrumb. *Journal of Cereal Science*. 2005; 42(2):173-184.
12. Lehmann U., Robin F. Slowly digestible starch – its structure and health implications: a review. *Trends in Food Science & Technology*. 2007; 18:346–355.
13. Freeland K.R., Wilson C., Wolever T.M.S. Adaptation of colonic fermentation and glucagon – like peptide–1 secretion with increased wheat fibre intake for 1 year in hyperinsulinaemic human subjects. *British Journal of Nutrition*. 2010; 103:82–90.
14. Anson N.M., Havenaar R., Bast A., Haenen G.R.M.M. Antioxidant and anti-inflammatory capacity of bioaccessible compounds from wheat fractions after gastrointestinal digestion. *Journal of Cereal Science*. 2010; 51: 110–114.
15. Tester R.F., Karkalas J, Qi X. Starch – composition, fine structure and architecture. *J Cereal Sci*. 2004; 39:151-165.
16. Copeland L, Blazek J, Salman H, Tang M.C. Form and functionality of starch. *Food Hydrocol*. 2009; 23:1527-1534.

17. Belitz H.D., Grosch W, Schieberle P. Starch from various plants. *Food Chemistry*.2009;14:1-10.
18. Liu Q. Understanding starches and their role in foods. In: Cui SW (ed) *Food Carbohydrates: Chemistry, Physical Properties and Applications*. 2005; 10:309-355.
19. Jobling S. Improving starch for food and industrial applications. *Curr. Opin. Plant Biol.* 2004; 7:210-218.
20. Hegenbart S. Natural products insider. *Understanding Starch Functionality*.2014; 2:5-25.
21. BeMiller J, Whistler R. Starch: Chemistry and Technology. *Food Science and Technology International Series*. 2009;3:403-431.
22. Slovaca A.C., Chemical composition and nutritional quality of wheat grain. *Institute of Biochemistry, Nutrition and Health Protection*. 2009; 2(1):115 – 138.
- 24.Manufacturing process of corn starch. Interneto prieiga: <https://medium.com/@HLAgroProducts/a-brief-description-of-the-corn-starch-production-process-d1617c83416b> [žiūrėta 2020-01-29].
25. Shevkani K, Singh N, Bajaj R, Kaur A. Wheat starch production, structure, functionality and applications—a review. *The New York Academy of Sciences*.2016; 1:5-8.
26. Masakuni T, Teruya T. The Principles of Starch Gelatinization and Retrogradation. *Food and Nutrition Sciences*. 2014; 5(3):280-29.
- 27.Possibilities for the use of starch. Interneto prieiga: <https://www.bakingbusiness.com/articles/48456-a-primer-on-starch-ingredients> [žiūrėta 2020-01-29].
28. Preedy V.R., Ross Watson R., Patel V.B. Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention. Elsevier AP (Academic press). 2011; 1:3-20.
29. Ktenioudaki A, Alvarez-Jubete L, Gallagher E. A review of the process-induced changes in the phytochemical content of cereal grains: The breadmaking process. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2015;55(5):611-19.
30. Cauvain S. Breadmaking Processes. *Technology of Breadmaking*. 2015; 1:23-55.
31. Rios R.V., Pessanha M, Almeida P, Viana C.L. Application of fats in some food products. *Food Science and Technology*.2014; 34(1):12-20.
32. Jakob F, Steger S, Vogel R. Influence of novel fructans produced by selected acetic acid bacteria on the volume and texture of wheat breads. *European Food Research and Technology*.2012; 234: 493–499.
33. Nechitaa V, Niculita I, Arghireb C, Izellab I.G. Strong flour improvement using malt flour. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*. 2009; 15(2):242-244.
34. Maninder K, Bains G.S. *J. Food Sci. and Technology*. 2006;13:328-331.
35. Cauvain, S. Breadmaking: Improving Quality. *Food science and technology*. 2003; 1:10-21.
36. Kale C.K., Kotecha P.M., Chavan J.K., Kadam, S.S. Effect of processing conditions of bakery products on formation of resistant starch. *Journal of Food Science and Technology Mysore*. 2002; 39:520-524.
37. Awika J.M . Effect of bioactive components rheology, baking and extrusion. *Fruit and cereal bioactives*. 2011; 1:337-344

38. Eliasson A. Starch: Physicochemical and Functional Aspects. *Carbohydrates in Food*. 2017;10:100-110.
39. Lagrain B, Leman P, Goesaert H, Delcour J.A. Impact of thermostable amylases during bread making on wheat bread crumb structure and texture. *Food Research International*. 2008;41:819-827.
40. Mason W. Starch Use in Foods. *Starch (Third Edition) Chemistry and Technology*. 2009; 10:745-795.
41. Cai L, Choi I, Hyun J.N., Jeong Y, Baik B.K. Influence of Bran Particle Size on Bread-Baking Quality of Whole Grain Wheat Flour and Starch Retrogradation. *Cereal Chemistry*. 2014; 1:1-15.
42. Bean M.M, Nishita K.D. Rice flours for baking. In: *rice Chemistry and Technology*. 1985;20-25.
43. Various starches for baking industry. Interneto prieiga: <http://repository.sustech.edu/bitstream/handle/123456789/13193/Research.pdf?sequence=3&isAllowed=y> [žiūrėta 2020-02-02].
44. Witczaka M, Juszczakb L, Ziobroc R, Korus J. Influence of modified starches on properties of gluten-free dough and bread. *Food Hydrocolloids*. 2012; 28:353-3608.
45. Yan H, Lu Q. Effect of A- and B-granules of Wheat Starch on Chinese Noodle Quality. *Journal of Cereal Science*. 2019; 10:10-24.
46. Belitz H.D., Grosch W, Schieberle P. *Food Chemistry*. 2009;20-25.
47. Bertolini A.C. Trends in starch applications. In: Bertolini AC (ed) *Starches: Characterization, Properties and Applications*. 2010;1:1-20.
48. Park S, Wilson J, Chung O. Size Distribution and Properties of Wheat Starch Granules in Relation to Crumb Grain Score of Pup-Loaf Bread. *Cereal Chemistry*. 2004;2:15-30.
49. Kim H, Huber K. Physicochemical properties and amylopectin fine structures of A- and B-type granules of waxy and normal soft wheat starch. *Journal of Cereal Science*. 2010; 51:256-264.
50. Bemiller A, Whistler K. *Starch. Chemistry and Technology*. 2009; 10:15-20.
51. Goesaert H, Slade L, Levine H, Delcour J.A. Amylases and bread firming – an integrated review. *J Cereal Sci*. 2009; 50:345-352.
52. Lagrain B, Wilderjans E, Glorieux C, Delcour J.A. Role of gluten and starch in crumb structure and texture of fresh and stored straightdough bread. *Inside Food Symposium*. 2013; 9-12.
53. Delcour J.A, Hosney R.C. *Principles of Cereal Science and Technology*. AACC Int. 2009; 20:101-109.
54. Sluimer P. Principles of breadmaking. *Food science and technology*. 2007; 22–27, 174–182.
55. Eliasson A.C., Bergenståhl B, Nilsson L, Sjöö M. From molecules to products: some aspects of structure-function relationships in cereal starches. *Cereal Chem*. 2013;(9):326-334.
56. Primo-Martin C, Hamer R.J., Vliet T. Crystallinity changes in wheat starch during the breadmaking process: Starch crystallinity in the bread crust. *J Cereal Sci*. 2007; 45:219- 226.

57. Gray J.A., BeMiller J.N. Bread staling: molecular basis and control. *Compr. Rev. Food Sci.* 2003; (2):1-20.
58. Cauvain S. Other Cereals in Breadmaking. *Technology of Breadmaking*. 2014; 1: 377-397.
59. Abdel-Aal El-Sayed M., Rabalski I. Effect of baking on nutritional properties of starch in organic spelt whole grain products. *Food chemistry*. 2009;111:150–156.
60. Varriano-Marston E, Ke V, Huang G, Ponte Jr. J. Comparison of methods to determine starch gelatinization in bakery foods. *Cereal Chem.* 1980; 57:242-248.
61. Hug-Iten S, Escher F, Conde-Petit B. Staling of bread: role of amylose and amylopectin and influence of starch-degrading enzymes. *Cereal Chem.* 2003; 80:654-661.
62. Bosmans G.M., Lagrain B, Ooms N, Fierens E, Delcour J.A. Biopolymer interactions, water dynamics and bread crumb firming. *J.Agric. Food Chem.* 2013; 61:4646-4654.
63. Purhagen J.K., Sjöo M.E., Eliasson A.C. The use of normal and heat-treated barley flour and waxy barley starch as anti-staling agents in laboratory and industrial baking processes. *J. Food Eng.* 2011; 104:414-421.
64. Ribotta P.D., Le Bail A. Thermo-physical assessment of bread during staling. *LWT - Food Sci. Technol.* 2007; 40:879-884.
65. Rojas J.A., Rosell C.M., de Barber C.B. Role of maltodextrins in the staling of starch gels. *Eur. Food Res. Technol.* 2001;212:364-368.
66. BeMiller J, Whistler R. *Starch: Chemistry and Technology*. Food Science and Technology International Series. 2009; 253-270.
67. Soulaka A.B, Morrison W.R. The bread baking quality of six wheat starches different in composition and physical properties. *J. Sci. Food Agric.* 1985; 36: 719-722.
68. Olaoye O.A., Onilude A.A., Idowu O.A. Quality characteristics of bread produced from composite flours of wheat, plantain and soybeans. *African Journal of Biotechnology*. 2006;5:11-18.
69. Mason W. *Starch Use in Foods*. *Starch (Third Edition) Chemistry and Technology*. 2009; 745-795.
70. Tebben L, Shen Y, Li Y. 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;81:10-24.
71. Perten H. *Manual Glutomatic System*. The gluten Index method (ICC standard Methods No. 155 and no. 158, AACC Method 38 - 12). 2005.
72. Calvin O. Starch and modified starch in bread making: A review. *Journal of Cereal Science*. 2016; 363:6-28.
73. Mathewson P.R. Enzymatic Activity during bread baking. *Cereal Food World*. 2000; 45:98-110.
74. Lyla A.A. *Pastry and bread with use baker's yeast*. University of Tanta. 2002;101-110.

75. Birch A, Petersen M, Hansen A. The aroma profile of wheat bread crumb influenced by yeast concentration and fermentation temperature. *LWT - Food Science and Technology*. 2013; 50(2): 480-488.
76. Mathewson P.R. Enzymatic Activity during bread baking. *Cereal Food World*. 2000;45:98-102.
77. Homayouni A, Amini A. Resistant starch in food industry: A changing outlook for consumer and producer. *Starch: Biosynthesis, Nutrition, Biomedical*. 2016;10:1-14.
78. Gänzle M.G. , Enzymatic and bacterial conversions during sourdough fermentation. *Food Microbiology*. 2014;37:2–10.
79. Neill G., Al-Muhtaseb A. H., Magee T. R. A. Optimisation of time/temperature treatment, for heat treated soft wheat flour. *Journal of Food Engineering*. 2012. 113 P.422–426.
80. McGuire R.G. Reporting of Objective Color Measurements. *HortScience* 1992;27(12):1254-1255.
81. Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro įsakymas “Dėl duonos ir pyrago kepinių apibūdinimo, gamybos ir prekinio pateikimo techninio reglamento patvirtinimo”. 2014 m. spalio 28 d. Nr. 3D-794, Vilnius.
82. Sventickaitė A., Schleining G. Investigations of the effects of the pregelatinised rye flour on the quality characteristics of wheat bread. 1st Baltic Conference on Rye: research, quality, processing, market. *International Association for Cereal Science and Technology*. 2001; 50-51.
83. LST 1492:1997. Duona ir pyrago gaminiai. Drėgmės kiekio nustatymo metodai.
84. LST 1442:1996. Duona ir pyrago kepiniai. Akytumo nustatymas.
85. LST ISO 11036:2003. Juslinė analizė. Metodika. Tekstūros profilis.
86. AACC International. Approved Methods of Analysis, 11th Ed. Method 74-09.01. Approved November 8, 1995, Reapproved November 3, 1999. AACCI, St. Paul, MN, doi: 10.1094/AACCIntMethod-74-09.0197. Cauvain S.P. 2009. The relevance of testing to the manufacture of bread and fermented products. In: *Cereals, Flour, Dough and Product Testing – The ICC Handbook of Methods and Applications*, eds S.P. Cauvain and L. Young, pp. 125–155, Lancaster PA, ICC, DEStech Publications, Inc.
87. LST EN ISO 13299:2010. Juslinė analizė. Metodika. Bendrieji nurodymai dėl juslinio profilio sudarymo.
88. Hassan H. A. Fortification of wheat flour with pigeon pea flour and protein isolate for bakery products. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Khartoum, Sudan. 2007;10-24.
89. Ahmed E. G. Effect of Bran Particle Size on Wheat Flour Dough and Bread Quality. M.Sc. Thesis. University of Khartoum. 2005;105-120.
90. Ahmed M. Effect of Wheat Blending and Milling Conditions on Flour and Bread Quality, Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Khartoum, Sudan. 2013; 45-52.

91. Eduardo M. Svanberg, U. Oliveira, J. Ahrne, L. Effect of cassava flour characteristics on properties of cassava-wheat-maize composite bread types. *Int. J. Food Sci.* 2013; 1-10.
92. Giami G.Y., Amasisi T, Ekiyor G. Comparison of bread making properties of composite flour from kernels of roasted and boiled African bread fruit. *Journal Food Science.* 2004; 1(1): 16-25.
93. Akobudu E. Bread making technology and ingredient for bread making. A paper presented at a training workshop on the use of cassava/wheat composite flour and non-bromate additives for making bread and other confectionaries. Held at Mich. Okpara University of Agriculture. 2006; 1:1-15.
94. Eddy N.O., Udofia P.G., Eyo D. Sensory evaluation of wheat/cassava composite bread and effect of label information on acceptance and preference. *Afr. J. Biotechnology.* 2007; 6(16):123-134.
95. Udofia P. G., Udoudo P. J., Eyen N. O. Sensory evaluation of wheat-cassava-soybean composite flour (WCS) bread by the mixture experiment design. *Journal of food Sci.* 2013; 7(10): 368-374.
96. Akram N, Huma N, Pasha I. Effect of cereal starches on dough and bread quality. *Journal of Agricultural Sciences.* 2017; 54(1):145-151.
97. Rathnayake H.A., Navaratne S.B., Navaratne C.M. Porous Crumb Structure of Leavened Baked Products. *Int J Food Sci.* 2018;12:10-27.
98. Goesaert H, Leman P, Bijttebier A, Delcour J.A. Antifirming Effects of Starch Degrading Enzymes in Bread Crumb. *J. Agric. Food Chem.* 2009; 57(6): 2346-2355.

PRIEDAI

1 priedas. Kvietinių kepinų testo tekstūros tyrimo rezultatai

Mėginys	Tekstūra, mJ
S1	0,2
S2	0,2
S3	0,3
S4	0,6
S5	0,8
S6	0,3
S7	0,4
S8	0,5
S9	0,6
S10	0,8
S11	0,7
S12	0,7
S13	0,9
Stulpelio statistika	
Vidutinė vertė	0,54
Standartinis nuokrypis	0,23993
P	0,200
(Pastaba: S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo).	

2 priedas. Kvietinių kepinų testo tekstūros tyrimo rezultatai

Mėginys	Tekstūra, mJ
S1	2,4
S2	2,7
S3	0,8
S4	0,6
S5	0,6
S6	2,3
S7	1,7
S8	0,7
S9	0,5
S10	1,1
S11	0,5
S12	0,4
S13	0,4
Stulpelio statistika	
Vidutinė vertė	1,13
Standartinis nuokrypis	0,84102
P	0,011
(Pastaba: S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo).	

3 priedas. Mėginių plutelės spalvų koordinatės (L*, a*, b*)

Mėginiai	Šviesumas, L*	Rausvumas, a*	Gelsvumas, b*
S1	41,66	9,79	19,34
S2	41,54	9,59	18,72
S3	43,21	8,71	19,94
S4	46,55	8,71	21,22
S5	37,74	10,16	21,8
S6	41,1	10,08	20,55
S7	45,37	8,91	20,74
S8	46,1	9,6	21,29
S9	47,91	9,13	22,2
S10	38,9	9,84	19,59
S11	43,88	9,7	19,82
S12	45,98	10,06	22,31
S13	49,36	10,71	21,9
Stulpelio statistika			
Vidutinė vertė	43,79	9,61	20,72
Standartinis nuokrypis	3,48736	0,60346	1,17193
P	0,011	0,197	0,200
(Pastaba: S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo).			

4 priedas. Mėginių minkštimo spalvų koordinatės (L*, a*, b*)

Mėginiai	Šviesumas, L*	Rausvumas, a*	Gelsvumas, b*
S1	66,5	3,08	17,1
S2	66,9	2,93	18,71
S3	64,66	2,77	18,86
S4	63,89	2,75	18,91
S5	60,22	2,58	19,18
S6	65,27	2,87	18,54
S7	66,17	2,88	18,16
S8	65,41	2,71	19,36
S9	68,31	2,64	19,9
S10	66,27	2,79	18,6
S11	66,1	2,9	19,06
S12	64,03	2,41	19,41
S13	62,68	2,25	20,02
Stulpelio statistika			
Vidutinė vertė	65,11	2,74	18,91
Standartinis nuokrypis	2,07395	0,22408	0,75687
P	0,014	0,200	0,200
(Pastaba: S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo).			

5 priedas. Kvietinių kepinų drėgmės

Mėginys	DS, proc.	Drėgmė, proc.
S1	71,4	28,6
S2	72	28
S3	72,6	27,4
S4	73	27
S5	69,4	30,6
S6	68,4	31,6
S7	69	31
S8	65,8	34,2
S9	64,4	35,6
S10	68,4	31,6
S11	69,4	30,6
S12	63,4	36,6
S13	61,2	38,8
Stulpelio statistika		
Vidutinė vertė	-	30,4
Standartinis nuokrypis	-	2,97933
P	-	0,012
(Pastaba: S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo).		

6 priedas. Kvietinių kepinų savitasis tūris

Mėginys	Savitasis tūris, ml/g
S1	3,79
S2	2,74
S3	2,43
S4	2,27
S5	2,32
S6	2,39
S7	2,23
S8	2,09
S9	1,93
S10	2,59
S11	2,37
S12	2,26
S13	2,10
Stulpelio statistika	
Vidutinė vertė	2,42
Standartinis nuokrypis	0,46162
P	0,014
(Pastaba: S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo).	

7 priedas. Kvietinių kepinų formos išlaikymo koeficientai

Mėginys	ilgis	plotis	ilgis/pločio
S1	13,1	8,8	1,489
S2	13	8	1,625
S3	12,8	7,6	1,684
S4	12,7	7,4	1,716
S5	12,8	7,3	1,753
S6	12,5	7,8	1,603
S7	12,4	8	1,550
S8	11,8	7,7	1,532
S9	11,3	7,5	1,507
S10	13	7,5	1,733
S11	12,7	7,2	1,764
S12	12	6,9	1,739
S13	12,1	6,5	1,862
Stulpelio statistika			
Vidutinė vertė			1,66
Standartinis nuokrypis			0,1119
P			0,200
(Pastaba: S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo).			

8 priedas. Kvietinių kepinų akytumo rezultatai

Mėginys	Akytumas, proc.
S1	73,15
S2	75,52
S3	69,79
S4	71,14
S5	65,68
S6	69,33
S7	72,69
S8	67,84
S9	65,63
S10	71,85
S11	62,74
S12	61,69
S13	60,61
Stulpelio statistika	
Vidutinė vertė	67,85
Standartinis nuokrypis	4,65201
P	0,148
(Pastaba: S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo).	

9 priedas. Kvietinių kepinų žiedėjimo intensyvumo rezultatai

Mėginys	Tekstūra po 24 val.	Tekstūra po 48 val.	Tekstūra po 72 val.	Tekstūra po 96 val.	Tekstūra po 120 val.
S1	2,4	1,7	1,9	0	0
S2	2,7	1,2	1,4	0	0
S3	0,8	1,2	1,2	1,4	2,7
S4	0,6	1	1,1	1,5	3,1
S5	0,6	1,5	1,2	1,5	3,8
S6	2,3	1,6	1,5	0	0
S7	1,7	1,7	1,9	2,1	0
S8	0,7	1,2	1,4	1,5	2,4
S9	0,5	1,1	1,5	1,6	0
S10	1,1	0,8	1,1	0	0
S11	0,5	0,9	1	1,4	0
S12	0,4	0,5	0,9	1,5	3,8
S13	0,4	0,5	0,9	2,2	4,2
Stulpelio statistika					
Vidutinė vertė	1,13	1,15	1,31	1,63	3,33
Standartinis nuokrypis	0,84102	0,40746	0,33282	0,82197	1,78911
P	0,011	0,200	0,200	0,001	<0,001
(Pastaba: S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo). Skaitinė reikšmė 0 reiškia, kad mėginys jau buvo paveiktas mikrobinio gedimo.					

10 priedas. Kvietinių kepinių jauslinių savybių ir bendro priimtinumą rezultatai

Savybės		Mėginiai													Vidutinė vertė	Standartinis nuokrypis	P
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13			
Gaminio išvaizda	Plutelės spalva	8,2	8,5	7,9	8,3	9,0	7,5	8,7	8,8	9,5	7,8	8,7	9,6	9,8	8,64	0,71009	0,200
	Minkštimo spalva	2,5	2,8	2,6	3,1	2,9	2,8	3,0	3,2	3,7	2,7	3,0	2,6	2,8	2,90	0,31623	0,200
Kvapos	Bendras kvapas	11,2	12,0	12,6	8,5	6,9	7,5	8,1	10,4	12,2	8,5	10,8	12,5	13,1	10,32	2,15645	0,001
	Duonos kvapas	13,4	11,5	11,7	10,5	12,2	11,8	12,9	11,2	10,2	12,4	12,8	10,6	9,2	11,57	1,20788	0,200
	Priedų kvapas	3,9	2,7	5,7	6,2	7,1	1,9	5,8	5,2	6,8	2,2	4,7	6,7	7,3	5,09	1,87903	0,200
Skonis	Bendras skonis	13,1	12,4	13,5	14,0	11,7	12,7	13,8	13,4	12,1	13,0	12,6	10,9	10,5	12,59	1,06729	0,527
	Duonos skonis	13,5	11,7	12,0	10,8	9,6	12,8	13,1	12,6	9,8	13,0	13,2	11,5	11,0	11,89	1,29516	0,267
	Priedų skonis	3,0	3,5	3,6	2,9	4,0	2,8	3,2	4,8	5,1	3,5	3,3	5,2	5,5	3,88	0,94794	0,001
	Rūgštumas	4,2	3,7	3,6	4,1	4,4	4,8	4,6	5,1	5,3	4,0	3,9	3,5	4,1	4,25	0,56216	0,589
	Kartumas	1,7	2,2	2,5	2,9	3,4	2,4	1,9	1,6	1,5	2,4	1,2	1,5	1,4	2,05	0,65271	0,407
Tekstūra	Akytumas	8,7	10,2	9,4	7,1	5,5	9,1	8,1	6,5	5,4	9,5	8,5	5,9	5,2	7,62	1,76737	0,196
	Trupumas	7,7	6,7	7,2	9,2	10,1	6,2	6,5	8,8	8,3	6,1	6,9	9,9	10,4	8,0	1,54596	0,015
	Elastingumas	8,5	8,8	9,1	6,4	5,7	9,0	9,2	5,5	5,2	8,9	10,1	6,0	6,2	7,58	1,7487	0,037
	Kietumas	8,7	9,0	9,3	6,7	6,5	9,2	9,4	6,0	5,8	7,1	7,4	6,4	7,0	7,28	2,2569	0,012
	Drėgnumas	4,5	5,5	6,1	6,4	5,8	4,3	4,7	5,2	6,1	6,8	7,5	8,4	8,8	6,16	1,41689	0,526
Priimtinių s	Priimtinių	12,5	11,8	9,8	9,5	8,4	13,4	13,1	13,8	12,2	11,6	9,9	8,0	7,5	10,88	2,14936	0,349

(Pastaba: S1 – kontrolinis mėginys; S2, S3, S4, S5 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kviečių krakmolo; S6, S7, S8, S9 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g kukurūzų krakmolo; S10, S11, S12, S13 – atitinkamai, su 25; 50; 75; 100 g bulvių krakmolo).