



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

**Maistinių skaidulų panaudojimas mėsos produktų gamyboje:
įtaka technologinėms, maistinėms, funkcinėms savybėms ir
virškinamumui**

Baigiamasis magistro projektas

Justina Narkevičiūtė

Projekto autorė

Doc. Dr. Rimantė Vinauskienė

Vadovė

Kaunas, 2022



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

**Maistinių skaidulų panaudojimas mėsos produktų gamyboje:
įtaka technologinėms, maistinėms, funkcinėms savybėms ir
virškinamumui**

Baigiamasis magistro projektas

Maisto mokslas ir sauga (6211FX011)

Justina Narkevičiūtė

Projekto autorė

Doc. Dr. Rimantė Vinauskienė

Vadovė

Doc. Dr. Milda Keršienė

Recenzentė

Kaunas, 2022



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Justina Narkevičiūtė

Maistinių skaidulų panaudojimas mėsos produktų gamyboje: įtaka technologinėms, maistinėms, funkcinėms savybėms ir virškinamumui

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

1. baigiamąjį projektą parengiau savarankiškai ir sąžiningai, nepažeisdama(s) kitų asmenų autoriaus ar kitų teisių, laikydamasi(s) Lietuvos Respublikos autorių teisių ir gretutinių teisių įstatymo nuostatų, Kauno technologijos universiteto (toliau – Universitetas) intelektinės nuosavybės valdymo ir perdavimo nuostatų bei Universiteto akademinės etikos kodekse nustatytų etikos reikalavimų;
2. baigiamajame projekte visi pateikti duomenys ir tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti teisėtai, nei viena šio projekto dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar elektroninių šaltinių, visos baigiamojo projekto tekste pateiktos citatos ir nuorodos yra nurodytos literatūros sąrašė;
3. įstatymų nenumatytų piniginių sumų už baigiamąjį projektą ar jo dalis niekam nesu mokėjęs (-usi);
4. suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo ar kitų asmenų teisių pažeidimo faktui, man bus taikomos akademinės nuobaudos pagal Universitete galiojančią tvarką ir būsiu pašalinta(s) iš Universiteto, o baigiamasis projektas gali būti pateiktas Akademinės etikos ir procedūrų kontrolieriaus tarnybai nagrinėjant galimą akademinės etikos pažeidimą.

Justina Narkevičiūtė

Patvirtinta elektroniniu būdu

Narkevičiūtė Justina. Maistinių skaidulų panaudojimas mėsos produktų gamyboje: įtaka technologinėms, maistinėms, funkcinėms savybėms ir virškinamumu. Magistro baigiamasis projektas/ vadovė doc. dr. Rimantė Vinauskienė; Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypties grupė): Technologijų mokslai, Maisto technologijos.

Reikšminiai žodžiai: mėsos gaminiai, bruknių išspaudų, maistinės skaidulos

Kaunas, 2022. 69 p.

Santrauka

Šių dienų maisto gamintojai, atsižvelgdami į mitybos gerinimo tendencijas, daug dėmesio skiria kuriamų produktų maistinėms savybėms ir virškinamumui. Populiarija maistinių skaidulų, mažinančių cholesterolio kiekį, palaikančių žarnyno ir širdies veiklą, panaudojimas mėsos produktų gamyboje. Darbe pateikta pramoninių obuolių, žirnių, bulvių skaidulų ir bruknių išspaudų fizikocheminių ir technologinių savybių tyrimo rezultatai. Didžiausią vandens sulaikymo gebą turėjo bulvių (6,3 g vandens/g skaidulų) ir žirnių (6,21 g vandens/g skaidulų) skaidulos, tačiau didžiausią riebalų sulaikymo pajėgumą turėjo bruknių (0,5BR E) išspaudos - 3,13 g riebalų/g išspaudų.

Didinant skaidulų koncentraciją mėsos sistemose, virimo nuostoliai sumažėjo nuo 19,77 % (kontrolėje) iki 0,23 % (su bulvių ir žirnių skaidulomis). Bruknių išspaudos (0,2BR E) virimo nuostolius sumažino iki 6,57 % ir didino mėsos sistemų rūgštingumą (0,2 BR) iki 4,22 vertės. Pramoninės obuolių skaidulos pH vertės sumažino iki 5,13 nuo 5,47- kontrolinio bandinio vertės. Didinant skaidulų ir išspaudų koncentraciją bandiniai tamsėjo, o raudonumas, lyginant su kontrole, labiausiai didėjo mėsos bandiniuose su obuolių skaidulomis (nuo 3,22 iki 5,17) ir bruknių išspaudomis (0,2 BR; nuo 2,87 iki 16,61), tačiau pridėjus žirnių skaidulų raudonumas sumažėjo nuo 4,39 iki 3,03.

Didinant skaidulų koncentraciją, didėjo gaminių kietumas ir kramtomumas. Kiečiausi buvo bandiniai su 9 % žirnių skaidulomis (37,89 N), o minkščiausi su bruknių išspaudomis (0,5BR 9 % - 18,22 N), Pramoninės obuolių skaidulos kramtomumą didino nuo 2,99 N (kontroliniame) iki 5,22 N, o bruknių išspaudos (0,5BR) nuo 3,02 N iki 5,48 N. Didinant skaidulų ir išspaudų koncentracijas, rišlumas ir elastingumas kito nedaug.

Laikymo metu nustatyta, jog antioksidacinis aktyvumas buvo didesnis mėginiuose su bruknių išspaudomis. Vertinant DPPH rodiklį, 21 parą pastebėtas didelis skirtumas tarp kontrolinių mėginių bei mėginių su išspaudomis, kuomet kontroliniame mėginyje antioksidacinis aktyvumas buvo lygus 2,09 %, o mėginiuose su išspaudomis- 22,9 %. TBARS rodiklio pokyčiai parodė suintensyvėjusį antrinių oksidacijos produktų susidarymą kontroliniuose mėginiuose. Pradiniuose laikymo etapuose visų mėginių rezultatai buvo itin panašūs, tačiau ryškus pokytis matomas 21 paroje, kuomet kontroliniame bandinyje malonaldehido koncentracija pasiekė 0,344 mg/kg, o bandinyje su BR-0,052 mg/kg. Malonaldehido koncentracija bandiniuose su BR beveik nekito viso laikymo metu.

Darbe įvertinta bruknių išspaudų įtaka mėsos gaminių virškinamumui. Didinant išspaudų koncentraciją nevirškintuose bandiniuose, didėjo nesočiųjų RR kiekis, o sočiųjų mažėjo. Virškinimo metu plonajame žarnyne (D60) iš mėsos gaminių (5 % BR) išsiskyrusiuose riebaluose, nesočiųjų riebalų rūgščių kiekis buvo didesnis- 67,1 %, nei kontroliniame bandinyje - 63,24 %. Mononesočiųjų RR kiekis visuose bandiniuose išliko didesnis nei polinesočiųjų. Sočiųjų RR kiekis sumažėjo nuo

36,76 % (kontroliniame) iki 32,90 % (0,5BR 1,5 % ir 0,5BR E 1,5 %). Didinant išspaudų koncentraciją nuo 1,5 % iki 5 % bandiniuose, mažėjo sočiųjų, o padidėjo nesočiųjų RR atpalaidavimas. Po virškinimo plonajame žarnyne (D120), 0,5BR E 1,5 % bandinyje hidrolizuotų baltymų buvo daugiausiai ir siekė 97,7 %. Šiame etape laisvą amino grupę turinčių aminorūgščių kiekis buvo didžiausias 0,5BR 5 % bandinyje ir siekė 1749,56 mM leuc ekv/1g produkto, o didžiausias atpalaiduotų fenolinių junginių kiekis buvo bandinyje 0,5BR 5 % (0,81) ir 0,5BR E 5 % (0,8 GRE/g virškintos dešros).

Nustatyta gaminių cheminė sudėtis ir skaidulinių medžiagų skaičiavimai parodė, jog paruoštas produktas yra skaidulinių medžiagų šaltinis. Gaminiuose su 5 % bruknių išspaudomis, skaidulų kiekis produkte 1,52 g/ 100 kcal produkto, o remiantis *ES Reglamentu 1924/2006*, skaidulų kiekis produkte turėtų būti bent 1,5 g/ 100 kcal produkto.

Narkeviciute Justina. Use of Dietary Fiber in the Production of Meat Products: Influence on Technological, Nutritional, Functional Properties and Digestibility. Master's Final Degree Project / supervisor Assoc. Prof.dr. Rimante Vinauskiene; Faculty of Chemical Technology, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Technological Sciences, Food Technologies.

Keywords: meat products, lingonberry pomace, dietary fibers.

Kaunas, 2022. 69.

Summary

Today's food manufacturers, taking into account the trends in the improvement of nutrition, pay great attention to the nutritional properties and digestibility of the products being developed. The use of dietary fiber, which lowers cholesterol, supports the functioning of the intestines and heart, in the production of meat products, is gaining popularity. The work presents the results of the study of the physicochemical and technological properties of industrial apples, peas, potato fibers and lingonberry pomace. Potatoes (6.3 g of water/g fiber) and peas (6.21 g of water/g fiber) had the highest water retention capacity, but lingonberry (0.5BR E) pomace (3.13 g of fat/g of pomace) had the highest fat retention capacity.

By increasing the concentration of fiber in meat systems, cooking losses decreased from 19.77 % (control) to 0.23 % (with potato and pea fiber). Lingonberry pomace (0.2BR E) reduced cooking losses to 6.57 % and increased the acidity of meat systems (0.2 BR) to a value of 4.22. The pH of industrial apple fibers was reduced to 5.13 from the 5.47-control value of the control. As the concentration of fibers and pomace increased, the samples darkened and the redness increased the most compared to control in meat samples with apple fiber (3.22 to 5.17) and lingonberry marc (0.2 BR; from 2.87 to 16.61), but with the addition of pea fibers, the redness decreased from 4.39 to 3.03. By increasing the concentration of fiber, the hardness and chewing of products increased. The hardest samples were samples with 9% pea fiber (37.89 N), while the softest with lingonberry marc (0.5BR 9 % - 18.22 N), industrial apple fibers increased chewing from 2.99 N (control) to 5.22 N, and lingonberry pomace (0.5BR) from 3.02 N to 5.48 N.

During storage, it was found that antioxidant activity was higher in samples with lingonberry marc. For the DPPH indicator, a significant difference was observed between the control samples and the pomace samples at 21 days, when the antioxidant activity in the control sample was 2.09% and in the samples with the marc in the samples at 22.9%. Changes in the TBARS indicator showed an increase in the formation of secondary oxidation products in the control samples. At the initial storage stages, the results of all samples were very similar, but a significant change was observed on day 21, when the malonaldehyde concentration in the control sample reached 0,344 mg/kg and in the BR-0.052 mg/kg sample. The concentration of malonaldehyde in samples with BR remained almost unchanged throughout storage.

The work assessed the influence of lingonberry pomace on the digestibility of meat products. The increase in the concentration of pomace in undigested samples increased unsaturated RR levels and a decrease in saturation. During digestion, fats released from meat products (5 % BR) in the small intestine (D60) had a higher content of unsaturated fatty acids at 67.1% than in the control sample of 63.24%. Monounsaturated RR levels remained higher in all samples than polyunsaturated ones. Saturated RR content decreased from 36.76% (control) to 32.90% (0.5BR 1.5% and 0.5BR E 1.5%).

Increasing the concentration of pomace from 1.5 % to 5 % in the samples led to a decrease in saturation and an increase in the release of unsaturated RR. After digestion in the small intestine (D120), 0.5BR E 1.5% of the hydrolyzed proteins in the sample contained the highest hydrolyzed proteins at 97.7%. At this stage, the free amino group had a maximum amino acid content of 0.5BR in 5 % of the sample, reaching 1749,56 mM leuc ekv/1g of the product, while the maximum amount of released phenolic compounds was 0,5BR 5 % (0.81) and 0,5BR E 5 % (0.8 GRE/g digested sausage) in the sample.

The chemical composition of the products and the calculations of fibers have shown that the prepared product is a source of fiber. In products with 5 % lingonberry marc, the fiber content of the product per 1,52 g/ 100 kcal of the product and, in accordance with EU Regulation 1924/2006, the fiber content of the product should be at least 1,5 g/ 100 kcal of the product.

TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS	10
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	11
SANTRUMPŲ IR TERMINŲ SĄRAŠAS.....	12
ĮVADAS.....	13
1. LITERATŪROS ANALIZĖ.....	14
1.1. Skaidulų antioksidacinis aktyvumas.....	16
1.2. Bulvių skaidulos	17
1.3. Obuolių skaidulos.....	18
1.4. Žirnių skaidulos	19
1.5. Bruknių išspaudos	20
1.6. Gaminių virškinamumas su skaidulomis.....	20
2. MEDŽIAGOS IR TYRIMO METODAI	22
2.1. Tyrimo objektai	22
2.2. Skaidulų ir išspaudų analizės metodai.....	25
2.2.1. Drėgmės kiekis [40]	25
2.2.2. Išbrinkimo tūris [5].....	25
2.2.3. pH matavimas	26
2.2.4. Tūrinio tankio nustatymas [5]	26
2.2.5. Vandens sulaikymo pajėgumas [5].....	26
2.2.6. Aliejaus sulaikymo pajėgumas [5]	26
2.2.7. Emulsavimo pajėgumas ir stabilumas [5].....	27
2.3. Mėsos sistemų analizės metodai.....	27
2.3.1. Mėsos sistemų ir gaminių paruošimas [43].....	27
2.3.2. Virimo nuostolių įvertinimas [43].....	27
2.3.3. Vandens ir riebalų kiekiai nuostoliuose [43].....	28
2.3.4. pH.....	28
2.3.5. Spalvos matavimas	28
2.3.6. Tekstūros analizė	28
2.4. Mėsos gaminių su išspaudomis maisto priedais analizės metodai	28
2.4.1. Oksidacinio stabilumo įvertinimo metodai	28
2.4.2. Cheminės sudėties nustatymas	30
2.5. Virškinamumo tyrimas	31
3. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS	32
3.1. Skaidulų ir bruknių išspaudų fizikocheminių bei technologinių savybių įvertinimas	32
3.1.1. Drėgmės absorbavimas.....	32
3.1.2. Išbrinkimo tūris	32
3.1.3. pH.....	33
3.1.4. Tūrinis tankis	33
3.1.5. Vandens sulaikymo pajėgumas	34
3.1.6. Riebalų sulaikymo pajėgumas	35
3.1.7. Emulsijos susidarymo pajėgumas ir stabilumas	36
3.2. Mėsos sistemų analizė	37

3.2.1. Virimo nuostoliai.....	37
3.2.2. Vandens ir riebalų kiekis nuostoliuose.....	37
3.2.3. Mėsos sistemų pH.....	38
3.2.4. Spalvos matavimas mėsos sistemose.....	39
3.2.5. Tekstūros analizė.....	40
3.3. Bruknių išspaudų įtaka mėsos gaminių pokyčiams laikymo metu.....	43
3.3.1. pH.....	43
3.3.2. Spalvos matavimas.....	44
3.3.3. Tekstūros analizė.....	44
3.3.4. Fenolinių junginių pokytis mėsos bandinių laikymo metu.....	45
3.3.5. DPPH nustatymas.....	46
3.3.6. TBARS nustatymas.....	47
3.3.7. Cheminės sudėties nustatymas.....	48
3.4. Virškinamumo tyrimas.....	49
3.4.1. Bruknių išspaudų įtaka riebalų rūgščių sudėčiai ir jos pokyčiams virškinimo metu.....	49
3.4.2. Baltymų hidrolizės laipsnis.....	59
3.4.3. Laisvą amino grupę turinčių aminorūgščių kiekis.....	60
3.4.4. Fenolinių junginių kiekis virškintose mėsos sistemose.....	60
IŠVADOS.....	62
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	65

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Obuolių skaidulose esantys junginiai [19]	18
2 lentelė. Naudojamų skaidulų ir išspaudų duomenys [39]	22
3 lentelė. Bruknių išspaudų cheminė sudėtis	22
4 lentelė. Mėsos sistemų receptūros.....	23
5 lentelė. Mėsos gaminių receptūra.....	24
6 lentelė. Mėsos gaminių receptūra virškinamumo tyrimui.....	24
7 lentelė. Drėgmės kiekis komercinėse skaidulose ir bruknių išspaudose.....	32
8 lentelė. Komercinių skaidulų ir bruknių išspaudų išbrinkimo tūris	32
9 lentelė. Komercinių skaidulų ir bruknių išspaudų emulsijų susidarymo pajėgumas ir stabilumas	36
10 lentelė. Mėsos sistemų virimo nuostoliai	37
11 lentelė. Po virimo išsiskyrusio vandens kiekis, %	37
12 lentelė. Po virimo išsiskyrusių riebalų kiekis, %	38
13 lentelė. Virtų bandinių pH.....	38
14 lentelė. Mėsos sistemų su skaidulomis ir išspaudomis spalvos matavimas	39
15 lentelė. Paruoštų bandinių kietumas, N.....	41
16 lentelė. Paruoštų bandinių rišlumas.....	41
17 lentelė. Paruoštų bandinių elastingumas, N	42
18 lentelė. Paruoštų bandinių kramtomumas, N	43
19 lentelė. Mėsos gaminių spalvos nustatymas	44
20 lentelė. Dešrelių tekstūros analizė.....	44
21 lentelė. Mėsos gaminių su bruknių išspaudomis cheminė sudėtis	48
22 lentelė. Bruknių išspaudų įtaka nevirškintų bandinių riebalų rūgščių sudėčiai	49
23 lentelė. Ekstrahuotų bruknių išspaudų riebalų rūgščių sudėtis	51
24 lentelė. Riebalų rūgščių santykiai nevirškintuose bandiniuose.....	52
25 lentelė. Virškinimo metu atpalaiduotų riebalų kiekis	52
26 lentelė. Riebalų rūgščių sudėtis kontroliniame mėsos bandinyje ir jo virškinimo metu.....	53
27 lentelė. Riebalų rūgščių sudėtis mėsos bandinyje su 1,5 % bruknių išspaudų ir jo virškinimo metu	54
28 lentelė. Riebalų rūgščių sudėtis mėsos bandinyje su 5 % bruknių išspaudų prieš ekstrakciją ir jo virškinimo metu.....	55
29 lentelė. Riebalų rūgščių sudėtis mėsos bandinyje su 0,5BR E 5 % ir jo virškinimo metu	57

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Maistinių skaidulų skirstymas pagal tirpumą ir klampą [11]	15
2 pav. Maistinių skaidulų įtaka maisto produktams [15]	16
3 pav. Tiriamajame darbe naudojamos maistinės skaidulos ir išspaudos	23
4 pav. Tiriamojo darbo eksperimentinis planas	25
5 pav. Tanino rūgšties kalibracinė kreivė	29
6 pav. TEP kalibracinė kreivė	30
7 pav. Skaidulų tirpiosios frakcijos pH	33
8 pav. Skaidulų tūrinis tankis	34
9 pav. Skaidulų vandens sulaikymo pajėgumas	34
10 pav. Skaidulų riebalų sulaikymo pajėgumas	35
11 pav. Skaidulų ir išspaudų emulsavimo pajėgumas	36
12 pav. Mėsos gaminių rūgštingumas	43
13 pav. Fenolinių junginių kiekio nustatymas mėsos bandiniuose	46
14 pav. Mėsos sistemų su maisto priedais DPPH nustatymas	47
15 pav. Mėsos sistemų su maisto priedais TBARS nustatymas	48
16 pav. Riebalų rūgščių nustatymas mėsos sistemose D60- plonajame žarnyne	58
17 pav. Riebalų rūgščių nustatymas mėsos sistemose D120	59
18 pav. Hidrolizės laipsnis	59
19 pav. Laisvą amino grupę turinčių aminorūgščių kiekis	60
20 pav. Fenolinių junginių kiekis virškintose mėsos sistemose	61
21 pav. Iseki Food Association e-conference sertifikatas	64

SANTRUMPŲ IR TERMINŲ SĄRAŠAS

Santrumpos:

NS- nesočiosios

SS- sočiosios

RR- riebalų rūgštys

BR- bruknių išspaudos

0,2BR - bruknių išspaudos 0,2 mm prieš CO₂ ekstrakciją

0,2BR E - bruknių išspaudos 0,2 mm po CO₂ ekstrakcijos

0,5BR - bruknių išspaudos 0,5 mm prieš CO₂ ekstrakciją

0,5BR E - bruknių išspaudos 0,5 mm po CO₂ ekstrakcijos

TBARS- Tiobarbiturinės rūgšties reaktyviosios medžiagos nustatymas

DPPH- 2,2-difenil1-pikrilhidrazilo radikalas

BFJK- bendras fenolinių junginių kiekis

ĮVADAS

Mėsa ir mėsos produktai yra svarbios žmonių mitybos sudedamosios dalys dėl aukštos mitybinės vertės baltymų, vitaminų, ypač vitamino B12 ir mineralų. Mėsa taip pat yra geras arachidono rūgšties šaltinis, kuri yra pusiau nepakeičiama riebalų rūgštis. Šiais laikais į mėsą ir mėsos produktus yra pridama įvairių priedų - vieni dėl juslinių savybių, kiti dėl funkcinių savybių gerinimo. Maistinės skaidulos į mėsos produktus dedamos kaip nekaloringi maisto priedai, gebantys padidinti vandens ir riebalų surišimo gebą, siekiant padėti pakeisti produkto tekstūrą, pagerinti oksidacinį stabilumą arba padėti apsaugoti nuo sudėties pokyčių, pavyzdžiui, riebalų mažinimo proceso [1, 2, 3].

Maistinių skaidulų hidratacijos savybės yra susijusios su polisacharidų chemine struktūra ir kitais veiksniais, tokiais kaip poringumas, dalelių dydis, joninė forma, pH, temperatūra, jonų stiprumas, jonų tipas tirpale ir skaidulų įtempiai. Maistinės skaidulos yra susijusios su įvairia nauda sveikatai, įskaitant žarnyną veiklą, turi teigiamą įtaką maistinių medžiagų virškinamumui, karcinogenezės prevencijai, sumažėjusią koronarinės širdies ligos riziką (hipocholesteroleminį poveikį), 2 tipo diabeto prevencijai (pluošto gebėjimą sumažinti glikemijos atsaką) ir nutukimo mažinimą (perteikus sotumo pojūtį) [2, 3, 4].

Darbo tikslas: nustatyti obuolių, bulvių, žirnių skaidulų ir bruknių išspaudų fizikochemines ir technologines savybes, jų tinkamumą mėsos gaminių praturtinimui ir virškinamumui.

Darbo uždaviniai:

1. įvertinti obuolių, bulvių, žirnių skaidulų ir bruknių išspaudų fizikochemines savybes -tūrinį tankį, drėgmę, išbrinkimo tūrį ir pH;
2. nustatyti pasirinktų skaidulų technologines savybes – vandens ir riebalų sulaikymo pajėgumą, emulsavimo pajėgumą;
3. įvertinti skaidulų įtaką, mėsos sistemų ir mėsos gaminių, fizikinėms, technologinėms ir maistinėms savybėms;
4. nustatyti bruknių išspaudų įtaką mėsos gaminių oksidaciniams pokyčiams jų laikymo metu;
5. įvertinti bruknių išspaudų įtaką mėsos gaminių virškinamumui *in vitro* sistemoje.

1. LITERATŪROS ANALIZĖ

Ivadas

Maistinės skaidulos gali būti skirstomos pagal tirpumą, fermentacijos lygį ir šaltinį. Skaidulos gali būti tirpios ir netirpios. Tirpiajai skaidulų frakcijai priklauso pektinai, netirpiajai frakcijai priklauso celiuliozė, hemiceliuliozė ir ligninas. Remiantis moksline literatūra, abi maistinių skaidulų frakcijos turi teigiamą įtaką sveikatai. Tirpios, lengvai virškinamos skaidulos sudaro klampus tirpalus, kurie užpildo skrandį ir mažina cholesterolio kiekį kraujyje. Netirpūs pluoštai pagreitina medžiagų apykaitą [6].

Maistinės skaidulos pasižymi tokiomis funkcijomis [13]:

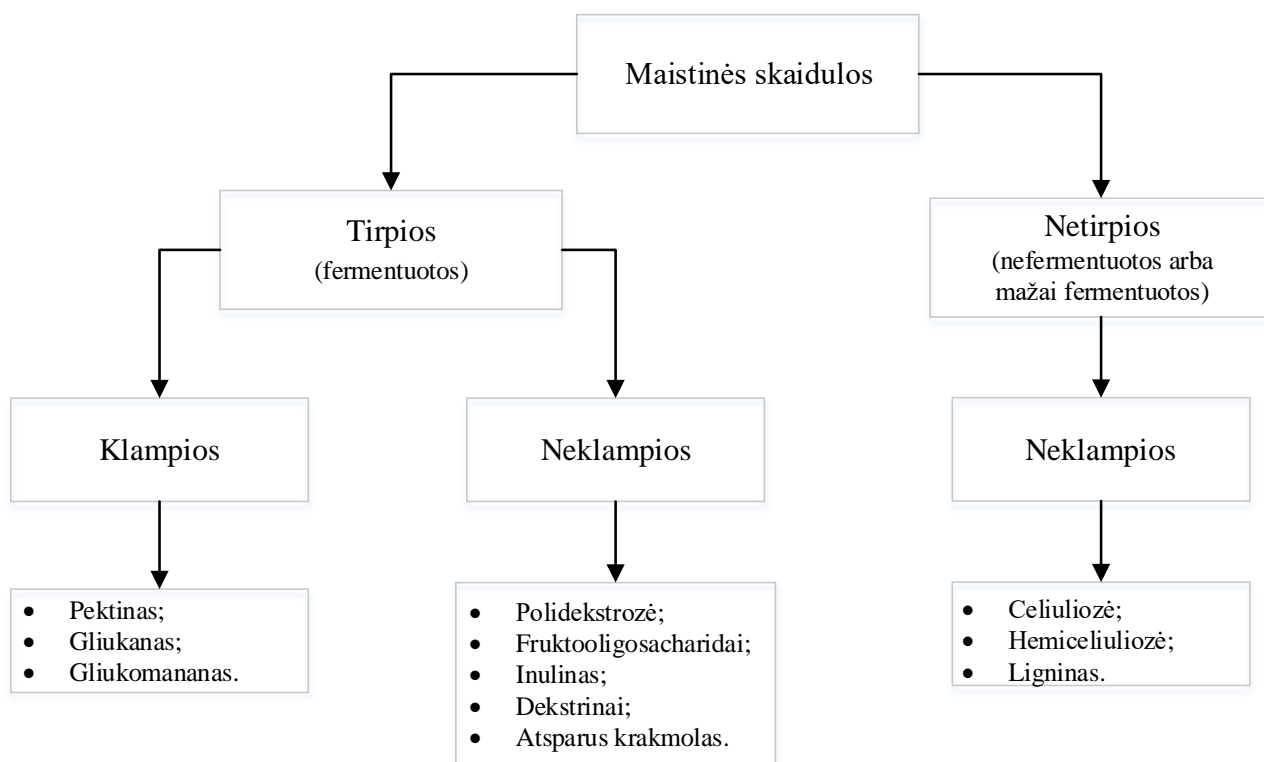
- mažina cholesterolio kiekį;
- mažina trigliceridų kiekį;
- apriboja gliukozės absorbciją;
- pasižymi geru virškinamumu;
- valo žmogaus organizmą;
- mažina diabeto riziką;
- mažina pavojų susirgti širdies ligomis;
- mažina pavojų susirgti plaučių ligomis;
- kontroliuoja žmogaus svorį.

Tirpiosios skaidulos pasižymi stipresniu cukraus kiekio reguliavimu kraujyje, suteikia pilnumo jausmą bei mažina blogojo cholesterolio kiekį kraujyje. Dėl šių priežasčių naudingos žmonėms, sergantiems cukriniu diabetu ir metaboliniu sindromu.

Netirpiųjų skaidulų funkcijos:

- keliaudamos per virškinimo sistemą, netirpios skaidulos kontroliuoja žarnyno rūgščių ir šarmų pusiausvyrą (pH);
- palaiko peristaltiką – žarnyno sienelių susitraukinėjimą, kuris stimuliuoja maisto judėjimą žarnyne;
- apsaugo nuo vidurių užkietėjimo;
- pagreitina toksinų pašalinimą per gaubtinę žarną;
- palaikydamas tinkamą rūgščių ir šarmų pusiausvyrą, neleidžia mikrobams išskirti kenksmingų medžiagų, kurios gali sukelti storosios žarnos vėžį [7, 8].

Maistinis pluoštas gali būti klasifikuojamas į dalinės arba pilnos fermentacijos produktus. Dalinės fermentacijos medžiagoms priskiriama celiuliozė, hemiceliuliozė, augalinis vaškas. Pilnos fermentacijos medžiagoms priskiriamas pektinas, β -gliukanas, guaro gumos, insulinas ir jūros dumblių klįjai. Pagal skaidulų šaltinį, maistinis pluoštas yra skirstomas į augalinį, gyvūninį ir mikrobinį. Augalinės kilmės skaidulos yra ligninas, celiuliozė, hemiceliuliozė, galaktomananas. Gyvūninės kilmės- chitozanas ir kolagenas. Mikrobinės kilmės produktai- β -gliukanas, ksantano guma ir karboksimetilceliuliozė [9, 10]. Polisacharidai yra vieni iš pagrindinių augalų ląstelių sienelių struktūrinių elementų. Ląstelių sienelių polimerai susideda iš celiuliozės, kuri jungia hemiceliuliozė ir pektiną.



1 pav. Maistinių skaidulų skirstymas pagal tirpumą ir klampą [11]

Pateiktame paveikslėlyje (1 pav.) galima matyti, kaip skirstomos maistinės skaidulos ir jų pavyzdžiai [11]. Remiantis literatūra, tirpios maistinės skaidulos gali būti skirstomos į klampias ir neklampias, o netirpios skaidulos yra tik neklampios.

Mokslininkai ištyrė, kad maistinės skaidulos sumažina kaloringumą daugelyje maisto produktų, tačiau nepakeičia produkto skonio ar tekstūros. Larissa Tátero Carvalho ir kiti atliko tyrimą su mėšainiams skirtais mėsos paplotėliais, kurio metu parodė, jog maistinių skaidulų pridėjimas sumažino gaminio kaloringumą. Tyrimo metu dalis riebalų buvo pakeistas skaidulomis bei pridėta papildomai vandens. Nustatyta, jog pridėjus daugiau skaidulų, riebalų kiekis mėšainių paplotėliuose sumažėjo. Tokie pokyčiai įvyko, nes dalis riebalų pasišalino kartu su vandens nuostoliais[12].

Įvairūs augaliniai pluoštai mėsoje naudojami dėl kelių priežasčių- siekiant sumažinti virimo nuostolius, pagerinti tekstūrą bei sumažinti riebalų kiekį [8].

Iš įvairių augalų išskirtos maistinės skaidulos pasižymi skirtingomis funkcinėmis savybėmis, būtent tirpumu, klampumu, gelio formavimo gebėjimu, vandens surišimo pajėgumu, riebalų adsorbcijos ir mineralinių bei organinių molekulių surišimo pajėgumu, kurie turi įtakos produkto kokybei ir savybėms. Gelio susidarymas vyksta sąveikaujant su vandens molekulėmis ir priklauso nuo skaidulų tipo, koncentracijos, temperatūros, pH [6].

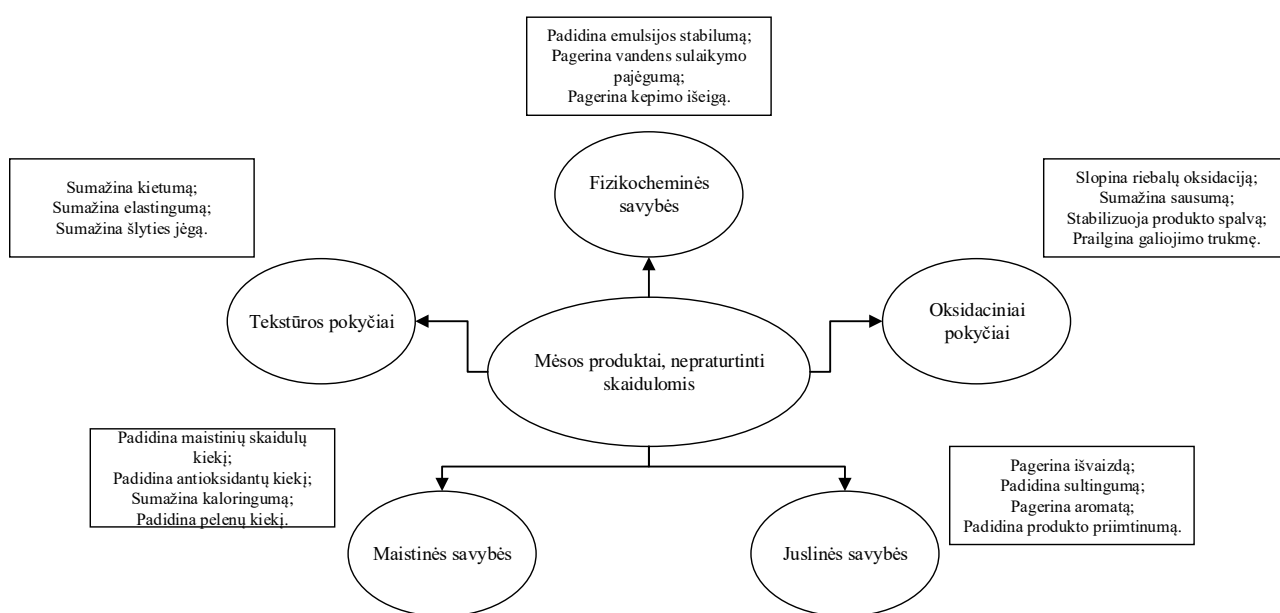
Dėl teigiamos įtakos žmonių sveikatai, suaugusiesiems rekomenduojamas maistinių skaidulų vartojimas yra 28–36 g per parą, iš kurių 70–80 % turėtų būti netirpus pluoštas [14].

Mokslinėje literatūroje ir *ES Reglamentuose* pateikta informacija teigia, jog suaugusiesiems rekomenduojamas maistinių skaidulų vartojimas yra 28–36 g per parą, iš kurių 70–80 % turėtų būti netirpus pluoštas [3].

Šių medžiagų vartojimas reglamentuotas *ES Reglamente 1924/2006* : Skaidulinių medžiagų šaltinis - teiginys, kad maisto produktas yra skaidulinių medžiagų šaltinis, arba kitas teiginys, kuris vartotojui gali reikšti tą patį, gali būti nurodomas tik tuo atveju, jei 100 g produkto yra mažiausiai 3 g skaidulinių medžiagų arba 100 kcal tenka mažiausiai 1,5 g skaidulinių medžiagų.

Daug skaidulinių medžiagų - teiginys, kad maisto produktas turi daug skaidulinių medžiagų, arba kitas teiginys, kuris vartotojui gali reikšti tą patį, gali būti nurodomas tik tuo atveju, jei 100 g produkto yra mažiausiai 6 g skaidulinių medžiagų arba 100 kcal – mažiausiai 3 g skaidulinių medžiagų.

Mokslininkai ištyrė įvairias vaisių ir daržovių maistines skaidulas ir nustatė, jog jų sudėtyje yra antioksidacinėmis savybėmis pasižyminčių medžiagų. Nustatyta ir šių skaidulų įtaka mėsos produktams: tekstūrai, juslinėms savybėms, oksidaciniams pokyčiams, fizikocheminėms savybėms, produkto maistingumui. Išsamesnė informacija pateikta toliau esančiame paveiksle (žr. 2 pav.) [15].



2 pav. Maistinių skaidulų įtaka maisto produktams [15]

1.1. Skaidulų antioksidacinis aktyvumas

Antioksidantai - itin svarbūs maisto pramonėje, norint palaikyti produkto kokybę. Oksidaciniai pokyčiai gali neigiamai paveikti maisto produktus bei žmogaus organizmą - sukelti įvairias širdies ligas, vėžį ir skatinti senėjimą. Antioksidantų įtraukimas į maisto produktus taip pat yra labai svarbus siekiant išvengti oksidacinių pokyčių produktų perdirbimo ir saugojimo metu. Tačiau sintetinių antioksidantų naudojimas gali sukelti potencialių sveikatos problemų [16]. Daugelis maistinių skaidulų savo sudėtyje turi daug bioaktyvių junginių pasižyminčių antioksidaciniu aktyvumu. Mokslininkai teigia, jog daugelis natūralių antioksidantų yra aktyvesni, nei sintetiniai antioksidantai, todėl šiuo metu vis dažniau maisto pramonėje pasirenkami natūralūs antioksidantai. O.P. Malav'as ir kiti mokslininkai tyrė kopūstų skaidulų įtaką mėsos produktams, vertino antioksidacinį aktyvumą DPPH metodu. DPPH rodiklis produkte su skaidulomis buvo 5 kartus didesnis, lyginant su bandiniu, be skaidulų. Tokie rezultatai parodė, jog kopūstų skaidulose esantys biologiškai aktyvūs junginiai turi gerą terminį stabilumą ir teigiamą sąveiką su kitomis mėsos gaminių sudedamosiomis dalimis.

A.K. Biswas'as ir kiti tyrė saldžiųjų bulvių antioksidacinį aktyvumą, kurių pagrindiniai antioksidantai yra fenolinės rūgštys, antocianinai ir karotinoidai [6]. Flavonoidai yra veiksmingi antioksidantai ir gali apsaugoti audinius nuo laisvųjų deguonies radikalų ir lipidų peroksidacijos.

1.2. Bulvių skaidulos

Bulvių skaidulos yra šalutinis krakmolo gamybos produktas, turintis daug maistinių skaidulų, tokių kaip pektinas, celiuliozė, hemiceliuliozė. Bulvės yra trečios pagal suvartojimą kuokštelinių pasėlių visame pasaulyje, po ryžių ir kviečių, ir yra nepakeičiama dalis žmogaus mitybos Švedijoje, Norvegijoje ir Suomijoje. Bulvėse gausu krakmolo, kuris yra pagrindinis žmogaus mitybos energijos šaltinis. Maistinių skaidulų kiekis bulvėse priklauso nuo bulvių rūšies. Didelį amilozės kiekį turinčių bulvių maistinių skaidulų kiekis daug didesnis, nei kitų veislių bulvių. Remiantis mokslinėje literatūroje rastais duomenimis, galima teigti, jog virtose bulvėse maistinių skaidulų kiekis padidėja, nepriklausomai nuo bulvių rūšies, nes kaitinimo metu susidaro 3-iojo tipo atsparus krakmolas [17, 18].

Daugiausia tyrimų atlikta tiriant saldžiąsias bulves bei jų sudėtį. Mokslininkai tyrimų metu nustatė, jog saldžiųjų bulvių skaidulos turi didesnę kiekį pektino, hemiceliuliozės nei šviežios saldžiosios bulvės, tačiau saldžiųjų bulvių maistiniame pluošte rasta mažiau celiuliozės ir lignino [9]. Tie patys mokslininkai ištyrė saldžiųjų bulvių likučių (gaunamų ekstrahuojant krakmolą) ir iš jų paruoštų maistinio pluošto sudėtį. Maistinis pluoštas paruoštas remiantis dviem metodais- naudojant α -amilazę ir AOAC metodu. Maistinio pluošto paruošimo metodas turi įtakos ir sudėčiai. Drėgmės ir pelenų kiekis bulvių likučiuose ir jų maistiniame pluošte, paruoštame naudojant α -amilazę buvo itin panašus, pelenų kiekis kito 1,82-2,2 ribose. Maistiniame pluošte, kuris paruoštas naudojant AOAC metodą, pelenų kiekis lygus- 3,48. Riebalų kiekis saldžiųjų bulvių likučiuose ir maistiniame pluošte buvo itin panašus, nepriklausomai nuo maistinio pluošto paruošimo ir kito ribose 0,39-0,42. Skiriasi ir skaidulų kiekis, likučiuose jis buvo mažesnis, tačiau baltymų kiekis apdorojus saldžiųjų bulvių likučius, sumažėjo iki 0,01. [6, 9].

Saldžiųjų bulvių maistinės skaidulos pasižymi fiziologinėmis savybėmis:

- saldžiųjų bulvių maistinių skaidulų poveikis nutukimo prevencijai. Nutukimas yra kenksminga pasaulinė epidemija, kurios pagrindinis patogeninis veiksnys yra ląstelių medžiagų apykaitos sutrikimai. Jos mažina insulino ir leptino jautrumą skeleto raumenyse ir kepenyse, taip pat turi įtakos lipidų ir angliavandenių apykaitai. Nutukimo savybės yra pilvo nutukimas, dislipidemija, atsparumas insulinui ir lėtinis uždegimas. Ankstesni tyrimai parodė, kad maistinis pluoštas gali užkirsti kelią nutukimui ir pagerinti susijusius simptomus.
- maistinis pluoštas gali adsorbuoti cholesterolio ir tulžies rūgštis, pagreitinti šių rūgščių išsiskyrimo greitį, sumažinti cholesterolio ir tulžies rūgščių absorbciją žarnyne, slopinti cholesterolio ir tulžies rūgščių žarnyno ir kepenų apytaką.

Atlikti tyrimai parodė, kad bulvių pluoštas gali pagerinti *Lactobacillus spp.* probiotinių padermių atsparumą skrandyje. Tiriant *FiberBind 400* skaidulų įtaką, nustatyta, jog *Lactobacillus* padermių gyvybingumas skrandžio sultyse stipriai pagerėjo, kaip ir probiotikų gyvybingumas organizme [18].

Mokslininkai atliko tyrimus su pramonėje naudojamomis bulvių skaidulomis *Vitacel KF200*. Tyrimo metu iširtos fizikocheminės ir technologinės savybės. Atliktas maistingumo tyrimas, kurio metu

ištirta, jog šiose skaidulose yra maždaug 1,4 g/100 g riebalų, 13,4 g/100 g drėgmės, 4,2 g/100 g baltymų ir beveik 80 g/100 g angliavandenių. *Vitacel KF 200* skaidulose buvo rasta 50 % netirpiosios frakcijos ir tik 6,7 % tirpiosios frakcijos [5].

1.3. Obuolių skaidulos

Obuolių skaidulos - obuolių sulčių pramonės produktas, kurį sudaro didelė dalis maistinio pluošto ir polifenolinių junginių. Šios išspaudos pasižymi stipriomis antioksidacinėmis savybėmis, todėl turi įtakos įvairių ligų prevencijai. Antioksidacinių savybių stiprumą nulemia jų glikozidai ir fenoliniai junginiai [19]. Remiantis mokslininkų atliktais tyrimais maistinių skaidulų kiekis obuolių išspaudose yra apie 51 % [20].

Obuoliuose daugiausia rasta netirpių maistinių skaidulų- celiuliozės, ksilogliukanų ir lignino, bei tirpiųjų skaidulų - daugiausia pektinų polisacharidų, [13, 21, 28]. Vaisių maistiniai pluoštai pasižymi geresnėmis funkcinėmis savybėmis nei grūdinės kilmės pluoštai. Vaisiuose randamas didesnis tirpiosios frakcijos kiekis bei bendras pluošto kiekis. Taip pat vaisių pluoštai pasižymi geresnėmis vandens ir aliejaus sulaikymo pajėgumo savybėmis, mažesnis fito rūgščių (E391) kiekis bei mažesnis kaloringumas [23].

D.E. Salinas'as ištyrė, kad obuolių skaidulose tirpioji frakcija sudaro 13,8 %, o netirpioji 46,3 %. Netirpiojoje frakcijoje daugiausia rasta polisacharidų, lignino, atsparių baltymų ir mažiausiai taninų [24].

Macagnan'o ir kitų mokslininkų ištirtose obuolių skaidulose nustatė 5,64 % drėgmės, 8,19 % riebalų, 7 % baltymų, 19 % netirpiosios skaidulų frakcijos, 58 % tirpiosios skaidulų frakcijos [23].

Obuolių skaidulų sudėtis gali skirtis ir tai gali priklausyti nuo obuolių rūšies bei paruošimo būdo, Remiantis mokslininkų tyrimais, nustatyta, jog *Vitacel* obuolių skaidulų drėgmės kiekis siekia 7 g/100 g, riebalų kiekis - 3,16 g/100 g, baltymų kiekis beveik 5 g/100 g. Nustatytas angliavandenių kiekis siekia 83 g/100 g [5, 26]. Taip pat nustatyti ir obuoliuose esantys junginiai, jų biologinis aktyvumas bei įtaka, kurie pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė. Obuolių skaidulose esantys junginiai [19]

Kriterijai Junginių klasė	Koncentracija (mg/kg sausos medžiagos)	Sudedamosios dalys	Biologinis aktyvumas ir įtaka
Angliavandeniai	Nėra informacijos	Pektinai, pektinų oligosacharidai	Tirpios, fermentuotos skaidulos. Pasižymi prebiotinėmis savybėmis.
Fenolinės rūgštys	523-1542	Chlorogeninė r., fenolio r., kumaro r.	Antioksidacinis, antimikrobinis, priešuždegiminis, priešvėžinis poveikis.
Flavonoidai	2153-3734	Isorhamnetinas, kaempferolis, guercetinas, rhamnetinas, glikokonjugatai,	
Antocianinai	50-130	Cianidino galaktozidas	
Dihidrochalkonai	688-2535	Phlorizinas, phloretinas	Antidiabetinis poveikis.
Triterpenai	Nėra informacijos	Ursolio r., oleanolio r.	Antimikrobinis ir priešuždegiminis poveikis.

O. Kilinceker'is ir kiti mokslininkai tyrė obuolių skaidulų koncentracijos įtaką vištienos gaminiams. Stebint spalvos pokyčius, pastebėta, jog didėjant skaidulų koncentracijai produkte L* ir b* reikšmės mažėjo, a* reikšmė didėjo. Tai parodo, jog didėjant skaidulų koncentracijai, gaminių spalva tapo raudonesnė. Panašūs rezultatų skirtumai išliko laikant produktą 10 dienų. Tačiau kepsnelius išvirus aliejuje, buvo pastebėta, jog ir a* reikšmė pradėjo mažėti [25]. Remiantis ir kitų mokslininkų atliktais tyrimais, galima būtų teigti, jog panašią įtaką obuolių skaidulos turi ir kitoms mėsos rūšims [19].

1.4. Žirnių skaidulos

Žirniai pasižymi itin dideliu antioksidantų kiekiu. Taip pat žirniuose gausu įvairių maistinių medžiagų, ypač mineralų, kurie apsaugo žmogaus imuninę sistemą, bei didelis kiekis polifenolių, kurie gali užkirsti kelią daugeliui vėžio rūšių. [6]. Žirnių skaidulas dažniausiai renkasi gamintojai, kurie nori sukurti mažą angliavandenių kiekį ir mažai kalorijų turinčius maisto produktus. Šios skaidulos pratęsia produktų galiojimo trukmę. Žirnių maistinis pluoštas yra šviesios spalvos, itin smulkių dalelių, todėl jį dažnai renkasi įvairaus maisto gamintojai. Skaidulos nesuteikia specifinės spalvos, kuri galėtų stipriai pakeisti gaminamą produktą [26]. Priklausomai nuo žirnių skaidulų tipo, skaidulas gali sugerti skirtingą kiekį vandens. Išoriniai žirnių luobelinių pluoštai gali sugerti iki 3,5-4 g vandens, o vidiniai žirnių pluoštai gali sugerti iki 9 g vandens [28].

Džiovintų žirnių sėklas sudaro maždaug 20 % baltymų, 35 % angliavandenių, 27 % maistinių skaidulų ir itin mažas lipidų kiekis [28]. Mokslininkų atlikti tyrimai parodė, jog žirnių skaidulų *Vitacel EF 150* riebalų kiekis siekia 1g/100g skaidulų, baltymų kiekis gali siekti iki 6,9 g/100 g. Taip pat ištirtas ir drėgmės kiekis, kuris siekia 9,5 g/100g, o angliavandenių kiekis gali siekti beveik 80 g/100 g. Taip pat mokslininkai ištyrė skaidulų sudėtį. Bendras skaidulų kiekis siekia 65 %, tirpiosios frakcijos- 1,5 %, netirpiosios frakcijos- beveik 64 % [5].

Mokslininkai nustatė žirnių skaidulų antioksidantinių medžiagų sudėtį: skaidulose rasta 2,80 % fito rūgšties, 3,78 g/kg lektino, 2,97 % fenolinių junginių, 3750 mg/kg polifenolinių junginių [28].

Žirnių skaidulos gali surišti vandenį bei riebalus ir sudaryti tvirtą tekstūrą dėl didelio amilozės kiekio, krakmolo retrogradacijos ir dėl baltymų gelio susidarymo. Dėl šių savybių, mėsos gaminiuose žirnių skaidulos gali pakeisti maisto priedus - rišiklius ar funkcinių savybių gerintojus [27]. Ruošiant mėsos kepsnelius, pridėjus žirnių skaidulų, nustatyta, jog skaidulų įdėjimas į mėsos sistemą padidino vandens sulaikymo pajėgumą, buvo pastebėti nereikšmingi pH verčių pakitimai [6]. Buvo atliktas tyrimas, kuomet žirnių skaidulos buvo dedamos gaminant Bolonijos dešrą. Atlikti tyrimai parodė, jog dešrų rūgštingumas be skaidulų ir su skaidulomis skyrėsi itin nežymiai. Tačiau drėgmės kiekis dešroje su skaidulomis buvo didesnis. Ruošiant dešras, į kurias dedamos skaidulos, buvo naudojamas dvigubai mažesnis riebalų kiekis. Nustačius virimo išeią, ji skyrėsi tik per 0,1 % tarp kontrolės bandinių ir bandinių su skaidulomis. Tiriant šių dešrų tekstūrą, mokslininkai teigia, jog dešrų su skaidulomis kietumas padidėjo, kramtomumo rodiklis taip pat buvo didesnis, nei dešrose be skaidulų. Ištyrus dešrų rišlumą ir elastingumą rezultatai buvo itin panašūs [29]. Spalvos pokyčiai minimalūs, nes žirnių skaidulos yra šviesiai gelsvos spalvos.

Žirnių skaidulos gali būti naudojamos, siekiant sumažinti riebalų kiekį, pvz.: jautienos kepsneliuose, kai gaunamos didesnės virimo išeiagos bei geresni tekstūros pokyčiai [30].

1.5. Bruknių išspaudos

Bruknių išspaudos- šalutinis produktas, susidarantis spaudžiant sultis iš bruknių uogų. Remiantis įvairia mokslinė literatūra, galima teigti, jog išspaudose yra gausu bioaktyvių junginių, kurie gali turėti teigiamos įtakos sveikatai bei maisto produktams. Bruknės- *Vaccinium* genčiai priklausančios uogos. Jose gausu biologiškai aktyvių medžiagų, kurių sudėtyje yra sterolių, nesočiųjų riebalų rūgščių, flavanoidų, antocianinų. Šie junginiai pasižymi nauda sveikatai- kontroliuoja cukraus kiekį kraujyje, gerina širdies ir kraujagyslių būklę [31, 32]. Remiantis literatūroje pateikta informacija, nustatyta, jog sausose bruknėse rasta maždaug 2 g baltymų/ 100 g produkto. Mokslininkai ištyrė bruknių uogų ekstraktuose esantį santykinį įvairių lipidų grupių kiekį, . Nustatyta, jog daugiausia yra fenolinių rūgščių. Taip pat daug rasta riebalų rūgščių, alkanų, alkenų bei isoprenoidų. Mažiausiai rasta aldehydų bei angliavandenių [31].

Pasak literatūros, fenolinių rūgščių bruknių lipidų frakcija gali būti naudojama kaip veikliosios medžiagos, apsaugant gaminius nuo saulės poveikio. Sterolio frakcija gali būti naudojama kaip sudėtinė antibakterinė dalis maisto pramonėje. Kadangi maisto pramonė ir uogų perdirbimas nuolat didėja visame pasaulyje, uogų lipidų ekstraktai, kurie gali būti išgauti iš uogų spaudos likučių, gali turėti svarbų vaidmenį kuriant naujus, patogius naudoti, novatoriškus produktus [31]. Puupponen-Pimiä ir kiti mokslininkai ištyrė uogose esančių fenolinių junginių poveikį patogeniškomis bakterijoms ir nustatė, jog uogų ekstraktai, turintys didelį benzoinių rūgščių junginių kiekį, slopina gramteigiamų ir gramneigiamų bakterijų augimą [33]. Bruknių sudėtyje yra priešuždegiminių savybių turinčio kvercetino [34]. Pagrindiniai fenoliniai junginiai bruknėse buvo proantocianidinai, sudarantys 71 % visų fenolinių junginių. Proantocianidinai buvo aptikti ir kiekybiškai įvertinti fluorescencijos detektoriumi kartu į UPLC. Taip pat rasta antocianinų (15 %), flavonolių (9 %), hidroksicinamino rūgščių (5 %) ir hidroksibenzoininių rūgščių (0,5 %) [34].

Bruknių ir kitų uogų bei vaisių išspaudos dažnai ekstrahuojamos. Tokiu būdu išsaugomas išspaudų veiksmingumas, išlaikomos vertingos medžiagos. Vienas populiariausių ekstrakcijos metodų yra CO₂ ekstrakcija. Superkritinis CO₂ ekstrahavimas pasižymi greitu procesu, sumažintu tirpiklių suvartojimu [35]. Remiantis mokslinėje literatūroje rasta informacija, CO₂ ekstrakcija atliekama Helix ekstrahavimo sistemoje, kuomet parenkami atitinkami parametrai- 25-55 MPa slėgis, 50-80 °C temperatūra, 60-180 min dinaminis ekstrahavimo laikas, 10 min statinis ekstrahavimo laikas, 2 Sl/ min CO₂ srautas, kuomet P=100 kPa, T= 20 °C, ρ = 0,0018 g/ml [35].

1.6. Gaminių virškinamumas su skaidulomis

Maistinės skaidulos normalizuoja žarnyno judesius, sumaišydamos išmatas ir palengvindamos jų judėjimą. Tai gali padėti sumažinti ir užkirsti kelią tiek vidurių užkietėjimui, tiek viduriavimui. Vartojant daug skaidulų turintį maistą, galima sumažinti diverkulito, hemarojaus, tulžies, inkstų akmenų, dirgliosios žarnos sindromo (IBS) riziką. Kai kurie tyrimai taip pat parodė, kad vartojant didelį kiekį skaidulų gali padėti sumažinti skrandžio rūgštį ir sumažinti gastroezofaginio reflukso sutrikimo (GERL) ir opų riziką [36].

Pridedant įvairių skaidulų į maisto produktus, gali keistis atpalaiduojamų aminorūgščių kiekiai, hidrolizės laipsniai virškinimo metu. Taip pat pokyčiai pastebimi tiriant mėsos bandinių su skaidulomis senėjimo procesą.

Nustatyta peptidų kiekis žymiai padidėjo bandiniuose, vertinant senėjimo procesą skirtingose virškinimo etapuose. Pavyzdžiui, rezultatai parodė, kad peptidų koncentracija padidėjo nuo $12,55 \pm 2,75$ g/100 g prieš virškinimą iki $30,85 \pm 5,61$ g/100 g po skrandžio virškinimo stadijos, tradiciškai brandintų 1 dieną, mėginyje. Po inkubacijos žarnyno skysčiais peptidų kiekis padidėjo iki $74,73 \pm 1,36$ g/100 g. Remiantis mokslinėje literatūroje rastais rezultatais, po pepsino virškinimo etapo visų mėginių baltymų hidrolizės laipsnis buvo žymiai didesnis ($p < 0,05$), palyginti su mėginiais prieš virškinimą. Visiems mėginiams po kasos virškinimo stadijos pastebėtas žymus hidrolizės laipsnio padidėjimas ($p < 0,05$), palyginti su po virškinimo skrandžio paimtais mėginiais [49].

Xinjie Lin ir kiti mokslininkai nustatė, jog pridėjus maistinių skaidulų keitėsi riebalų rūgščių kiekis bandiniuose. Pagrindinės riebalų rūgštys, esančios kontroliniame bandinyje, buvo miristo (14:0), palmito (16:0), stearino (18:0) ir oleino [18:1(9)] rūgštys. Taip pat buvo nedidelė linolo rūgšties dalis [18:2(9,12)], šios riebalų rūgštys sudarė daugiau kaip 85 % visų lipidų. Nepriklausomai nuo skrandžio pH, linolo rūgšties dalis po virškinimo buvo žymiai didesnė nei pradiniam taške. Rūgštiniam skrandžio virškinimui be obuolių biologiškai prieinamų lipidų sudėtis išliko nepakitusi. Tačiau obuolių skaidulų buvimas žymiai sumažino palmito rūgšties biologinį prieinamumą, tuo pačiu padidindamas oleino ir linolo rūgšties biologinį prieinamumą. Neutraliomis skrandžio sąlygomis nebuvo pastebėta jokių skirtumų su obuoliais ir be jų. Kiekvieno obuolių apdorojimo metu skrandžio pH labai paveikė biologiškai pasiekiamo riebalų rūgščių sudėtį. Virškinimo trakto simulatoriuje virškinti bandiniai ir gauti rezultatai parodė, jog bandiniuose su obuolių skaidulomis padidėjo 18:1 ir 18:2 rūgščių kiekiai, tačiau sumažėjo sočiųjų riebalų rūgščių kiekiai- 16:0 ir 18:0. Mažiausias pokytis pastebėtas 14:0 rūgšties [37].

Mokslininkai taip pat ištyrė maistinių pluoštų įtaką jautienos kepsnelių virškinamumui, vertinant sočiųjų ir nesočiųjų riebalų rūgščių sudėties pokyčius. Bandiniuose, pridėjus celiuliozės, pektino ar chitozano, riebalų rūgščių sudėtis pasikeitė tik minimaliai. Sočiųjų riebalų rūgščių kiekis prieš virškinimą buvo lygus 47,11 % kontroliniuose bandiniuose, pridėjus celiuliozės 47,32 %, pektino- 47,32 %, chitozano- 48,38 %. Po virškinimo kiekiai sumažėjo maždaug per 3-4 %. Nesočiųjų riebalų rūgščių kiekiai buvo šiek tiek didesni. Po virškinimo nesočiųjų riebalų rūgščių kiekiai padidėjo maždaug 2-3 % [38]. Tyrimo metu nustatyti ir laisvųjų riebalų rūgščių kiekiai. Laisvųjų riebalų rūgščių kiekis žymiai padidėjo po *in vitro* virškinimo visuose jautienos kepsnelių mėginiuose. Jautienos kepsnelių mėginiuose su chitozanu ir pektinu laisvųjų riebalų rūgščių kiekis buvo mažesnis nei kituose mėginiuose po *in vitro* virškinimo, o mėginiuose su celiulioze pokyčiai, palyginti su kontroliniais mėginiais, nenustatyti [38].

2. MEDŽIAGOS IR TYRIMO METODAI

2.1. Tyrimo objektai

Tiriamąjį darbą metu tirtos KTU Maisto mokslo ir technologijos katedroje paruoštos bruknių išspaudos, bei pramoninės obuolių, bulvių ir žirnių skaidulos. Naudojamų skaidulų ir išspaudų duomenys pateikiami 2 lentelėje.

Pagal skaidulų gamintojų informaciją [39]:

- *Obuolių skaidulos*- Vitacel AF 12 K. Skaidulų specifikacijoje nurodyta skaidulų spalva, struktūra, skonis, tirpios ir netirpios frakcijos kiekis, vandens sugėrimo pajėgumas. Skaidulų spalva- šviesiai ruda, struktūra- biri, šiurkščios pluošto dalelės. Skaidulos pasižymi švelniu vaisių skoniu. Tirpioji frakcija sudaro 15 %, o netirpioji 45 %. Vandens sugėrimo pajėgumas siekia iki 500 %.
- *Bulvių skaidulos*- Vitacel KF 150 PLUS. Specifikacijoje nurodyta, jog skaidulų sausose medžiagose kiekis siekia 66 %, drėgnis ≤ 12 %. Skaidulų rūgštingumas siekia 5-7. Vidutinis dalelių dydis- 30-200 μm . Tūrinis tankis 250 g/l-400 g/l.
- *Žirnių skaidulos*- Vitacel EF 150. Specifikacijoje nurodyta skaidulų spalva- balta, struktūra- milteliai. Taip pat pažymėta, jog nepasižymi specifiniu skoniu ar aromatu. Tirpioji frakcija sudaro 0,5 %, o netirpioji- 65 %. Vandens sugėrimo pajėgumas- 600-900 %.
- *Broknių išspaudos*. Buvo tirtos kelių rūšių bruknių išspaudos: Prieš CO₂ ekstrakciją ir po CO₂ ekstrakcijos, išspaudų dalelių dydis siekė 0,2 mm ir 0,5 mm. KTU MMTK buvo atlikta šių išspaudų cheminės sudėties analizė. Cheminė sudėtis pateikta 3 lentelėje.

2 lentelė. Naudojamų skaidulų ir išspaudų duomenys [39]

Skaidulos ir išspaudos	Skaidulų duomenys	
	Dydis	Pavadinimas
Broknių	0,2 mm, 0,5 mm	Prieš CO ₂ ekstrakciją (0,2BR ir 0,5BR), po CO ₂ ekstrakcijos (0,2BR E ir 0,5BR E)
Obuolių	< 900 μm	Vitacel AF 12 K
Bulvių	80 - 200 μm	Vitacel KF 150 PLUS
Žirnių	30 – 300 μm	Vitacel EF 150

3 lentelė. Broknių išspaudų cheminė sudėtis

Mėginys	Sausos medžiagos, %	Tirpiosios medžiagos, %	Netirpiosios medžiagos, %	Baltymai, %	Riebalai, %	Pelenų kiekis, %
Prieš CO ₂ ekstrakciją (0,2BR ir 0,5BR)	96,59	7,2	63,42	8,3	12,24	1,14
Po CO ₂ ekstrakcijos (0,2BR E ir 0,5BR E)	96,42	7,66	61	9,36	8,03	1,19



Obuolių skaidulos



Bulvių skaidulos



Žirnių skaidulos



0,2 Br



0,5 Br



0,2 Br E



0,5 Br E

3 pav. Tiriamajame darbe naudojamos maistinės skaidulos ir išspaudos

Iki tyrimų naudojamos skaidulos laikomos uždarytuose, sandariuose indeliuose, spintelėse, apsaugant nuo tiesioginių saulės spindulių bei kitų išorinių poveikių.

Vertinant pramoninių maistinių skaidulų bei BR įtaką mėsos sistemoms, bandiniai paruošiami pagal 4 lentelėje nurodytas receptūras. Nustatomi mėsos sistemų virimo nuostoliai, rūgštingumas, spalva, išsiskyres vandens bei riebalų kiekis, tekstūros analizė.

4 lentelė. Mėsos sistemų receptūros

Sistema \ Žaliava	S _{0%}	S _{1,5%}	S _{5%}	S _{9%}
Liesa mėsa, %	50	50	50	50
Lašiniai, %	20	20	20	20
Vanduo, %	30	28,5	25	21
Skaidulos, %	0	1,5	5	9

Pagal 5 lentelėje nurodytą receptūrą, vertinama BR įtaka virtų dešrelių fizikocheminėms, technologinėms ir tekstūros charakteristikoms. BR įtaka mėsos gaminių pokyčiams laikymo metu tirta vertinant kontrolė ir 0,5BR 5 % bandinių pokyčius.

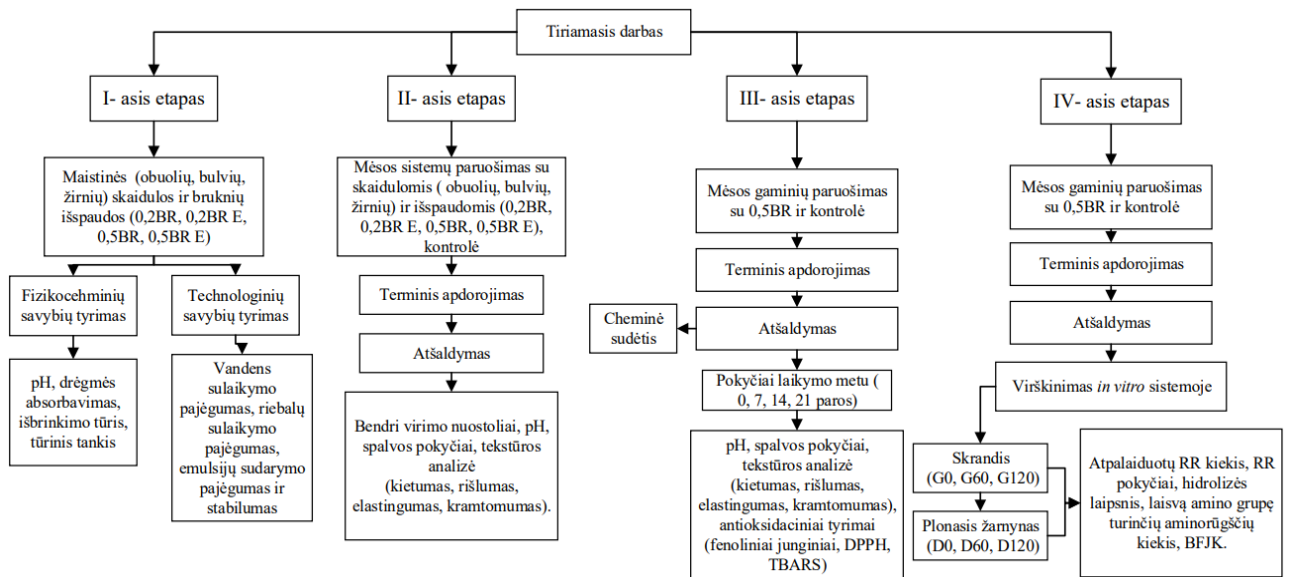
5 lentelė. Mėsos gaminių receptūra

Bandinys Žaliava	Kontrolė	0,5BR 5%
Liesa kiauliena, %	50	50
Lašiniai, %	20	20
Vanduo, %	30	25
Išspaudos, %	0	5
Druska, %	1,5	1,5
Gliukozė, %	0,5	0,5
Fosfatas, %	0,6	0,6
Išrūgų baltymų izoliatas, %	1,5	1,5

Pagal 6 lentelėje nurodytą receptūrą gaminamos dešrelės virškinamumo tyrimui.

6 lentelė. Mėsos gaminių receptūra virškinamumo tyrimui

Bandinys Žaliava	Kontrolė	0,5BR 1,5 %	0,5BR E 1,5 %	0,5BR 5 %	0,5BR E 5 %
Liesa kiauliena, %	50	50	50	50	50
Lašiniai, %	20	20	20	20	20
Vanduo, %	30	28,5	28,5	25	25
Išspaudos, %	0	1,5	1,5	5	5
Druska, %	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Gliukozė, %	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Fosfatas, %	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Sojos baltymų izoliatas, %	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5



4 pav. Tiriamojo darbo eksperimentinis planas

Aukščiau esančiame paveiksle (žr. 4 pav.) nurodytas eksperimentinės dalies planas, kuriame nurodyti visi darbo etapai bei numatyti tyrimai.

2.2. Skaidulų ir išspaudų analizės metodai

Skaidulų funkcinių savybių įvertinimui taikyti mokslinėje literatūroje aprašyti metodai [5].

2.2.1. Drėgmės kiekis [40]

Drėgmės kiekis nustatytas džiovinimo metu pagal *LST ISO 1442:2000*. Mėginiams paruošti skaidulos sumaišomos su vandeniu santykiu 1:100 ir laikomos kambario temperatūroje 18 h. Vėliau išbrinkusios skaidulos džiovinamos iki pastovios masės

Drėgmės kiekio nustatymui naudojami mėginiai - skaidulos, laikomos uždarytuose indeliuose ir laikytos vandenyje 18h.

Drėgmės kiekis apskaičiuojamas pagal formulę (1):

$$x = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 - m)} \cdot 100 \% \quad (1)$$

Čia:

m- biukso svoris, g

m₁- biukso svoris su bandiniu prieš džiovinimą, g

m₂- biukso svoris su bandiniu po džiovinimo, g

2.2.2. Išbrinkimo tūris [5]

Išbrinkimo tūris nustatomas sumaišant 0,1 g mėginio su 10 ml vandens. Paruoštas bandinys švelniai sumaišomas ir kambario temperatūroje laikomas 18 val. Po 18 valandų, užregistruojamas išbrinkusių skaidulų svoris.

Išbrinkimo tūris apskaičiuojamas pagal formulę (2):

$$x = \frac{V_{išbrinkusios}}{m_{sausos}}, ml/g \quad (2)$$

Čia:

$V_{išbrinkusios}$ - išbrinkusių skaidulų tūris, ml

m_{sausos} - sausų skaidulų svoris, g

2.2.3. pH matavimas

pH nustatymui naudojamas po 2.2.2 bandymo metu likęs vanduo su skaidulų tirpiosiomis medžiagomis. Rūgštingumui nustatyti naudojamas pH metras WTW (Vokietija).

2.2.4. Tūrinio tankio nustatymas [5]

Tūrinio tankio nustatymui užpildomas graduotas mėgintuvėlis iki 10ml ribos, švelniai supurtomas ir tuomet pasveriamas.

Tūrinis tankis apskaičiuojamas pagal formulę (3):

$$\rho = \frac{m_{skaidulų}}{V_{skaidulų}}, g/ml \quad (3)$$

Čia:

$m_{skaidulų}$ - skaidulų svoris, g;

$V_{skaidulų}$ - skaidulų tūris, ml

2.2.5. Vandens sulaikymo pajėgumas [5]

Vandens laikymo pajėgumas nustatytas 2 g bandinio sumaišius su 20 ml distiliuoto vandens. Hidratuoti mėginiai buvo stipriai sumaišomi ir centrifuguojami 2000 rpm greičiu 10 min. Nucentrifugavus nuo mėginių pašalinamas viršnuosėdinis sluoksnis ir išmatuojamas sugerto vandens kiekis. Vandens sulaikymo pajėgumas išreiškiamas gramais vandens vienam gramui medžiagos. Vandens sulaikymo pajėgumas apskaičiuojamas pagal formulę (4) :

$$WHC = \frac{m_{sugerto vandens}}{m_{skaidulų}} \quad (4)$$

Čia:

WHC- vandens sulaikymo pajėgumas;

$m_{sugerto vandens}$ - sugerto vandens kiekis, ml;

$m_{skaidulų}$ - skaidulų svoris, g.

2.2.6. Aliejaus sulaikymo pajėgumas [5]

Aliejaus sulaikymo pajėgumas nustatytas 2 g skaidulų sumaišius su 20 ml saulėgrąžų aliejaus. Mėgintuvėliai su kiekvienu mėginiu gerai sumaišomi ir centrifuguojami 2000 rpm greičiu 30 min. Nucentrifugavus pašalinamas viršnuosėdinis sluoksnis, išmatuojamas sugerto aliejaus kiekis. Aliejaus sulaikymo pajėgumas išreiškiamas gramais sugerto aliejaus vienam gramui medžiagos. Aliejaus sulaikymo pajėgumas apskaičiuojamas pagal formulę (5):

$$OHC = \frac{m_{sugerto aliejaus}}{m_{skaidulų}} \quad (5)$$

Čia:

OHC- aliejaus sulaikymo pajėgumas;

$m_{sugerto aliejaus}$ - sugerto aliejaus kiekis, ml;

$m_{skaidulų}$ - skaidulų svoris, g.

2.2.7. Emulsavimo pajėgumas ir stabilumas [5]

Emulsijos susidarymo tyrimui pasveriamas 1 g mėginio į graduotą centrifugavimo mėgintuvėlį, įpilama 15 ml distiliuoto vandens, suplakama ir vėliau įpilama 15 ml saulėgrąžų aliejaus. Bandinys suplakamas ir centrifuguojama 500 rpm greičiu 10 min. Emulsijos susidarymo tyrimui naudojami dviejų tipų bandiniai- iškart paruošti bei išlaikyti 1 val.

Emulsijos stabilumui nustatyti, susidariusi emulsija kaitinama vandens vonioje 30 min, 80 °C temperatūroje. Po kaitinimo atšaldoma iki 25 °C ir vėl centrifuguojama.

Emulsinimo pajėgumo talpą apskaičiuojama pagal formulę (6):

$$x = \frac{V_{emulsinio\ sl.}}{V_{mėginio}} \cdot 100, \% \quad (6)$$

Čia:

$V_{emulsinio\ sl.}$ - emulsinio sluoksnio tūris, ml;

$V_{mėginio}$ - viso mėginio tūris, ml.

2.3. Mėsos sistemų analizės metodai

2.3.1. Mėsos sistemų ir gaminių paruošimas [43]

Pagal pasirinktą receptūrą, kuri nurodyta 4 lentelėje paruošiama mėsos masė naudojant skirtingas skaidulų koncentracijas. Paruošimo metu svarbu stebėti temperatūrą, kuri negali būti didesnė nei 12-15 °C.

Mėsos žaliava gauta iš įmonės. Išpjaustyta ir sumalta kiaulienos nugarinė ir kiaulienos lašiniai buvo vakuumuojami ir užšaldomi. Parą prieš tyrimą, mėsos žaliava iš šaldiklio atšildoma. Gamybos dieną liesa mėsa pirmiausia homogenizuojama 1 min, vėliau pridamas reikiamas kiekis riebalų ir vėl homogenizuojama 1 min.

Prieš ruošiant mėsos sistemą reikiamas skaidulų kiekis užpilamas nustatytu vandens kiekiu, kuris pateiktas receptūrų 4 lentelėje. Ir užpiltos skaidulos laikomos šaldytuve 1 valandą.

Paruoštos skaidulos supilamos į paruoštą mėsos masę ir vėl homogenizuojama 1 min.

Paruošta masė sveriamas į mėgintuvėlius po 25 g ir centrifuguojama 2500 g, 15 min, 4 °C. Po centrifugavimo bandiniai verdami vandens vonelėje 30 min, esant 70 °C temperatūrai. Išvirti bandiniai atvėsunami. Atvėsinti bandiniai vakuumuojami ir laikomi šaldytuve.

2.3.2. Virimo nuostolių įvertinimas [43]

Virimo nuostoliai nustatomi išvirus bandinius, juos atvėsinus ir pašalinus virimo nuostolius. Apskaičiuojami pagal formulę (7):

$$BTN = \frac{m_{dr.}}{m_{mėg.}} \cdot 100\% \quad (7)$$

Čia:

BTN- bendrieji virimo nuostoliai, %;

$m_{dr.}$ - išsiskyrusios drėgmės kiekis, g;

$m_{mėg.}$ - mėsos bandinio svoris, g.

2.3.3. Vandens ir riebalų kiekiai nuostoliuose [43]

Vandens ir riebalų kiekiai nustatomi džiovavimo metu iki pastovios masės.

Vandens ir riebalų kiekiai apskaičiuojamas pagal formules (8), (9):

$$VK = \frac{m_{sk.}}{m_{pr.}} \cdot 100, \% \quad (8)$$

Čia:

VK- išdžiovinto vandens kiekis %;

$m_{sk.}$ - išdžiovinto skysčio kiekis, g;

$m_{pr.}$ - pradinio, džiovinimui naudojamo, skysčio kiekis, g.

$$RK = 100 - VK, \% \quad (9)$$

Čia:

RK- riebalų kiekis, %;

VK- išdžiovinto vandens kiekis, %

2.3.4. pH

Bandinių pH nustatomas potenciometrinio metodu, pH metru, panaudojant smeigiamą elektrodą. Rūgštingumui nustatyti naudojamas pH metras WTW (Vokietija).

2.3.5. Spalvos matavimas

Spalvai nustatyti naudojamas spalvos matuoklis Konica Minolta „Chroma Meter CR-410“. Prieš naudojimą matuoklis kalibruojamas ir tuomet matuojamos bandinio L^* , a^* , b^* koordinatės.

2.3.6. Tekstūros analizė

Išvirtų ir atvėsintų bandinių tekstūros analizė atliekama su tekstūros analizatoriumi Stable Micro Systems „TA XT plus“ texture analyser. Tekstūros tyrimui naudojama 30 kg galvos celė. Matavimo greitis siekia 1 mm/s. Mėginys spaudžiamas 70 % nuo pradinio mėginio aukščio. Tiriama mėginio skersmuo- 20 mm, aukštis 15 mm. Tyrimo metu nustatomas dešrelių kietumas, elastingumas, rišlumas ir kramtomumas.

2.4. Mėsos gaminių su išspaudomis maisto priedais analizės metodai

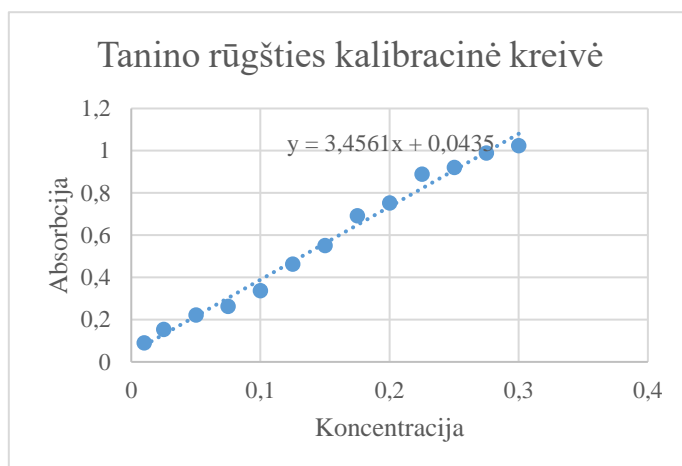
Išspaudų įtakai mėsos gaminių stabilumui laikymo metu įvertinti atliekami 2.3 skyrelyje nurodyti tyrimai, įvertinant senėjimo procesą 0, 7, 14, 21 paromis.

2.4.1. Oksidacinio stabilumo įvertinimo metodai

2.4.1.1. Bendras fenolinių junginių kiekio nustatymas [44]

Mėsos sistemose nustatinėjant fenolinius junginius, pirmiausia 5 g gaminio pasverama į 100 ml laboratorinę stiklinę ir įpilama 25 ml 70 % acetono. Tuomet homogenizuojama 60 s Turrax homogenizatoriumi. Stiklinė apvyniojama folija ir laikoma per naktį ekstrahavimui šaldytuve 4 °C. Kalibravimo kreivė paruošta naudojant standartinę tanino r. 0,1 mg/ml. Bandiniai iš šaldytuvo laikomi kambario temp. 40 min ir tuomet matuojama esant 760 nm. Po išlaikymo mėginiai centrifuguojami ir iš skaidriosios mėginio dalies imama 0,05 ml ekstrakto ir praskiedžiama vandeniu iki 0,5 ml. Tuomet pridedama 0,25ml Folin-Ciocalteu 1N reagento. Reakcija neutralizuojama

naudojant 1,25 ml natrio karbonato tirpalo 20 %. Mėgintuvėliai sumaišomi Vortex maišyklėje ir tuomet matuojami mėginių optiniai tankiai, esant 760 nm bangos ilgiui. Pagal standartinę kalibravimo kreivės lygtį $y = f(x)$ fenolio kiekis buvo kiekybiškai įvertintas ir išreikštas mg tanino rūgšties ekvivalentais grame mėginio.



5 pav. Tanino rūgšties kalibracinė kreivė

2.4.1.2. DPPH nustatymas [44]

Antioksidacinis aktyvumas nustatytas 2,2-difenil-1-pikrilhidrazilo (DPPH) radikalo sujungimo metodu. Metodas buvo sukurtas Blois'o (1958), antioksidantino aktyvumo nustatymui, naudojant stabilų laisvąjį radikalą DPPH. Analizė yra pagrįsta antioksidanto sujungimo gebos matavimu [45]. DPPH nustatymui naudojamas ekstraktas, kuris buvo paruoštas prieš nustatinėjant fenolinius junginius, 2.4.1.1 skyrelyje. Į mėgintuvėlį paimama 25 μ l ekstrakto ir tuomet praskiedžiama MeOH iki 100 μ l. Į mėgintuvėlius įpilta 5 ml 0,1 nm metanolio DPPH tirpalo ir stipriai suplakta. Mėgintuvėliai laikomi 20 min 27 °C. Kontrolė paruošta be ekstrakto.

Mėginių optinio tankio pokyčiai buvo matuojami esant 517 nm bangos ilgiui. Aktyvumas buvo išreikštas kaip slopinimo procentas ir buvo apskaičiuotas pagal šią formulę (10):

$$x = \frac{a_k - a_b}{a_k} \cdot 100 \quad (10)$$

Čia:

a_k - kontrolinio bandinio aktyvumas;

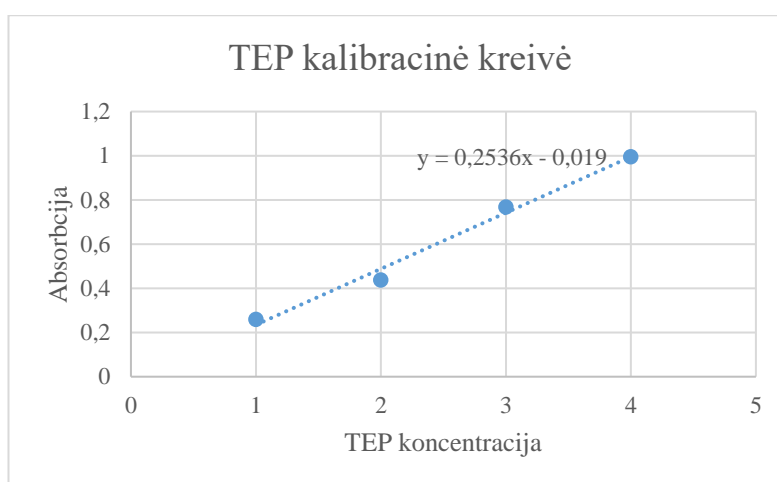
a_b - bandinio su skaidulomis aktyvumas;

2.4.1.3. TBARS nustatymas [46]

Tiobarbitūrinės rūgšties reaktyviosios medžiagos (TBARS) tyrimas yra dar vienas lipidų oksidacijos (antrinės) nustatymo metodas. Šiame tyrime matuojamas malondialdehidas (MDA), kuris yra nesočiųjų riebalų rūgščių endoperoksido, atsirandančio oksiduojant lipidų substratus, skilimo produktas [47].

Pasvertas 10 g bandinys sumaišomas su 98 ml distiliuoto vandens homogenizuojamas. Į Kjeldalio kolbą paimama 50 ml paruošto bandinio, 1,25 ml HCl tirpalo (4N). Tirpalas distiliuojamas 500 s, esant 80 % garui (surenkama 50 ml distiliato). Gautas distiliatas permaišomas ir 5 ml įpilama į mėgintuvėlius kuriuose jau yra po 5 ml paruošto TBA (4,6-dihidroksi-2-mercaptopyramidas arba

2–tiobarbiturinė rūgštis $C_4H_4N_2O_2S$) reagento, reagentas paruoštas: 100 ml reagento paruošti reikia 0,288 g TBA reagento (0,02 M) ištirpinti 90 % ledinės acto rūgštyje. Mėgintuvėliai laikomi vandens vonioje (100 °C temp.) 35 min. Atvėsinama iki kambario temperatūros ir nustatomas mėginio optinis tankis ties 532 nm, kurioje nustatoma mononaldehido koncentracija bandinyje. Paruošta standartinė kreivė iš 1×10^{-3} M TEP (1,1,3,3–tetraetoksipropanas), standarto, kuris duoda lygties sprendinius, kai 5 ml mononaldehido praskiedžiama nuo 1×10^{-8} iki 7×10^{-8} mol. Pirmas (1T) tirpalas paruošiamas: sveriamas 0,3284 g TEP ir praskiedžiama matavimo kolboje iki 200 ml distiliuotu vandeniu. Antras tirpalas (2T) – 10 ml (1T) praskiedžiama distiliuotu vandeniu 100 ml matavimo kolboje. Trečias tirpalas (3T) – 10 ml (2T) maišomas su distiliuotu vandeniu 100 ml matavimo kolboje. Ketvirtas – 25 ml (3T) tirpalo praskiedžiama distiliuotu vandeniu 50 ml matavimo kolboje. Penktas, šeštas, septintas ir aštuntas tirpalai paruošiami analogiškai, kaip ketvirtas. Visų tirpalų išmatuojamas optinis tankis analogiškai, kaip bandinių ties 532 nm. Nubrėžiama absorbcijos priklausomybė nuo koncentracijos lygtis, pagal kurią paskaičiuojame rezultatus [47].



6 pav. TEP kalibracinė kreivė

2.4.2. Cheminės sudėties nustatymas

2.4.2.1. Drėgmės nustatymas:

Pagal *ISO 1442:1997 (E)*, džiovinant iki pastovios masės.

Bandinio drėgmės kiekis, apskaičiuojamas pagal formulę (11):

$$x = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 - m)} \cdot 100, \% \quad (11)$$

Čia:

m- biukso svoris, g

m1- biukso svoris su bandiniu iki džiovinimo, g

m2- biukso svoris su bandiniu po džiovinimo, g.

2.4.2.2. Riebalų kiekio nustatytas Soksleto metodu

Bendras riebalų kiekis nustatomas pagal *LST ISO 1443:2000*.

2.4.2.3. Baltymų kiekio nustatytas Kjeldalio metodu

Baltymų kiekis nustatomas pagal *LST ISO 1443:2000*.

2.4.2.4. Mineralinių medžiagų nustatymas

Mineralinių medžiagų kiekis nustatomas pagal *LST ISO 1443:2000*.

2.5. Virškinamumo tyrimas

Išspaudų įtaka mėsos gaminių virškinamumui, vertinta pagal KTU Cheminės technologijos fakulteto, maisto mokslo ir technologijos katedroje atliktus virškinamumo rezultatus. Virškinamumo tyrimas atliktas pagal mokslinėje literatūroje nurodyta metodiką [49]. Virškinamumo metu analizuoti atpalaiduotų riebalų rūgščių pokyčiai, baltymų hidrolizės laipsnis, laisvą amino grupę turinčių aminorūgščių kiekis, fenolinių junginių kiekis virškintose gaminiuose.

3. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

3.1. Skaidulų ir bruknių išspaudų fizikocheminių bei technologinių savybių įvertinimas

3.1.1. Drėgmės absorbcavimas

Tyrimas parodo koks drėgmės kiekis yra sausai, sandariai laikomose skaidulose bei išspaudose ir kokį kiekį vandens skaidulos sugeria laikant jas 18h vandenyje. Gauti rezultatai pateikti 7 lentelėje.

7 lentelė. Drėgmės kiekis komercinėse skaidulose ir bruknių išspaudose

Skaidulų tipas Skaidulos	Laikytos vandenyje, %	Sausos, %
Obuolių skaidulos	84,41± 0,49	7,39± 0,13
Bulvių skaidulos	89,48± 0,09	10,35± 0,29
Žirnių skaidulos	88,6± 0,56	10,68±0,07
0,2BR	77,97±0,15	2,09± 0,14
0,2BR E	83,09± 0,45	2,56± 0,36
0,5BR	81,89± 0,42	2,95± 0,21
0,5BR E	83,04± 0,17	2,85± 0,14

Nustatyta, kad sausose skaidulose daugiausiai drėgmės turėjo žirnių skaidulos- 10,68 % ir obuolių skaidulos- 10,35 %, o mažiausiai 0,2BR- 2,09 %. Atliekant tyrimą su skaidulomis, laikyтомis vandenyje 18h, rezultatų tendencija išliko itin panaši. Didžiausias kiekis drėgmės nustatytas obuolių skaidulose- 89,48 % bei žirnių skaidulose- 88,6 %, o mažiausias 0,2BR- 77,97 %. Šis tyrimo etapas parodė, kurios skaidulos gali įgerti daugiausiai vandens per 18h. Tokiems rezultatams įtakos gali turėti skaidulų sudėtis bei skaidulų dalelių dydis.

Analogiškuose mokslininkų tyrimuose [5] nustatytos panašios tendencijos. Mokslininkai atlikę tyrimus su komercinėmis obuolių, bulvių bei žirnių skaidulomis nustatė, jog laikant skaidulas vandenyje 18h, didžiausią vandens kiekį sugėrė žirnių bei obuolių skaidulos [5].

3.1.2. Išbrinkimo tūris

Išbrinkimo tūris vienas iš svarbiausių hidratacijos savybių tyrimų, kuris parodo kokį kiekį drėgmės gali absorbuoti medžiaga. Rezultatai pateikti 8 lentelėje.

8 lentelė. Komercinių skaidulų ir bruknių išspaudų išbrinkimo tūris

Tyrimas Skaidulos	Išbrinkimo tūris, ml/g
Obuolių skaidulos	5,87± 0,15
Bulvių skaidulos	8,85± 0,15
Žirnių skaidulos	13,55± 0,37
0,2BR	13,53± 0,09
0,2BR E	15,48± 0,44

8 lentelės tęsinys

0,5BR	13,61± 0,09
0,5BR E	15,45±0,09

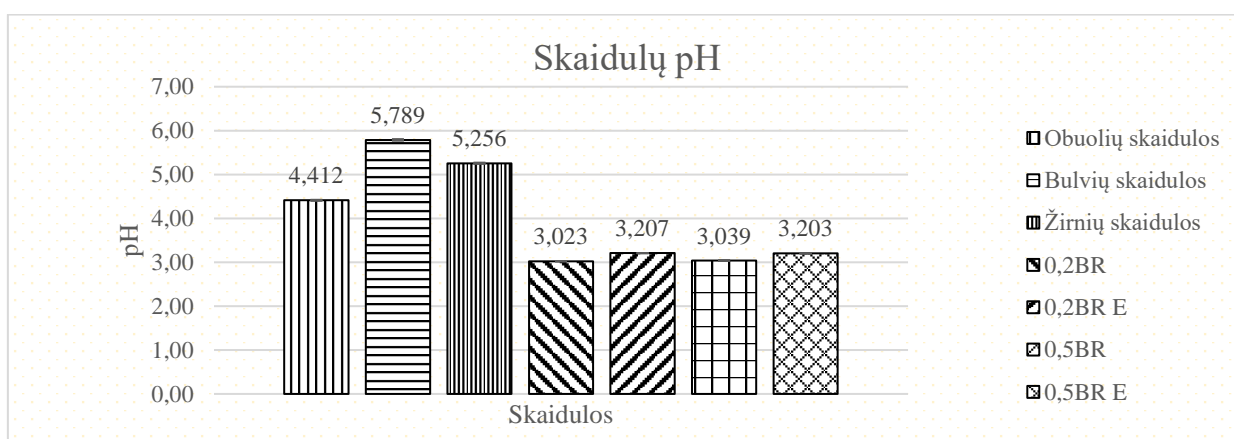
Tiriamąjį darbą metu gauta, jog žirnių skaidulų išbrinkimo tūris lygus 13,55 ml/g., o BR po ekstrakcijos turėjo didžiausią išbrinkimo tūrį: 0,2BR E -15,46 ml/g, o 0,5BR E - 15,45 ml/g.

Gauti rezultatai parodo, CO₂ ekstrakcijos įtaką šiam rodikliui, BR prieš CO₂ ekstrakciją, išbrinkimo tūrio vertės svyravo 13,53-13,61 ml/g ribose, o po ekstrakcijos 15,45-15,48 ml/g. Dėl šios priežasties būtų galima teigti, jog išbrinkimo tūriui skaidulų dalelių dydis įtakos neturi.

Analogiški kitų mokslininkų tyrimai, atlikti su tokiomis pat skaidulomis rodo, jog žirnių skaidulų išbrinkimo tūris buvo didžiausias ir siekė 15,9 ml/g [5].

3.1.3. pH

Rūgštingumas itin svarbus pritaikant skaidulas mėsos gaminių gamyboje, nes skaidulų ar išspaudų pridėjimas į mėsos gaminius gali stipriai pakeisti produkto rūgštingumą. Skaidulų ir išspaudų rūgštingumas pateiktas 7 pav.

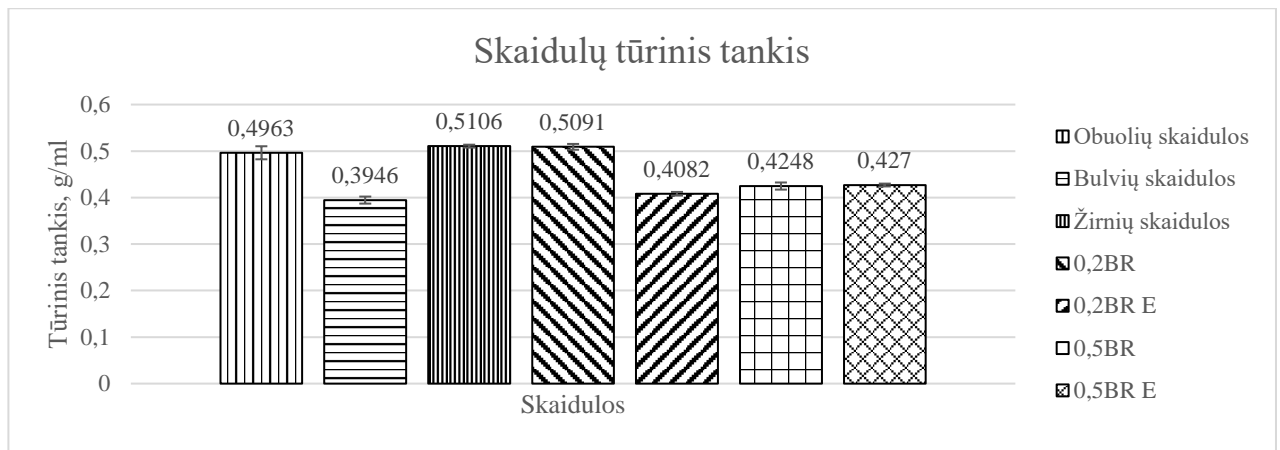


7 pav. Skaidulų tirpiosios frakcijos pH

Maisto priedų ir receptūrinių komponentų pH vertė turi reikšmingos įtakos mėsos sistemų ne tik juslinėms, bet ir funkcinėms – technologinėms savybėms. Tiriamąjį darbą metu nustatytas pramoninių skaidulų ir BR rūgštingumas. Gauti rezultatai rodo, jog BR tirpiosios frakcijos rūgštingumas yra didžiausias, tai lemia rūgštingumą didinančių junginių- organinių rūgščių kiekis skaidulose. Dėl šios priežasties mažiausias pH gautas bulvių skaidulų tirpiojoje frakcijoje, kuris siekė 5,789. Nustatinėjant BR rūgštingumą, gauti rezultatai parodė, jog didžiausias rūgštingumas nustatytas 0,2BR ir 0,5BR, tačiau didelio pH skirtumo nebuvo pastebėta. Brinkintose BR, rūgštingumas svyravo nuo 3,023 iki 3,039. Šiek tiek didesnis pH nustatytas BR, kurių dalelių dydis 0,5 mm.

3.1.4. Tūrinis tankis

Tūrinio tankio tyrimas yra gana svarbus rodiklis tiriant maistinių skaidulų tekstūrą. Gauti rezultatai pateikti 8 pav.

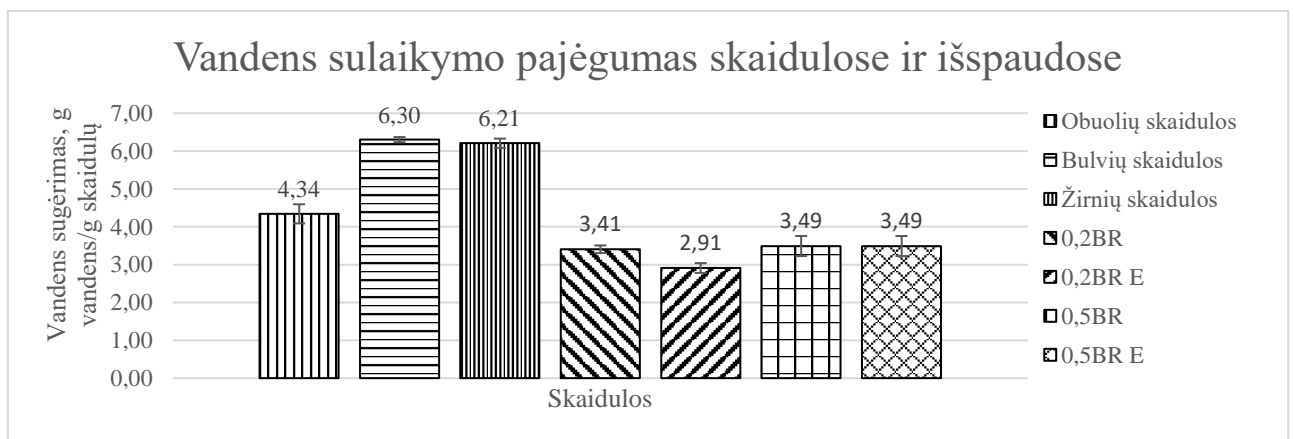


8 pav. Skaidulų tūrinis tankis

Gauti rezultatai rodo, jog didžiausias tūrinis tankis gautas su žirnių skaidulomis (0,5106 g/ml), o su obuolių skaidulomis rezultatai šiek tiek mažesni- 0,4963 g/ml, dalelių dydis < 900 μm. Mokslinėje literatūroje nurodyta, jog didžiausias tūrinis tankis buvo gautas su obuolių skaidulomis (0,494g/ml) nors dalelių dydis siekia < 300 μm, o su žirnių skaidulomis- 0,408g/ml [5]. Ši savybė priklauso nuo kiekvienos medžiagos struktūrinių savybių, jos dalelių dydžio ir dalelių dydžio pasiskirstymo. Tiriant BR tūrinį tankį, nustatyta, jog didžiausiu tūriniu tankiu pasižymėjo 0,2BR ir 0,5BR. Pagal gautus rezultatus, matoma, jog CO₂ ekstrakcija tyrimui aiškios įtakos neturėjo.

3.1.5. Vandens sulaikymo pajėgumas

Vandens sulaikymo pajėgumas parodo medžiagų gebėjimą įgerti ir išlaikyti drėgmę. Tai svarbus rodiklis, parodantis galimybę išlaikyti drėgmę ir mėsos sistemose. Tyrimas buvo atliktas tam, jog suprasti kurios skaidulos pasižymi didžiausiu vandens sulaikymu. Gauti rezultatai pateikti 9 pav.



9 pav. Skaidulų vandens sulaikymo pajėgumas

Didžiausias vandens sulaikymo pajėgumas nustatytas bandinyje su bulvių skaidulomis- 6,3 g vandens/g skaidulų bei su žirnių skaidulomis- 6,21 g vandens/g skaidulų. Mažiausiu vandens sulaikymo pajėgumu pasižymi 0,2BR E- 2,91 g vandens/g išspaudų.

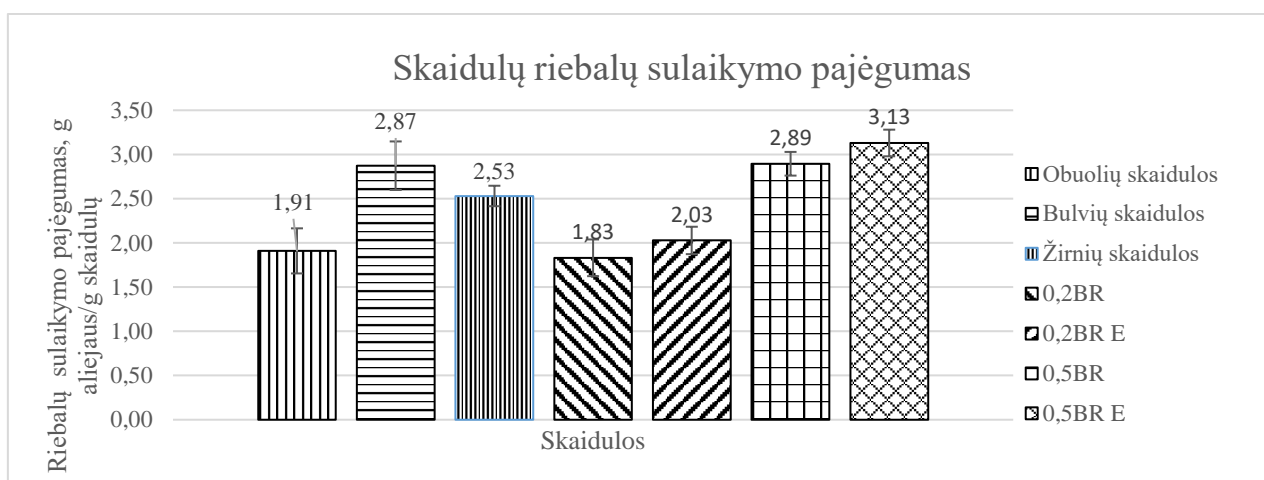
Tiriamajame projekte naudotų bulvių skaidulų (dalelių dydis siekia iki 200 μm) vandens sulaikymo pajėgumas siekė 6,30 g vandens/g skaidulų, o analogiškuose moksliniuose tyrimuose naudotų bulvių skaidulų, kurių dalelių dydis siekia 250 μm, vandens sulaikymo pajėgumas buvo mažesnis- 3,71 g vandens/g skaidulų. Analogiška priklausomybė pastebėta lyginant ir BR išspaudas. Nustatyta, jog

didesniu vandens sulaikymo pajėgumu pasižymi 0,5BR, kuris lygus 3,49 g vandens/g išspaudų. Tokie rezultatai parodo, kad dalelių dydis turi įtakos bandymų rezultatams.

Žirnių skaidulų vandens sulaikymo pajėgumas buvo mažesnis (6,21 g vandens/g skaidulų) nei nustatytas analogiškuose kitų mokslininkų tyrimuose 6,8 g vandens/g skaidulų [5], tačiau kaip ir obuolių skaidulų, buvo beveik du kartus didesnis už bruknių išspaudų (2,91- 3,49 g vandens/g skaidulų).

3.1.6. Riebalų sulaikymo pajėgumas

Riebalų sulaikymo pajėgumas parodo medžiagų gebėjimą įgerti ir išlaikyti aliejų. Tai rodiklis, parodantis galimybę išlaikyti riebalus ir mėsos sistemose. Duomenys pateikti 10 pav.



10 pav. Skaidulų riebalų sulaikymo pajėgumas

Įvertinus standartines paklaidas gauti tiriamojo darbo rezultatai yra artimi rezultatams, pateiktiems mokslinėje literatūroje. Lyginant pramonines skaidulas, didžiausias riebalų sulaikymo pajėgumas pastebėtas su bulvių skaidulomis (2,87 g riebalų/g skaidulų), o remiantis moksline literatūra bulvių ir žirnių rezultatai yra labai panašūs. Riebalų sulaikymo pajėgumui įtakos turi bendras maistinių skaidulų kiekis. Bulvių ir žirnių skaidulos savo sudėtyje turi krakmolo. Pasak Kuan ir kt. mokslininkų skaidulos, kuriose yra didelis krakmolo kiekis, turi mažesnę riebalų sulaikymo pajėgumą, lyginant su pluoštais, turinčiais mažiau krakmolo. Remiantis šių mokslininkų atliktais tyrimais ir jų tirtomis skaidulomis, galima manyti, jog tiriant grūdinės kilmės skaidulas, riebalų sulaikymo pajėgumas turėtų būti didesnis [5].

Ištyrus BR, rezultatai rodo, jog didžiausias aliejaus sulaikymo pajėgumas yra BR E, kurių diametras siekia 0,5 mm (3,13 g riebalų/g išspaudų).

Pastebima tendencija tiriant vandens sulaikymo pajėgumą bei riebalų sugėrimą. Atlikus bandymus, nustatyta, jog tiriant komercines skaidulas, didžiausiu vandens ir riebalų sulaikymu pasižymėjo bulvių skaidulos, o mažiausiu obuolių skaidulos. Taip pat lyginant BR, pastebėta ta pati tendencija- didžiausias vandens ir riebalų sulaikymo pajėgumas pastebėtas su 0,5BR ir 0,5BR E. Lyginant BR bandinius ir vertinant ekstrakcijos įtaką tyrimui, galima pastebėti, jog bandiniai su BR E, pasižymi šiek tiek didesniu riebalų sulaikymo pajėgumu- 2,03 ir 3,13 g riebalų/g išspaudų, nei bandiniai su 0,2BR ir 0,5BR 1,83 ir 2,89 g riebalų/g išspaudų.

3.1.7. Emulsijos susidarymo pajėgumas ir stabilumas

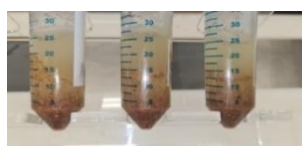
Emulsijų susidarymo pajėgumas ir stabilumas- itin svarbios baltymų funkcinės savybės, turinčios įtakos galutiniam produktui, gauti rezultatai pateikiami 9 lentelėje.

9 lentelė. Komercinių skaidulų ir bruknių išspaudų emulsijų susidarymo pajėgumas ir stabilumas

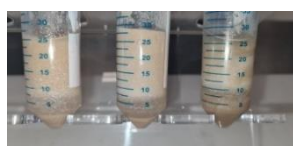
Skaidulų tipas Skaidulos	Paprastos	Išlaikytos (1 val.)	Kaitintos
Obuolių skaidulos	34,89 ±0,71	38,38 ±0,78	37,51 ±0,73
Bulvių skaidulos	29,1 ±0,75	31,03 ±0,01	28,24 ±0,57
Žirnių skaidulos	48,28 ±0,01	48,31 ±0,02	41,87 ±0,04
0,2BR	48,15 ±0,03	43,83 ±0,86	36,6 ±0,76
0,2BR E	36,6 ±0,76	26,59 ±0,58	34,89 ±0,71
0,5BR	34,89 ±0,71	36,16 ±0,76	47 ±0,97
0,5BR E	28,92 ±0,61	26,26 ±0,58	38,38 ±0,78

Lyginant gautus, 9 lentelėje pateiktus, rezultatus su mokslinių tyrimų rezultatai, gauti rezultatai yra labai panašūs. Didžiausias emulsijų susidarymo pajėgumas nustatytas su žirnių skaidulomis. Tiriamajame darbe gauta, jog emulsijos susidarymo pajėgumas su žirnių skaidulomis lygus 48,28, o moksliniuose tyrimuose nustatyta, jog emulsijos susidarymo pajėgumas su šiomis skaidulomis lygus 49 [5].

Stebint gautus rezultatus su BR, galima pastebėti CO₂ ekstrakcijos įtaką. Didesnis emulsijų susidarymo pajėgumas bei stabilumas nustatytas bandiniuose su BR prieš CO₂ ekstrakciją. Taip pat galima teigti, jog ir dalelių dydis turi įtakos emulsijų susidarymui. Smulkesnės BR sudaro stipresnę bei stabilesnę emulsiją. Tokia pati tendencija pastebima ir su komercinės skaidulomis, didžiausias dalelių dydis obuolių skaidulose ir emulsijos susidarymo pajėgumas taip pat mažiausias- 29,1. Remiantis įmonės technine dokumentacija (2 lentelėje), smulčiausias yra žirnių skaidulos.



Susidariusios emulsijos su obuolių skaidulomis



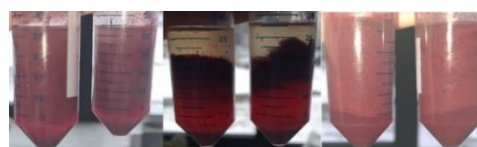
Susidariusios emulsijos su bulvių skaidulomis



Susidariusios emulsijos su žirnių skaidulomis



0,2BR ir susidariusios emulsijos



0,5BR E ir susidariusios emulsijos

11 pav. Skaidulų ir išspaudų emulsavimo pajėgumas

Pirmas mėgintuvėlis paprastos skaidulos, antras mėgintuvėlis- skaidulos laikytos 1h vandens ir aliejaus mišinyje, trečias mėgintuvėlis po kaitinimo- emulsijos stabilumo tyrimas.

3.2. Mėsos sistemų analizė

3.2.1. Virimo nuostoliai

Virimo nuostoliai- svarbi technologinio proceso charakteristika, parodanti mėsos ir kitų receptūros komponentų galimybes sulaikyti drėgmę ir riebalus terminio apdorojimo metu. Virimo nuostolių rezultatai pateikti 10 lentelėje.

10 lentelė. Mėsos sistemų virimo nuostoliai

Skaidulų koncentracija % \ Skaidulos	0	1,5	5	9
Obuolių skaidulos	19,65± 0,352	12,31± 0,465	6,75± 0,696	0,27± 0,231
Bulvių skaidulos	19,63± 0,411	13,86± 0,445	0,72± 0,058	0,23± 0,211
Žirnių skaidulos	19,77± 0,352	13,68± 0,722	5,16± 0,914	0,23± 0,201
0,2BR	19,58± 0,233	14,02± 0,336	13,07± 0,692	6,79± 0,412
0,2BR E	19,56± 0,293	14,43± 0,245	12,07± 0,241	6,57± 0,282
0,5BR	19,55± 0,334	16,37± 0,521	13,85± 0,639	6,05± 0,232
0,5BR E	19,45± 0,421	17,59± 0,874	12,65± 0,711	5,83± 0,221

Didžiausi virimo nuostoliai nustatyti bandiniuose be skaidulų, kurie siekia 19,45- 19,77 %. Bendri virimo nuostoliai mažėja, didėjant skaidulų ir bruknių išspaudų koncentracijai bandiniuose. Didesnė skaidulų koncentracija sugeria didesnę kiekį vandens bei geriau suriša riebalus, dėl šios priežasties nepridėjus skaidulų, bandinių virimo nuostoliai yra gana dideli. Bandiniai su 1,5 % skaidulų, nustatyta, jog didžiausi virimo nuostoliai nustatyti bandinyje su 0,5BR E (17,59 %), o mažiausi virimo nuostoliai nustatyti bandinyje su pramoninėmis obuolių skaidulomis (12,31 %). Bandiniuose su 5 % skaidulų, pastebėta, jog didžiausi virimo nuostoliai nustatyti su bruknių skaidulomis 0,5BR (13,85 %), o mažiausi virimo nuostoliai su bulvių skaidulomis (0,72 %). Naudojant 9 % skaidulų, pastebėta, jog naudojant pramonines skaidulas - obuolių, bulvių ir žirnių - rezultatai itin panašūs (0,23-0,27). Didžiausi virimo nuostoliai nustatyti naudojant 0,2BR, kiekis siekė 6,79. Bendri nuostoliai, didėjant skaidulų kiekiui bandinyje, mažėja dėl mėsos sistemų surišimo pridėjus maistinių skaidulų bei dėl vandens kiekio mažėjimo, dedant didesnę skaidulų kiekį.

3.2.2. Vandens ir riebalų kiekis nuostoliuose

Nustatyti vandens (11 lentelė) ir riebalų (12 lentelė) kiekiai mėsos sistemų nuostoliuose (3.2.1 skyrelyje).

11 lentelė. Po virimo išsiskyrusio vandens kiekis, %

Skaidulų koncentracija, % \ Skaidulos	0	1,5	5	9
Obuolių skaidulos	96,23± 0,38	95,08± 0,41	97,19± 0,33	99,21± 0,32
Bulvių skaidulos	96,21± 0,42	92,36± 0,33	93,15± 0,22	87,87± 0,29
Žirnių skaidulos	96,22± 0,34	94,39± 0,51	93,18± 0,29	84,03± 0,25
0,2BR	96,24± 0,31	95,88± 0,43	94,65± 0,25	92,12± 0,22

11 lentelės tęsinys

0,2BR E	96,23± 0,58	95,21± 0,41	94,71± 0,34	91,76± 0,37
0,5BR	96,24± 0,44	95,98± 0,33	97,42± 0,42	92,01± 0,34
0,5BR E	96,23± 0,39	95,38± 0,32	94,53± 0,48	91,26± 0,31

12 lentelė. Po virimo išsiskyrusių riebalų kiekis, %

Skaidulų koncentracija, %	0	1,5	5	9
Skaidulos				
Obuolių skaidulos	3,86± 0,08	4,92± 0,18	2,81± 0,11	0,79± 0,01
Bulvių skaidulos	3,76± 0,05	7,64± 0,14	6,85± 0,13	12,13± 0,42
Žirnių skaidulos	3,86± 0,02	5,61± 0,03	6,82± 0,09	15,97± 0,55
0,2BR	3,76± 0,02	4,12± 0,09	5,35± 0,12	7,88± 0,22
0,2BR E	3,89± 0,03	4,79± 0,11	5,29± 0,18	8,24± 0,19
0,5BR	3,77± 0,01	4,02± 0,01	2,58± 0,01	7,99± 0,23
0,5BR E	3,79± 0,11	4,62± 0,21	5,47± 0,13	8,74± 0,33

Šio tyrimo tikslas buvo nustatyti koks vandens ir riebalų kiekis yra nuostoliuose (3.2.1 skyrelis), kurie susidarė virimo metu. Atlikus džiovinimą bei reikalingus skaičiavimus nustatyta, jog didžiausias vandens kiekis nuostoliuose nustatytas mėginyje su obuolių skaidulomis, kuomet buvo naudota 9 % skaidulų (99,21 %) ir mažiausias vandens kiekis buvo nustatytas naudojant pramonines žirnių skaidulas, kuomet buvo naudota 9 % skaidulų (84,03 %). Mažiausias riebalų kiekis buvo nustatytas mėginyje su obuolių skaidulomis, naudojant 9 % koncentraciją (0,79 %), o didžiausias naudojant žirnių skaidulas 9 % (15,97 %). Tokie rezultatai parodo, jog pramoninės obuolių skaidulos gali surišti didesnę riebalų nei kitos pramoninės skaidulos. Lyginant naudotas BR galima pastebėti, jog drėgmės kiekis nuostoliuose didesnis buvo bandiniuose su išspaudomis prieš CO₂ ekstrakciją, naudojant 0,2BR 9 % - 92,12 %, naudojant 0,5BR 9 % - 92,01 % ir riebalų kiekis šiuose bandiniuose buvo mažesnis (0,2BR- 7,88 % ir 0,5BR- 7,99 %). Naudojant 0,2BR prieš ir po ekstrakcijos, vandens kiekis nuostoliuose siekė 92,12 % ir 91,76 %, o riebalų kiekis lygus 7,88 % ir 8,24 %. Vandens ir riebalų kiekiui nuostoliuose, BR dalelių dydis įtakos neturi, nes bandinių su 0,2BR ir 0,5BR rezultatai itin panašūs. Riebalų kiekis, didėjant skaidulų kiekiui bandiniuose, virimo nuostoliuose, didėja, dėl galimai suardomos gaminių struktūros.

3.2.3. Mėsos sistemų pH

Nustatytas mėsos sistemų rūgštingumas, pateiktas 13 lentelėje. Rūgštingumo nustatymas itin svarbus rodiklis, norint ištirti priedų įtaką produktui.

13 lentelė. Virtų bandinių pH

Skaidulų koncentracija, %	0	1,5	5	9
Skaidulos				
Obuolių skaidulos	5,47± 0,015	5,34± 0,006	5,19± 0,011	5,13± 0,002

13 lentelės tęsinys

Bulvių skaidulos	5,47± 0,013	5,53± 0,001	5,46± 0,012	5,37± 0,041
Žirnių skaidulos	5,51± 0,014	5,67± 0,004	5,54± 0,002	5,42± 0,003
0,2BR	5,47± 0,014	5,17± 0,005	4,67± 0,002	4,22± 0,006
0,2BR E	5,47± 0,003	5,23± 0,011	4,81± 0,011	4,55± 0,008
0,5BR	5,47± 0,005	5,04± 0,097	4,70± 0,005	4,25± 0,015
0,2BR E	5,47± 0,01	5,23± 0,007	4,80± 0,003	4,51± 0,011

Išmatavus virtų bandinių pH, didžiausias rūgštingumas nustatytas bandiniuose su BR. Lyginant BR prieš ir po CO₂ ekstrakcijos, galima pastebėti, jog žemesnis pH nustatytas bandiniuose su BR prieš CO₂ ekstrakciją. Bandiniuose su 0,2BR prieš CO₂ ekstrakciją, naudojant 1,5 % išspaudų, nustatytas rūgštingumas siekė 5,17, naudojant 5% išspaudų, rūgštingumas siekė 4,67, o pridėjus 9 % išspaudų rūgštingumas siekė 4,22. Naudojant 0,5BR, rezultatai buvo itin panašūs. Naudojant 1,5 % išspaudų, rūgštingumas bandinyje siekė 5,04, pridėjus 5 % išspaudų pH sumažėjo iki 4,7, o išspaudų kiekį padidinus iki 9%, rūgštingumas siekė 4,25. Pagal gautus rezultatus, matoma, jog ekstrakcija turėjo neryškų poveikį tiek pačių išspaudų (3.1.3 poskyris), tiek mėsos sistemų pH vertei, nors visų BR koncentracijų atveju, po jų ekstrahavimo, pH vertė sumažėdavo 0,1-0,26 ribose. Lyginant pramonines skaidulas, didžiausias rūgštingumas gautas naudojant obuolių skaidulas, tai galima paaiškinti 3.1.3 poskyryje gautais rezultatais. Kuomet buvo matuojamas skaidulų pH ne mėsos sistemose, pastebimas atsikartojimas, nes žemiausias pH buvo nustatytas naudojant BR prieš CO₂ ekstrakciją, o naudojant pramonines skaidulas- obuolių. Mokslinėje literatūroje rastame straipsnyje, kuriame aptariama obuolių išspaudų įtaka mėsos gaminiams. Dedant didesnę koncentraciją išspaudų, gaminių rūgštingumas didėjo [52]. Pridėjus 9 % skaidulų rūgštingumas siekė 4,25-4,51, kas yra artima mėsos izoelektriniam taškui ir tuomet baltymų vandens rišlumo geba yra mažiausia, tačiau pagal bendrus virimo nuostolius matome, kad didesnis skaidulų kiekis sulaukė sistemoje esantį vandenį.

3.2.4. Spalvos matavimas mėsos sistemose

Receptūros komponentai gali turėti įtakos mėsos sistemų spalvai. Pridėjus BR, tikėtina, jog mėsos sistemų spalva taps tamsesnė ir raudonesnė, dėl BR spalvos. Mažesnę įtaką mėsos sistemų spalvos pokyčiams turės naudojamos komercinės obuolių, bulvių ir žirnių skaidulos, dėl savo neutralios spalvos. Spalvos pokyčių mėsos sistemose rezultatai pateikti 14 lentelėje.

14 lentelė. Mėsos sistemų su skaidulomis ir išspaudomis spalvos matavimas

Skaidulos, išspaudos	Skaidulų konc. %	Spalvos reikšmės		
		L*	a*	b*
Obuolių	1,5	78,92± 0,066	3,22± 0,038	10,76± 0,055
	5	73,72± 0,029	4,19± 0,015	12,11± 0,046
	9	69,53± 0,391	5,14± 0,188	14,08± 0,376
Bulvių	1,5	79,82± 0,101	2,85± 0,029	11,03± 0,089
	5	77,58± 0,121	2,89± 0,035	12,01± 0,064

14 lentelės tęsinys

	9	73,73± 0,425	2,83± 0,069	13,13± 0,197
Žirnių	0	87,22± 0,238	4,39± 0,035	12,49± 0,053
	1,5	88,86± 0,285	4,49± 0,025	12,49± 0,015
	5	88,08± 0,081	3,71± 0,006	12,76± 0,025
	9	89,04± 0,095	3,03± 0,012	13,95± 0,032
0,2BR	0	84,51± 0,121	2,87± 0,063	11,46± 0,111
	1,5	70,41± 0,081	7,88± 0,071	7,56± 0,04
	5	56,15± 0,132	12,72± 0,192	4,54± 0,031
	9	47,64± 0,11	16,61± 0,053	3,64± 0,02
0,2BR E	1,5	67,06± 0,085	7,45± 0,071	8,71± 0,085
	5	57,59± 0,614	11,40± 0,021	8,40± 0,127
	9	49,13± 0,331	14,89± 0,331	8,37± 0,31
0,5BR	0	81,48± 0,03	3,42± 0,01	10,92± 0,02
	1,5	66,37± 0,02	7,04± 0,01	7,10± 0,01
	5	57,53± 0,01	11,49± 0,01	6,08± 0,01
	9	45,01± 0,07	16,56± 0,04	4,19± 0,02
0,5BR E	1,5	70,05± 0,36	6,91± 0,095	7,64± 0,15
	5	55,99± 0,17	11,877± 0,06	6,747± 0,04
	9	47,81± 0,38	15,43± 0,07	6,53± 0,04

Išmatavus visų paruoštų mėsos sistemų spalvas, galima pastebėti, jog didėjant skaidulų koncentracijai mėsos sistemoje, mėsos sistemos tamsėja. Naudojant BR, didėjant jų koncentracijai produkte, didėja produkto raudonumas ir mažėja geltonumas. Naudojant 0,2BR prieš ekstrakciją, raudonumas didėjant išspaudų koncentracijai gaminyje kito nuo 6,3-16,61. Naudojant 0,2BR E, raudonumas kito nuo 7,95-14,89. BR spalva prieš CO₂ ekstrakciją buvo raudonesnė, o po CO₂ ekstrakcijos spalva tapo šiek tiek rudesnė. BR tendencija pastebima ir mėsos sistemos spalvos pokyčiuose. Lyginant bandinius su BR prieš ir po ekstrakcijos, matoma, jog mėsos sistemų raudonumas didesnis su BR prieš CO₂ ekstrakciją.

Lyginant pramonines skaidulas, rezultatų skirtumai nėra itin ryškūs. Naudojant pramonines skaidulas itin mažai kinta produkto raudonumas bei geltonumas. Šiek tiek didesnę įtaką raudonumui turėjo obuolių skaidulos, vertės kito 3,22- 5,14 ribose, o bandiniuose su bulvių skaidulomis rezultatų pokyčio beveik nebuvo, kito 2,83- 2,89 ribose. Bandiniuose su žirnių skaidulomis, pastebėti atvirkštiniai rezultatai, kuomet didinant skaidulų kiekį, raudonumas mažėjo ir kito ribose 4,49- 3,71.

Taigi, galima teigti, kad produkto spalvai daugiau įtakos turi BR.

3.2.5. Tekstūros analizė

Tekstūros tyrimas itin svarbus analizuojant kokią įtaką receptūros komponentai turi mėsos sistemoms ir gaminiams. Tekstūros analizės metu tiriama gaminio kietumas, rišlumas, elastingumas ir kramtomumas.

3.2.5.1. Kietumas

Vertinamas kietumas, atsižvelgiant į skirtingas skaidulų ar išspaudų koncentracijas gaminiuose. Gauti rezultatai pateikiami 15 lentelėje.

15 lentelė. Paruoštų bandinių kietumas, N

Skaidulų koncentracija, % Skaidulos, išspaudos	0	1,5	5	9
Obuolių skaidulos	15,89± 0,321	16,79± 0,734	19,94± 0,731	29,25± 0,594
Bulvių skaidulos	15,79± 0,422	16,34± 0,382	17,73± 0,292	19,8± 0,692
Žirnių skaidulos	14,85± 0,521	19,01± 0,592	24,39± 0,221	37,89± 0,716
0,2BR	16,3± 0,575	20,11± 0,663	23,8± 0,543	34,03± 0,551
0,2BR E	15,78± 0,225	11,61± 0,143	18,42± 0,395	35,01± 0,533
0,5BR	15,55± 0,581	12,94± 0,283	13,86± 0,261	18,22± 0,131
0,5BR E	15,68± 0,773	15,2± 0,651	16,49± 0,785	18,75± 0,854

Atlikus tekstūros analizę, galima pastebėti, jog didžiausias kietumas nustatytas bandiniuose, naudojant žirnių skaidulas. Naudojant didžiausią skaidulų koncentraciją, nustatytas kietumas 37,89 N, naudojant 5 % skaidulų, kietumas lygus 24,39 N. Mažiausias kietumo pokytis didinant skaidulų koncentraciją gautas naudojant pramonines bulvių skaidulas. Naudojant didžiausią skaidulų koncentraciją, kietumas nustatytas 19,8 N, o naudojant 5% skaidulų, nustatyta, jog kietumas lygus 12,73 N.

Ištyrus bandinius su BR, matoma, jog didžiausias kietumas nustatytas bandiniuose su 0,2BR E 9 % (35,01 N). Išspaudų ekstrakcijos įtaka bandinių kietumui nepastebėta.

Taip pat galima pastebėti, jog didinant skaidulų koncentraciją bandiniuose didėja ir bandinių kietumas, tokia tendencija pastebėta, nes receptūroje didinant skaidulų ar išspaudų koncentraciją, buvo atitinkamai mažinamas vandens kiekis.

3.2.5.2. Rišlumas

Nustatytas mėsos sistemų rišlumas pateiktas 16 lentelėje.

16 lentelė. Paruoštų bandinių rišlumas

Skaidulų koncentracija, % Skaidulos, išspaudos	0	1,5	5	9
Obuolių skaidulos	0,34± 0,004	0,32± 0,018	0,31± 0,022	0,33± 0,031
Bulvių skaidulos	0,33± 0,031	0,31± 0,003	0,32± 0,004	0,29± 0,017
Žirnių skaidulos	0,34± 0,016	0,19± 0,008	0,19± 0,012	0,21± 0,005
0,2BR	0,34± 0,019	0,33± 0,025	0,33± 0,067	0,3± 0,036
0,2BR E	0,33± 0,022	0,29± 0,031	0,29± 0,004	0,31± 0,013
0,5BR	0,34± 0,002	0,18± 0,009	0,17± 0,013	0,21± 0,006
0,5BR E	0,33± 0,017	0,3± 0,011	0,27± 0,006	0,24± 0,001

Mažiausias rišlumas buvo bandiniuose pramoninėmis žirnių skaidulomis bei 0,5BR prieš CO₂ ekstrakciją. Didžiausias rišlumas naudojant 1,5 % koncentracijos skaidulas, nustatytas naudojant 0,2BR prieš CO₂ ekstrakciją (0,33). Naudojant 5 % skaidulų bandiniuose, didžiausias rišlumas nustatytas naudojant pramonines bulvių skaidulas (0,32), o naudojant 9 % skaidulų, didžiausias rišlumas nustatytas naudojant pramonines obuolių skaidulas (0,33). Tačiau įvertinus standartinius nuokrypius, galima teigti, jog didžiausiu rišlumu pasižymėjo bandiniai naudojant pramonines bulvių skaidulas bei 0,2BR prieš CO₂ ekstrakciją.

Analizuojant gautus rezultatus su BR, matoma, jog ekstrakcija ir dalelių dydis neturėjo didelės įtakos, nes visi duomenys itin panašūs.

3.2.5.3. Elastingumas

Išmatuotas gaminių elastingumas pateikiamas 17 lentelėje.

17 lentelė. Paruoštų bandinių elastingumas, N

Skaidulų koncentracija, %	0	1,5	5	9
Skaidulos, išspaudos				
Obuolių skaidulos	0,55± 0,013	0,57± 0,025	0,46± 0,028	0,53± 0,029
Bulvių skaidulos	0,53± 0,043	0,44± 0,001	0,42± 0,014	0,4± 0,023
Žirnių skaidulos	0,54± 0,043	0,39±0,089	0,3± 0,021	0,35± 0,011
0,2BR	0,56± 0,002	0,56± 0,002	0,56± 0,001	0,42± 0,074
0,2BR E	0,57± 0,008	0,45± 0,004	0,46± 0,001	0,52± 0,011
0,5BR	0,56± 0,015	0,33± 0,011	0,38± 0,038	0,45± 0,021
0,5BR E	0,54± 0,019	0,56± 0,024	0,45± 0,053	0,38± 0,042

Ištirus bandinių elastingumą, matoma, jog naudojant 1,5 % skaidulų, mažiausias elastingumas gautas pridėjus 0,5BR (0,33 N), o didžiausias elastingumas nustatytas pridėjus pramonines obuolių skaidulas (0,57 N).

Lyginant BR, didesnis elastingumas nustatytas naudojant 0,2BR, priklausomai nuo koncentracijos kito 0,42- 0,56 N ribose. Į bandinius pridėjus 5 % skaidulų, didžiausias elastingumas pastebėtas naudojant 0,2BR prieš CO₂ ekstrakciją (0,56 N). Naudojant 9 % skaidulų, didžiausias elastingumas nustatytas naudojant pramonines obuolių skaidulas (0,53 N) bei 0,2BR E (0,52 N). Mažiausias bandinių elastingumo pokytis dedant skirtingą skaidulų koncentraciją, nustatytas pridėjus pramonines bulvių skaidulas.

3.2.5.4. Kramtomumas

Gaminio kramtomumo rezultatai pateikti 18 lentelėje. Kramtomumas- vienas iš tekstūros rodiklių, kuris pasižymi priklausomybe nuo produkto kietumo.

18 lentelė. Paruoštų bandinių kramtomumas, N

Skaidulų koncentracija, %	0	1,5	5	9
Skaidulos, išspaudos				
Obuolių skaidulos	2,99± 0,189	2,88± 0,251	2,79± 0,556	5,22± 0,396
Bulvių skaidulos	2,99± 0,255	1,69± 0,279	1,85± 0,007	2,5± 0,061
Žirnių skaidulos	2,89± 0,281	1,6± 0,421	1,69± 0,358	2,79± 0,058
0,2BR	3,11± 0,475	3,5± 0,207	4,33± 0,392	2,7± 0,329
0,2BR E	3,01± 0,022	1,5± 0,029	2,28± 0,314	4,14± 0,899
0,5BR	3,02± 0,075	1,33± 0,136	2,05± 0,353	5,48± 0,411
0,5BR E	3,01± 0,102	2,58± 0,106	1,99± 0,098	1,32± 0,004

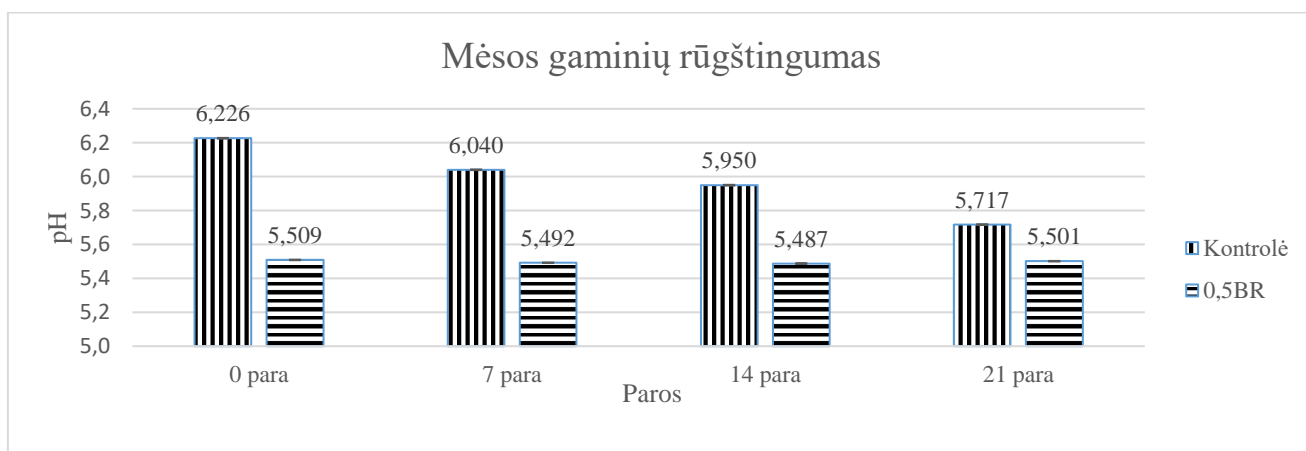
Atlikus bandinių kramtomumo tyrimą, nustatyta, jog sunkiausiai kramtomi bandiniai priklauso nuo naudojamų skaidulų koncentracijų. Naudojant 1,5% skaidulų, sunkiausias kramtomumas nustatytas naudojant 0,2BR (3,5 N), o lengviausiai sukramtomi- naudojant 0,5BR prieš CO₂ ekstrakciją (1,33 N). Pridėjus į bandinius 5% skaidulų, sunkiausias kramtomumas nustatytas naudojant 0,2BR (4,33 N). Naudojant 9 % skaidulų, sunkiausias kramtomumas nustatytas naudojant 0,5BR (5,48 N). Lyginant bandinius su bruknių išspaudomis, aiškios priklausomybės nuo ekstrakcijos ar dalelių dydžio nėra.

3.3. Bruknių išspaudų įtaka mėsos gaminių pokyčiams laikymo metu

Mėsos gaminių analizė atliekama, vertinant senėjimo procesą 0-21 paros laikotarpyje. Tyrimui pasirinktos 0,5BR 5 %, nes ankstesnių tyrimų metu šios išspaudos parodė didžiausią įtaką tirtiems bandiniams.

3.3.1. pH

pH nustatymas, stebint senėjimo procesą, parodo gaminių rūgštingumo pokytį. Mėsos gaminių senėjimo metu, pH kitimas gali būti susijęs su vienu iš mėsos gedimų- rūgimu. Rūgstant produktui, pH vertė mažėja. Mėsos gaminių rūgštingumas, vertinant laikymo procesą, pateiktas 12 pav.



12 pav. Mėsos gaminių rūgštingumas

Gauti rezultatai parodė jog rūgštingumas stipriai kinta laikymo metu bei mažėja kontroliniuose bandiniuose 6,226-5,717 ribose, o dešrelėse su BR- pH išlieka stabilus, 5,509- 5,487 ribose. Bandinių su BR rūgštingumą lemia bruknių sudėtis, kurioje gausu organinių rūgščių, tokių kaip citrinos, obuolių, benzoinės, oksalo, acto, glioksilo, pirovyno, oksipirovyno.

3.1.3 skyrelyje išmatuotas skaidulų rūgštingumas turi įtakos ir tirtų gaminių rūgštingumui. Minėtame skyrelyje nurodyta, jog BR prieš CO₂ ekstrakciją, kurių diametras siekė 0,5 mm, rūgštingumas lygus 3,039.

Atsižvelgiant į gautus rezultatus 21 paroje, verta paminėti, jog matuojant buvo jaučiamas nemalonas kvapas, kuris parodo, jog gaminiuose prasidėjęs puvinimo procesas. Vykstant puvinimo procesui, puvinimo bakterijų fermentai (*Pseudomonas*, *Proteus*) skaido baltymus. Reakcijos metu susidaro amoniakas, vandenilio sulfidas, anglies dioksidas ir kiti junginiai [53].

3.3.2. Spalvos matavimas

Atliktas mėsos gaminių spalvos pokyčių stebėjimas atsižvelgiant į produkto laikymo trukmę. Gauti rezultatai pateikti 19 lentelėje.

19 lentelė. Mėsos gaminių spalvos nustatymas

	0 para			7 para			14 para			21 para		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Kontrolė	82,99± 0,232	3,7± 0,225	14,56± 0,344	83,94± 0,424	4,21± 0,213	13,26± 0,161	80,34± 0,232	4,43± 0,089	12,77± 0,156	86,06± 0,356	4,37± 0,078	13,57± 0,118
0,5BR 5%	54,79± 0,122	11,34± 0,098	6,35± 0,081	56,01± 0,356	11,64± 0,215	5,81± 0,114	57,41± 0,087	11,18± 0,146	5,75± 0,141	57,63± 0,356	11,89± 0,221	6,92± 0,998

Spalvos nustatymo metu, pastebėta, jog kontrolės bandiniai 21 parą pašviesėjo (82,99- 86,06), tačiau tapo šiek tiek raudonesni (3,7-4,37) ir geltonumas sumažėjo (14,56-13,57). Vertinant spalvos pokyčius bandiniuose su BR, galima teigti, jos pokyčiai buvo itin maži. Atlikus pirmuosius bandinių matavimus su BR, šviesumas- 57,79, raudonumas 11,34, o geltonumas 6,353. Praėjus 21 parai, šviesumas- 57,63, raudonumas 11,89, geltonumas 6,92. Šie pasikeitimai rodo, jog praėjus 21 parai bandiniai su BR šiek tiek pašviesėjo, raudonumo rodiklis pakito minimaliai- mėginiai tapo raudonesni. Tai gali būti dėl bruknių sudėtyje esančių fenolių, kurie galėtų stabilizuoti paraudimą išlaikymo metu [54]. Taip pat minimaliai pakito ir geltonumo rodiklis, kuris rodo, jog gaminiai tapo šiek tiek geltonesni.

3.3.3. Tekstūros analizė

Atlikta mėsos gaminių tekstūros analizė, atsižvelgiant į gaminių laikymo trukmę. Gauti rezultatai pateikiami 20 lentelėje.

20 lentelė. Dešrelių tekstūros analizė

	Bandiniai	Paros	Kontrolė	0,5BR 5 %
Kriterijus				

20 lentelės tęsinys

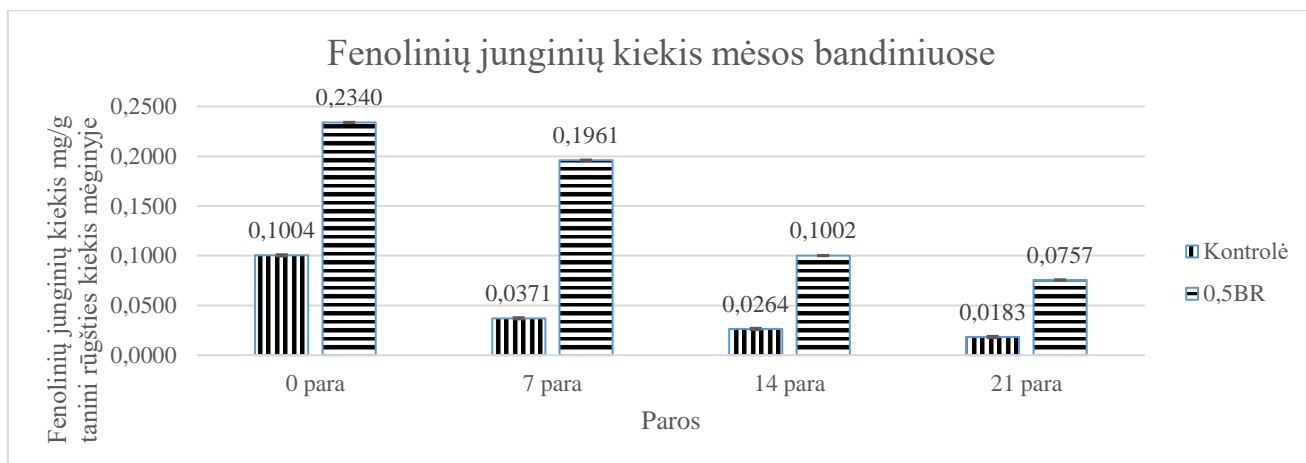
Kietumas, N	0	62,03± 0,649	62,36± 0,551
	7	93,17± 0,857	61,28± 0,308
	14	71,71± 0,471	65,64± 0,401
	21	50,88± 0,405	30,88± 0,089
Elastingumas, N	0	0,75± 0,049	0,71± 0,089
	7	0,77± 0,004	0,43± 0,022
	14	0,78± 0,051	0,45± 0,018
	21	0,83± 0,006	0,57± 0,004
Rišlumas	0	0,34± 0,109	0,33± 0,013
	7	0,3± 0,021	0,21± 0,013
	14	0,36± 0,034	0,22± 0,015
	21	0,72± 0,008	0,31± 0,005
Kramtomumas, N	0	20,3± 0,217	4,78± 0,756
	7	22,05± 0,257	6,07± 0,088
	14	20,76± 0,611	6,61± 0,092
	21	30,28± 0,468	5,55± 0,866

Bandinių kietumas su BR buvo mažesnis, nei kontrolės bandiniuose. Dešrelių kietumas, naudojant bruknes, sumažėjo 21-ąją parą (30,88 N), o kontrolinio bandinio kietumas 21-ąją parą siekė 50,88 N. Dešrelių elastingumas išliko stabilus kontrolės bandiniuose (0,75- 0,83 N) bei bandiniuose su BR (0,43- 0,57 N). Pastebėta, jog didesnis elastingumas nustatytas nenaudojant išspaudų. Gautų rezultatų tendencija aptinkama ir mokslinėje literatūroje. Mokslininkai atliko tyrimą kiaulienos dešrelėse su vaisių skaidulomis ir ištyrus gaminių elastingumą, kontrolinių bandinių elastingumo rodiklis buvo didesnis nei bandinių su vaisių skaidulomis [55]. Ištyrus bandinių rišlumą, bandiniuose su išspaudomis, pastebėta, jog rišlumas laikymo metu pakito tik minimaliai (0,21- 0,31), tačiau nenaudojant išspaudų, rišlumas padidėjo laikymo metu bandiniuose be skaidulų (0,3- 0,72). Analizuojant kramtomumo rodiklius, pastebėta, jog kramtomumas buvo sunkesnis bandiniuose be skaidulų (20,3- 30,28 N), taip pat ir kietumas. Gautus rezultatus lyginant su mokslinėje literatūroje rastais duomenimis, galima teigti, jog pridėjus vaisių kilmės skaidulų tendencija išlieka panaši. Mokslininkų tyrimo metu į kiaulienos dešreles pridėjus apelsinų skaidulų ir tuomet stebint pokyčius išlaikymo metu, pastebėta panaši tendencija vertinant gaminių kramtomumą. Mokslininkai įvertino, jog praėjus 24 paroms, gaminiai su skaidulomis tapo sunkiau kramtomi- kramtomumo rodiklis pakilo [55]. Tokia pati tendencija pastebėta vertinant gaminių kietumą su BR.

3.3.4. Fenolinių junginių pokytis mėsos bandinių laikymo metu

Fenolinių junginių nustatymas - vienas iš pagrindinių antioksidacinių savybių tyrimų metodų. Nustatytas fenolinių junginių kiekis mėsos produktuose. Rezultatai pateikti 13 pav.

Folin-Ciocalteu (F-C) metodas, matuojantis bendrą polifenolio kiekį (TPC), yra etaloninis tyrimas, skirtas matuoti polifenolius maisto produktuose, taip pat jų buvimą plazmoje, šlapime ir net skirtinguose organuose [56]. Fenolinių junginių kiekis buvo išreikštas mg/g tanino rūgšties.



13 pav. Fenolinių junginių kiekio nustatymas mėsos bandiniuose

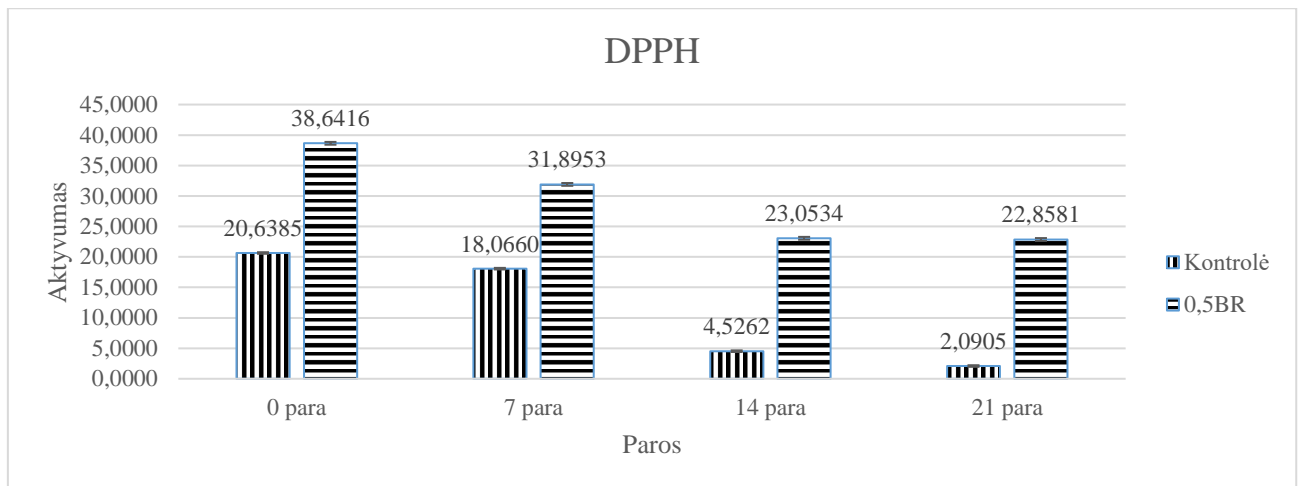
Pradžioje bandiniuose su BR nustatytas fenolinių junginių kiekis buvo lygus 0,234 mg/g tanino rūgšties, 21-oje paroje nustatyta, jog fenolinių junginių kiekis nukrito iki 0,0757. Kontroliniuose bandiniuose nustatytas fenolinių junginių kiekis tyrimo pradžioje buvo lygus 0,1004 mg/g tanino rūgšties, o 21-oje paroje fenolinių junginių kiekis nukrito iki 0,0183 mg/g. Galima pastebėti, jog bandiniuose su BR, fenolinių junginių kiekis buvo žymiai didesnis nei kontroliniuose bandiniuose. Stebint pokyčius laikymo metu, pastebėta, jog fenolinių junginių kiekis 21-oje paroje buvo stipriai sumažėjęs bandiniuose su BR (maždaug 3 kartus). Fenolinių junginių kiekis kontroliniuose bandiniuose sumažėjo maždaug 5 kartus.

Gautus rezultatus lyginant su mokslininkų atliktais tyrimais, galima matyti, kad gaunamos analogiškos tendencijos. Mokslininkai tyrimų metu ištyrė Moringos gėlių įtaką mėsos sistemoms, gautas fenolinių junginių kiekis buvo lygus 1,121 mg/g galo rūgšties.

Mokslininkai atliko tyrimus su goji uogomis mėsos sistemose. Pastebėta itin panaši tendencija lyginant kontrolinius bandinius ir bandinius su skaidulomis. Mokslininkų gauti rezultatai rodo, jog bandiniuose su goji uogų skaidulomis, fenolinių junginių kiekis buvo didesnis beveik 4 kartus lyginant su kontroliniais bandiniais [57]. Tokia pati tendencija pastebėta ir bandiniuose su BR.

3.3.5. DPPH nustatymas

DPPH tyrimas naudojamas nustatyti antioksidacinį aktyvumą, naudojant stabilų laisvąjį radikalą DPPH, kurio rezultatai pateikti 14 pav.



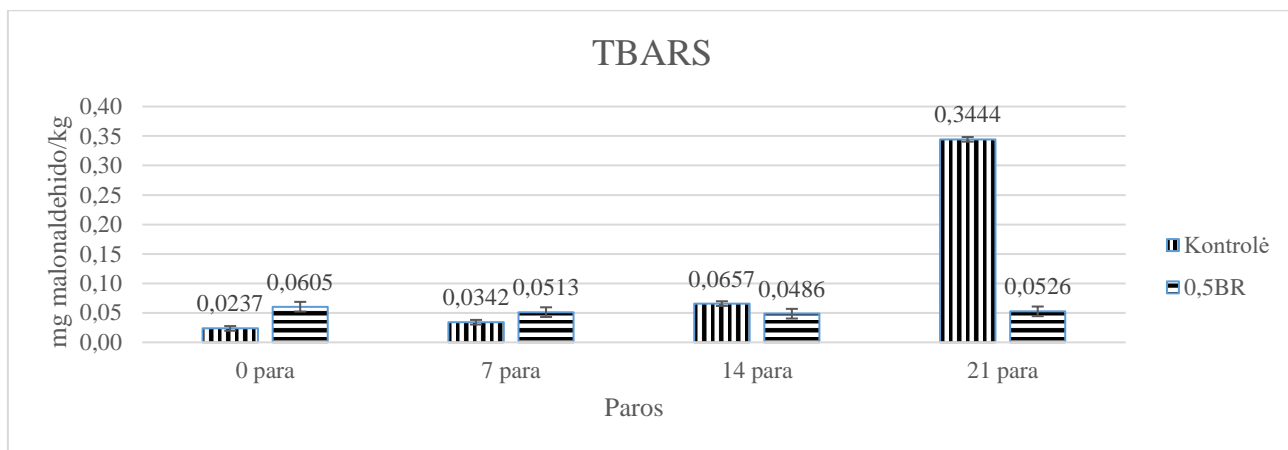
14 pav. Mėsos sistemų su maisto priedais DPPH nustatymas

Vertinant DPPH tyrimo metu gautus rezultatus, galima pastebėti, jog antioksidacinis aktyvumas buvo didesnis mėginiuose, naudojant BR. Didelis skirtumas tarp kontrolinių mėginių bei mėginių su išspaudomis, pastebėtas 21 parą, kuomet kontroliniame mėginyje antioksidacinis aktyvumas pagal DPPH metodą buvo lygus 2,09 %, o mėginiuose su išspaudomis- 22,9 %.

Gauti rezultatai panašūs su mokslinėje literatūroje rastais duomenimis, galima pastebėta panašumų, jog DPPH rodikliai gaminiuose su skaidulomis išlieka stabilesni, nei kontroliniuose bandiniuose. DPPH aktyvumas gaminiuose su BR yra gana panašus su mokslinėje literatūroje rastais duomenimis, kuomet gaminiams buvo naudotos Goji uogos [57]. Mokslininkai nustatė, jog į mėsos sistemas pridėjus raudonųjų Goji uogų, DPPH rodiklis siekė 16,07- 17,47, priklausomai nuo uogų skaidulų koncentracijos. Taip pat buvo atliekamas tyrimas pridėjus juodųjų Goji uogų skaidulų. Rezultatai parodė, jog bandiniai su juodųjų Goji uogų skaidulomis pasižymėjo didesniu antioksidaciniu aktyvumu, DPPH rodikliai buvo lygūs 32,29- 35,86, priklausomai nuo uogų skaidulų koncentracijos.

3.3.6. TBARS nustatymas

Pirminės oksidacijos produktai- peroksidai ir hiperperoksidai, o antrinė oksidacija vertinama pagal susidarančio malonaldehido ir TBRAS reakcijos produktus. Tiobarbiturinės rūgšties reaktyviosios medžiagos (TBARS) yra įprastas būdas matuoti lipidų peroksidacijos produktus ląstelėse, audiniuose ir kūno skysčiuose. Rezultatai pateikti 15 pav.



15 pav. Mėsos sistemų su maisto priedais TBARS nustatymas

Atliekant TBARS tyrimą, pastebėta, jog rezultatai kontroliniuose mėginiuose ir mėginiuose su išspaudomis buvo itin panašūs, tačiau ryškus pokytis matomas 21 paroje, kuomet kontroliniame bandinyje malonaldehido koncentracija pasiekė 0,344 mg malonaldehido/kg, o bandinyje su BR-0,052 mg malonaldehido/kg. Taip pat matoma, jog malonaldehido koncentracija bandiniuose su BR beveik nekito laikant bandinius vakuume. Matomai 21-oje paroje prasidėjo antrinė mėsos gaminių riebalų oksidacija.

Mokslininkai atliko tyrimą su vynuogių skaidulomis vištienos kepsnelių gamyboje. Atlikti bandymai rodo, jog bandiniuose su skaidulomis TBARS rodiklio vertės buvo mažesnės, nes kontroliniuose bandiniuose. Bandymuose buvo tirtos skirtingos skaidulų koncentracijos. Didesnį antioksidacinį aktyvumą parodė bandiniai, kuriuose skaidulų koncentracija buvo didesnė [54].

3.3.7. Cheminės sudėties nustatymas

Cheminės sudėties nustatymas parodo sudėties pokyčius pridėjus BR. Sudėties nustatymo metu galima įvertinti ar pridėtinis BR kiekis turi įtakos produkto ženklimumui. Cheminė sudėtis pateikiama 21 lentelėje.

21 lentelė. Mėsos gaminių su bruknių išspaudomis cheminė sudėtis

Bandinys	Kontrolė	0,5BR 5%
Cheminė sudėtis		
Drėgmė, %	64,28± 0,513	59,53± 0,414
Baltymai, %	12,23± 0,079	12,59± 0,092
Riebalai, %	18,15± 0,045	18,68± 0,042
Skaidulinių medžiagų kiekis, %	0	3,46± 0,022
Angliavandeniai, %	0,52± 0,002	0,53± 0,003
100 g gaminio energetinė vertė, kcal	214,35	227

Nustačius bendrą angliavandenių kiekį gaminiuose, skaidulinių medžiagų kiekis paskaičiuotas pagal pateiktą 3 lentelėje bruknių išspaudų cheminę sudėtį. 21 lentelėje nurodytas angliavandenių kiekis, išskaičiavus skaidulinių medžiagų kiekį iš bendro angliavandenių kiekio (angliavandenių kiekis+ skaidulinių medžiagų kiekis = bendras angliavandenių kiekis).

Nustačius pagamintų produktų cheminę sudėtį matoma, jog bandiniuose su BR mažiau drėgmės, tačiau daugiau baltymų ir riebalų, lyginant su kontroliniais bandiniais. Gautiems rezultatams įtakos turėjo virimo nuostoliai, bandiniuose su BR drėgmė yra mažesnė dėl to, jog dalis vandens buvo pakeistas BR.

Sveikatingumo ženklėjimas:

Remiantis *ES Reglamentu 1924/2006*, galima teigti, jog pagamintas produktas su 0,5BR 5 %, yra skaidulinių medžiagų šaltinis, nes gautas skaidulų kiekis produkte 1,52 g/ 100 kcal produkto. Reglamente nurodyta, jog produktas, kaip skaidulinių medžiagų šaltinis gali būti nurodomas, kuomet skaidulų kiekis siekia 1,5 g/100 kcal produkto.

3.4. Virškinamumo tyrimas

Remiantis literatūros duomenimis, maisto produktuose esančios skaidulos turi teigiamos įtakos jų virškinamumui bei maistinių medžiagų pasisavinamumui [2, 3, 4]. Siekiant įvertinti BR, kaip skaidulų šaltinio įtaką mėsos gaminių virškinamumui, mėsos gaminiuose, paruoštuose pagal 6 lentelėje pateiktą receptūrą, buvo tiriama riebalų rūgščių (RR), fenolinių junginių atpalaidavimo bei baltymų hidrolizės laipsnio ir galinę azoto grupę turinčių amino rūgščių kiekio pokyčiai. Rodikliai analizuoti keliuose virškinimo etapuose: G0- virškinimo skrandyje pradžioje; G60- 60 min virškinimo skrandyje; G120- virškinimo skrandyje pabaigoje; D0 - virškinimo plonajame žarnyne pradžioje; D60- 60 min virškinimo plonajame žarnyne D120- po virškinimo plonojoje žarnoje.

3.4.1. Bruknių išspaudų įtaka riebalų rūgščių sudėčiai ir jos pokyčiams virškinimo metu

Receptūros komponentai gali turėti reikšmingos įtakos mėsos gaminių maistinei ir mitybinei vertei, kaip ir RR sudėčiai. Kaip parodė avižų sėlenų įtakos jautienos hamburgeriams tyrimai, šis priedas padidino nesočiųjų riebalų rūgščių kiekį ir sumažino sočiųjų riebalų rūgščių kiekį produkte [30].

Bruknių išspaudų įtaka paruoštų bandinių RR sudėčiai pateikta 22 lentelėje.

22 lentelė. Bruknių išspaudų įtaka nevirškintų bandinių riebalų rūgščių sudėčiai

Išspaudų tipas	Kontrolė, %	0,5BR 1,5 %	0,5BR 5 %
Riebalų rūgštys			
Metil- dekanono (10-0)	0,06	-	0,08
Lauro (12-0)	0,12	0,13	0,13
Miristo (14-0)	1,28	1,23	1,28
Pentadekano (15-0)	0,04	-	0,05
Palmito (16-0)	24,34	24,16	22,89
Heptadekano (17-0)	0,27	0,25	0,25
Stearino (18-0)	13,82	13,8	12,74
Arachido (20-0)	0,23	0,24	0,23

22 lentelės tęsinys

Heneikozino (21-0)	-	0,02	-
Beheno (22-0)	-	0,02	0,05
Iš viso sočiųjų, %	40,16	39,85	37,7
Iš viso sočiųjų, mg	10037,75	9931,25	9422,75
Metil- meristoleato (14-1)	0,03	-	0,03
Palmitoleino (16-1)	1,85	1,83	1,91
Heptadeceno (17-1)	0,19	0,2	0,18
Oleino (18-1)	41,63	41,69	41,74
Trans-oleino (18-1tr)	0,16	0,09	0,11
Cis-11- eikozeno (20-1)	0,84	0,83	1,02
Eruko (22-1)	-	-	0,21
Nervono (24-1)	-	-	0,01
Iš viso monesočiųjų, %	44,7	44,64	45,21
Iš viso monesočiųjų, mg	11167	11157,75	11302,5
Linolo (18-2)	13,09	13,36	13,52
γ-Linoleno (18-3a)	1,07	1,15	1,85
cis-11,14-Eikozadieno (20-2)	0,60	0,59	0,64
Homo- gama- linoleno (20-3w6)	0,07	0,07	0,07
Eikozatrieno (20-3w3)	0,09	0,1	0,12
Arachinodo (20-4)	0,22	0,22	0,23
Eikozapentaeno (20-5)	-	-	0,27
Dokozadieno (22-2)	-	0,02	0,06
Cervono (22-6)	-	-	0,33
Iš viso polinesočiųjų, %	15,140	15,51	17,09
Iš viso polinesočiųjų, mg	3786	3871	4271,5
Viso nesočiųjų, %	59,84	60,15	62,3
Iš viso nesočiųjų, mg:	14953	15028,75	15574

Virškinamumo tyrimui paruoštuose bandiniuose bendras įdėtų riebalų kiekis siekė 20 % (žr. 6 lentelė). Pagal 22 lentelėje pateiktus RR sudėties tyrimo duomenis galima matyti, kad paruoštame nevirškintame kontrolės bandinyje sočiosios riebalų sudarė 40,16 %. Kaip ir įprastai kiaulienoje, didžiąją jų dalį (24,34 %) sudarė palmito (16-0) ir stearino (18-0) – 13,82 % rūgštys. Bendras nesočiųjų RR kiekis sudarė 59,84 %. Remiantis moksline literatūra, gyvūninių riebalų rūgščių sudėtis skiriasi priklausomai nuo jų mitybos raciono riebalų rūgščių sudėties [30].

Dominuojanti monesočioji oleino (18-1) riebalų rūgštis sudarė 41,63 %, polinesočioji- linolo 13,09 % nuo viso nustatyto riebalų rūgščių kiekio. Į gaminius pridėjus 0,5BR 5 %, sočiųjų riebalų rūgščių kiekis sumažėjo nuo 40,16 % iki 37,7 % , o bendras nesočiųjų riebalų rūgščių kiekis didėjo nuo 59,84% iki 62,3 %. Lyginant monesočiųjų ir polinesočiųjų riebalų rūgščių kiekius, galima pastebėti, jog pridėdant daugiau BR, didėja polinesočiųjų riebalų rūgščių kiekis (nuo 15,14 iki 17,09

%). Tai galima paaiškinti tyrimuose naudotų neekstrahuotų BR esančių RR sudėtimi. Skirtingais šių išspaudų CO₂ ekstrahavimo parametrais gautų ekstraktų RR sudėties rezultatai rodo (23 lentelė), kad net iki 95,45 % yra nesočios RR, iš jų iki 80,66 % polinesočiosios, kas didino jų kiekį gaminiuose.

23 lentelė. Ekstrahuotų bruknių išspaudų riebalų rūgščių sudėtis

Riebalų rūgštis	SKE-CO ₂ (52,7 MPa, 79 °C)	SKE-CO ₂ (47,1 MPa, 53 °C)
Lauro r. (C12:0)	1,91±0,10	1,73±0,63
Palmitino r. (C16:0)	2,27±0,33	1,87±0,56
Stearino r. (C18:0)	0,48±0,11	0,27±0,0
Beheno (C22:0)	0,25±0,17	0,28±0,21
Lignocero (C24:0)	0,40±0,05	0,40±0,33
Iš viso sočiųjų, %:	5,31	4,55
Oleino r. (C18:1n9c)	14,8±0,17	14,79±0,77
Iš viso mononesočiųjų, %:	14,8	14,79
Linolo (C18:2n6c)	37,51±0,94	37,39±1,0
Linoleno (C18:3n3)	42,38±1,09	43,27±0,67
Iš viso polinesočiųjų, %:	79,89	80,66
Iš viso nesočiųjų, %:	94,69	95,45

Į gaminius pridėjus BR ir didėjant jų koncentracijai, mažėjo palmito (16-0) ir stearino (18-0) riebalų rūgščių kiekiai, o 18-1 ir 18-2 kiekiai didėjo.

Janicki's ir Appledorf'as nustatė reikšmingus C-16, C-18 ir C18-2 riebalų rūgščių pokyčius jautienos gaminiuose jų terminio apdorojimo metu, kai jų riebalai turėjo 70 % nesočiųjų RR ir 29,8 % sočiųjų riebalų rūgščių. C-16 rūgšties nuostoliai buvo didžiausi, o C 18-1 ir C18-2 kiekiai padidėjo, ko rezultate padidėjo nesočiųjų ir sočiųjų (NS/S) RR santykis, matomai dėl jų sąryšio su gaminių receptūriniais komponentais ir fosfolipidais.

Nesočiųjų ir sočiųjų riebalų rūgščių santykis padidėjo terminio apdorojimo metu. Jautienos mėsos hamburgeriuose, pagamintuose su avižų sėlenomis, padidėjo nesočiųjų riebalų rūgščių kiekis ir sumažėjo sočiųjų riebalų rūgščių kiekis produkte [30, 58].

Vertinant gautus rezultatus matoma, jog į gaminius pridėjus BR sumažėjo sočiųjų riebalų rūgščių kiekis. Kontroliniame bandinyje sočiųjų RR kiekis lygus 40,16 %, pridėjus 0,5BR 1,5 % sočiųjų RR kiekis sumažėjo- 39,85 %. Bandiniuose su 0,5BR 5 %, sočiųjų RR kiekis sumažėjo iki 37,7 %. Nesočiųjų RR kiekis kontroliniame bandinyje siekė 59,84 %, bandinyje su 0,5BR 1,5 % - 60,15 %, bandinyje su 5 % išspaudų padidėjo iki 62,3 %.

Dawkins'as pridėjo avižų sėlenų į mėsos paplotėlius nuo 15 iki 50 %. Pagrindinės nustatytos riebalų rūgštys buvo oleino, palmitino, stearinino ir linolo rūgštys, o jų vertės skirtingais lygiais svyravo atitinkamai nuo 22,5 % iki 34,1 %, 20,0 % iki 24,1 %, 12,3 % iki 44,2 % ir nuo 9,2 % iki 19,3 %. Kitos riebalų rūgštys, kurių koncentracija buvo apie 2 %, buvo miristo, palmito, oleino ir elaidinės rūgštys (transriebalų rūgštys), o kaparėlių, laurų ir linolo rūgštys (ω -3) buvo mažesnės nei 1 % [30].

Sočiųjų, nesočiųjų riebalų rūgščių ir polinesočiųjų pokyčius nevirškintuose bandiniuose su BR apibendrina ir 24 lentelėje pateikti jų santykiai. Matome, kad NS/S santykis didėjo nuo 1,49 iki 1,65. Nors polinesočiųjų RR padidėjo beveik 2 %, MN/PN santykis sumažėjo nuo 2,95 iki 2,65, t.y. monosočiųjų kiekio pokyčiai buvo reikšmingesni.

24 lentelė. Riebalų rūgščių santykiai nevirškintuose bandiniuose

Bandinys RR santykiai	Nevirškintas bandinys kontrolė	Nevirškintas bandinys 1,5% 0,5BR E	Nevirškintas bandinys 5% 0,5BR E
Iš viso nesočiųjų,	59,84	60,15	62,3
Iš viso sočiųjų,	40,16	39,85	37,7
Santykis NS/ S	1,49	1,51	1,65
Mononesočios	44,7	44,64	45,21
Polinesočios	15,14	15,51	17,09
Santykis MN/PN	2,95	2,88	2,65

Virškinimo tyrimui naudojama 5g mėginio. Pateiktuose rezultatuose, atsipalaiduoja RR mg iš 5g mėginio. Riebalų rūgščių sudėties pokyčiai visų bandinių virškinamumo metu buvo vertinti analizuojant atpalaiduotus riebalus, kurių kiekiai pateikti 25 lentelėje.

25 lentelė. Virškinimo metu atpalaiduotų riebalų kiekis

Bandinys	Virškinimo etapas	D0, mg	D60, mg	D120, mg
Kontrolė		472,55	561,96	526,02
Dešra + 1,5% 0,5BR		-	403,98	466,76
Dešra + 1,5% 0,5BR E		-	474,98	404,98
Dešra + 5 % 0,5BR		525,75	552,93	589,33
Dešra + 5 % 0,5BR E		501,66	589,24	532,45

Visų bandinių virškinimo metu, plonosiose žarnose atpalaiduotų riebalų kiekiai aiškios priklausomybės neturėjo kito 403,98 - 589,33 mg ribose (25 lentelė). Daugumoje gaminių riebalų atpalaidavimas virškinimo metu turėjo nežymią tendenciją mažėti, o gaminiai su 0,5BR 1,5 % išspaudų buvo apie 0,1 g mažesni. Galima stebėti skirtingą ekstrakcijos įtaką. Virškinimo plonojoje žarnoje pradžioje, atpalaiduotas riebalų kiekis bandiniuose su BR E, sumažėjo, lyginant su bandiniais kuriems buvo naudotos išspaudos prieš ekstrakciją. Atvirkštinė tendencija pastebėta praėjus 60 min po virškinimo plonajame žarnyne. Atpalaiduotų riebalų kiekis su BR E buvo didesnis, lyginant su bandiniais su BR prieš CO₂ ekstrakciją. Praėjus 120 min po virškinimo plonojoje žarnoje, didesnis atpalaiduotų RR kiekis nustatytas bandiniuose su BR išspaudomis prieš ekstrakciją.

Kontrolinio mėsos bandinio RR sudėtis virškinimo metu pateikta 26 lentelėje.

26 lentelė. Riebalų rūgščių sudėtis kontroliniame mėsos bandinyje ir jo virškinimo metu

Išspaudų tipas ir viršk. etapas Riebalų rūgštys	Kontrolė		
	D0, %	D60, %	D120%
Metil- dekanono (10-0)	0,09	-	0,1
Lauro (12-0)	0,18	0,23	0,14
Miristo (14-0)	1,3	1,27	1,4
Pentadekano (15-0)	-	-	0,04
Palmito (16-0)	24,58	23,48	25,33
Heptadekano (17-0)	0,21	0,2	0,27
Stearino (18-0)	11	11,31	12,06
Arachido (20-0)	0,17	0,2	0,19
Beheno (22-0)	0,03	0,0	0,05
Iš viso sočiųjų, %	37,65	36,76	39,580
Iš viso sočiųjų, mg	177,93	206,39	208,33
Metil- meristoleato (14-1)	-	-	0,06
Palmitoleino (16-1)	2,04	1,9	1,98
Heptadeceno (17-1)	0,19	0,2	0,19
Oleino (18-1)	43,150	44,11	42
Trans-oleino (18-1tr)	-	-	0,08
Cis-11- eikozeno (20-1)	0,81	0,9	0,77
Iš viso mononesočiųjų, %	46,27	47,2	45,1
Iš viso mononesočiųjų, mg	218,67	265,15	237,05
Linolo (18-2)	13,9	13,92	13,42
γ-Linoleno (18-3a)	1,10	1,1	0,96
cis-11,14-Eikozadieno (20-2)	0,5	0,5	0,58
Homo- gama- linoleno (20-3w6)	0,09	0,07	0,060
Eikozatrieno (20-3w3)	0,05	-	-
Arachinodo (20-4)	0,29	0,32	0,27
Iš viso polinesočiųjų, %	16,07	15,59	15,32
Iš viso polinesočiųjų, mg	75,96	89,81	80,64
Viso nesočiųjų, %	62,34	62,79	60,42
Iš viso nesočiųjų, mg:	294,62	354,96	317,69

Analizuojant kontrolinio bandinio RR sudėtį atpalaiduotuose riebaluose D0 taške – pradinėje plonojo žarnyno fazėje sočiųjų RR kiekis lygus 37,65 %, dominuojančios rūgštys išlieka tokios pat kaip ir nevirškintame bandinyje- palmito (24,58 %) ir stearino (11 %). Mononesočiųjų riebalų rūgščių kiekis lygus 46,27 %, dominuojanti oleino rūgštis- 43,15 %. Polinesočiųjų RR kiekis- 16,07 %, dominuojanti linolo rūgštis- 13,96 %.

Praėjus 60 min po virškinimo plonojoje žarnoje sočiųjų riebalų rūgščių kiekis mažėjo- 36,76 % ir tendencija dominuojančių rūgščių išliko tokia pati- palmito (23,48 %) ir stearino (11,31 %). Bendras nesočiųjų RR kiekis lygus 62,79 %, mononesočiųjų riebalų rūgščių kiekis lygus 47,2 %, dominuojanti oleino rūgštis, kuri sudarė 44,11 %. Polinesočiųjų riebalų rūgščių kiekis- 15,59 %, dominuojanti linolo rūgštis, kuri sudarė 13,92 %.

Po 120 min. virškinimo plojoje žarnoje, D120 taške, sočiųjų riebalų rūgščių kiekis išaugo nuo 37,65 (D0) iki 39,58 %, iš jų palmito rūgštis sudarė- 25,33 %, stearino- 12,06 %. Bendras nesočiųjų rūgščių kiekis sumažėjo iki 60,42 %, iš kurių mononesočiųjų- buvo 45,1 %, o dominuojančios oleino rūgštis kiekis siekė 42,02 %. Polinesočiųjų riebalų rūgščių kiekis sumažėjo iki 15,32 %, dominuojanti linolo rūgštis, kurios kiekis siekia 13,42 %.

27 lentelėje pateikiama RR sudėtis 0,5BR 1,5 % ir 0,5BR E 1,5 % bandiniuose.

27 lentelė. Riebalų rūgščių sudėtis mėsos bandinyje su 1,5 % bruknių išspaudų ir jo virškinimo metu

Išspaudų tipas ir viršk. etapas Riebalų rūgštys	0,5BR 1,5 %		0,5BR E 1,5 %	
	D60, %	D120, %	D60, %	D120, %
Miristo (14-0)	1,42	1,33	1,4	1,50
Palmito (16-0)	22,06	25,77	22,06	26,86
Heptadekano (17-0)	0,01	0,19	0,01	0,11
Stearino (18-0)	9,29	13,18	9,29	14,0
Arachido (20-0)	0,12	0,22	0,12	0,2
Iš viso sočiųjų, %	32,9	40,69	32,9	42,73
Iš viso sočiųjų, mg	132,908	189,899	156,27	173,04
Palmitoleino (16-1)	2,14	1,88	2,14	1,82
Heptadeceno (17-1)	0,12	0,13	0,12	0,16
Trans- oleino (18-1tr)	-	0,01	-	-
Oleino (18-1)	47,3	41,28	47,34	40,94
cis-11- eikozeno (20-1)	0,76	0,73	0,76	0,62
Iš viso mononesočiųjų, %	50,36	44,03	50,36	43,54
Iš viso mononesočiųjų, mg	203,45	205,5	239,21	176,35
Linolo (18-2)	15,39	13,65	15,39	13,03
γ-Linoleno (18-3a)	0,86	0,94	0,86	0,45
cis-11,14-Eikozadieno (20-2)	0,38	0,49	0,37	0,23
Arachinodo (20-4)	0,110	0,21	0,11	0,01
Iš viso polinesočiųjų, %	16,7	15,290	16,73	13,72
Iš viso polinesočiųjų, mg	67,62	71,36	79,51	55,59
Iš viso nesočiųjų, %	67,1	59,32	67,09	57,26
Iš viso nesočiųjų, mg	271,07	276,86	318,71	231,94

Bandinių su 0,5BR 1,5 % virškinimo metu atpalaiduotų riebalų RR sudėties analizė parodė, jog sočiųjų riebalų rūgščių kiekis bandinyje, su 0,5BR 1,5 %, praėjus 60 min virškinimo plonojoje

žarnoje, buvo lygus 32,9 %, didžiausias kiekis - palmito rūgštis- 22,06 %, o mažiausiai- heptadekano. Šiame bandinyje mononesočiųjų rūgščių kiekis buvo lygus 50,36 %, iš kurių daugiausia oleino rūgštis- 47,34 %, o mažiausiai- heptadeceno. Taip pat nustatytas ir polinesočiųjų rūgščių kiekis, kuris bandinyje buvo lygus 16,74 %, su dominuojančia linolo rūgštimi.

Po 120 min virškinimo plonojoje žarnoje, sočiųjų riebalų rūgščių kiekis didėjo iki 40,68 %, su dominuojančia palmito rūgštimi, kurios kiekis buvo lygus 25,77 %. Šiame bandinyje mononesočiųjų rūgščių kiekis buvo lygus 44,03 %, iš kurių daugiausia oleino rūgštis- 41,28 %, o mažiausiai- trans oleino. Taip pat nustatytas ir polinesočiųjų rūgščių sumažėjimas iki 15,29 %, su dominuojančia linolo rūgštimi.

Bandinyje su 0,5BR E 1,5 %, praėjus 60 min virškinimo plonojoje žarnoje, sočiųjų ir mononesočiųjų riebalų rūgščių kiekiai buvo analogiški kaip ir bandiniuose prieš ekstrakciją. Taip pat nustatytas ir polinesočiųjų rūgščių kiekis, kuris bandinyje buvo neženkliai didesnis - 16,74 %, dominuojančia linolo rūgštimi-15,39 %.

Praėjus 120 min virškinimo plonajame žarnyne, rūgščių sudėtis pakito analogiškai pirmajam bandiniui, sočiųjų riebalų kiekis padidėjo iki 42,73 %, su dominuojančia palmito rūgštimi, kurios kiekis buvo lygus 26,86 %. Šiame bandinyje mononesočiųjų rūgščių kiekis sumažėjo iki 43,54 %, iš kurių daugiausia oleino rūgštis- 40,94 %, o mažiausiai- heptadeceno. Taip pat nustatytas ir polinesočiųjų rūgščių kiekio mažėjimas iki 13,73 %, su dominuojančia linolo rūgštimi-13,04 %.

Taigi, galima pastebėti, jog po virškinimo plonojoje žarnoje, atpalaiduotuose riebaluose padidėjo sočiųjų riebalų rūgščių kiekis ir sumažėjo mononesočiųjų bei polinesočiųjų riebalų rūgščių kiekis. Nustatyta jog bandiniuose, kuriuose buvo naudotos BR E, buvo nenustatyta trans-oleino rūgštis.

Riebalų rūgščių sudėties pokyčiai bandiniuose su 0,5BR 5 % nurodyti 28 lentelėje.

28 lentelė. Riebalų rūgščių sudėtis mėsos bandinyje su 5 % bruknių išspaudų prieš ekstrakciją ir jo virškinimo metu

Išspaudų tipas ir viršk. etapas Riebalų rūgštys	0,5BR 5 %		
	D0, %	D60, %	D120, %
Kaprilinė (8-0)	-	-	0,02
Metil- dekanono (10-0)	0,13	0,06	0,16
Lauro (12-0)	0,17	0,19	1,71
Miristo (14-0)	1,43	1,7	2,38
Pentadekano (15-0)	0,05	0,05	0,12
Palmito (16-0)	26,13	22,94	23,84
Heptadekano (17-0)	0,24	0,18	0,24
Stearino (18-0)	11,86	9,36	10,54
Arachido (20-0)	0,2	0,23	0,23
Heneicosanoinė (21-0)	-	-	0,04
Beheno (22-0)	0,05	0,08	0,07
Iš viso sočiųjų, %	40,26	34,79	39,35
Iš viso sočiųjų, mg	211,57	192,33	231,84

28 lentelės tęsinys

Metil- meristoleato (14-1)	0,08	0,1	0,06
Palmitoleino (16-1)	2	2,08	1,66
Heptadeceno (17-1)	0,19	0,17	0,17
Oleino (18-1)	40,57	43,26	41,41
Trans-oleino (18-1tr)	0,12	0,07	0,26
Cis-11- eikozeno (20-1)	0,74	1,6	0,77
Eruko (22-1)	-	0,02	-
Nervono (24-1)	-	0,06	-
Iš viso mononesočiųjų, %	43,7	47,36	44,33
Iš viso mononesočiųjų, mg	229,69	261,83	231,32
Linolo (18-2)	13,55	13,73	13,11
γ-Linoleno (18-3a)	1,59	2,35	2,3
(18-3g)	-	-	0,04
cis-11,14-Eikozadieno (20-2)	0,54	0,42	0,47
Homo- gama- linoleno (20-3w6)	0,06	0,04	0,07
Eikozatrieno (20-3w3)	0,02	-	0,08
Arachinodo (20-4)	0,31	0,32	0,25
Eikozapentaeno (20-5)	-	0,48	-
Cervono (22-6)	-	0,53	-
Iš viso polinesočiųjų, %	16,07	17,87	16,32
Iš viso polinesočiųjų, mg	84,49	98,78	96,17
Iš viso nesočiųjų, %	59,77	65,23	60,65
Iš viso nesočiųjų, mg	314,18	360,61	357,49

Tyrimo metu nustatyti riebalų rūgščių sudėties pokyčiai bandiniuose su 0,5BR 5 %. Virškinimo plonojoje žarnoje pradžioje atpalaiduotuose riebaluose sočiųjų riebalų rūgščių kiekis siekė 40,26 %, iš kurių dominuojančios buvo palmito (26,13 %) ir stearino (11,86 %). Mononesočiųjų riebalų rūgščių kiekis siekė 43,7 %, dominuojanti oleino rūgštis, kurios kiekis siekė 40,57 %. Polinesočiųjų riebalų rūgščių kiekis buvo mažesnis nei mononesočiųjų riebalų rūgščių. Dominuojanti linolo rūgštis, kurios kiekis siekė 13,55 %. Lyginant sočiųjų ir nesočiųjų riebalų rūgščių kieki, nustatyta, jog nesočiųjų riebalų rūgščių kiekis didesnis ir lygus 59,77 %, kai tuo tarpu bandiniuose su 1,5 %- 65,23 %.

Po 60 min virškinimo plonojoje žarnoje sočiųjų rūgščių kiekis lygus 34,79 %, dominuojančios rūgštys išlieka tos pačios- palmito (22,94 %) ir stearino (9,36 %). Mononesočiųjų riebalų rūgščių kiekis- 47,36 %, dominuojanti- oleino rūgštis, kuri sudaro 43,26 %. Polinesočiųjų rūgščių kiekis siekia 17,87 %, dominuojanti linolo rūgštis, kuri sudaro 13,73 %. Lyginant šiame etape gautus rezultatus su D0 etapo rezultatais, gauta jog sumažėjo sočiųjų riebalų rūgščių kiekis ir padidėjo nesočiųjų riebalų rūgščių kiekis.

Praėjus 120 min. nuo virškinimo plonojoje žarnoje pradžios, sočiųjų riebalų rūgščių kiekis sumažėjo iki 39,35 %, dominuojančių rūgščių tendencija išlieka tokia pati- palmito (23,84 %) ir stearino (10,54

%). Nesočiųjų riebalų rūgščių kiekis sumažėjo iki 60,65 %, mononesočiųjų riebalų rūgščių kiekis iki 44,33 %, dominuojanti rūgštis išlieka tokia pati kaip ir anksčiau tirtuose bandiniuose- oleino (41,41 %). Polinesočiųjų riebalų rūgščių kiekis- 16,32 %, dominuojanti linolo rūgštis (13,11 %). Taigi, D120 etape gauname nežymų sočiųjų RR sumažėjimą ir nesočiųjų didėjimą.

Riebalų rūgščių sudėtis ir RR pokytis 0,5BR E 5 % bandinyje nurodytas 29 lentelėje.

29 lentelė. Riebalų rūgščių sudėtis mėsos bandinyje su 0,5BR E 5 % ir jo virškinimo metu

Išspaudų tipas ir viršk. etapas Riebalų rūgštys	0,5BR E 5 %		
	D0%	D60%	D120%
Kaprilinė (8-0)	-	0,016	-
Metil- dekanono (10-0)	0,09	0,099	0,11
Lauro (12-0)	0,16	0,336	0,31
Miristo (14-0)	1,51	1,295	1,41
Pentadekano (15-0)	0,06	0,03	0,06
Palmito (16-0)	27,61	25,93	24,94
Heptadekano (17-0)	0,28	0,23	0,23
Stearino (18-0)	13,37	12,22	12,21
Arachido (20-0)	0,22	0,2	0,2
Beheno (22-0)	0,53	0,05	0,05
Iš viso sočiųjų, %	43,83	40,41	39,52
Iš viso sočiųjų, mg	217,43	237,32	210,45
Metil- meristoleato (14-1)	0,07	0,07	0,06
Palmitoleino (16-1)	1,9	1,87	1,91
Heptadeceno (17-1)	0,18	0,18	0,19
Oleino (18-1)	38,46	40,88	41,46
Trans-oleino (18-1tr)	0,07	0,07	0,08
Cis-11- eikozeno (20-1)	0,73	0,79	0,77
Iš viso mononesočiųjų, %	41,41	43,86	44,47
Iš viso mononesočiųjų, mg	207,73	257,52	236,8
Linolo (18-2)	12,78	13,39	13,56
γ-Linoleno (18-3a)	1,42	1,39	1,49
cis-11,14-Eikozadieno (20-2)	0,53	0,56	0,55
Homo- gama- linoleno (20-3w6)	0,07	0,06	0,06
Eikozatrieno (20-3w3)	0,07	0,04	0,06
Arachinodo (20-4)	0,3	0,29	0,28
Cervono (22-6)	0,08	-	-
Iš viso polinesočiųjų, %	15,25	15,73	16
Iš viso polinesočiųjų,	76,49	92,4	85,21
Iš viso nesočiųjų, %	55,66	59,59	60,47
Iš viso nesočiųjų, mg	284,22	349,92	322

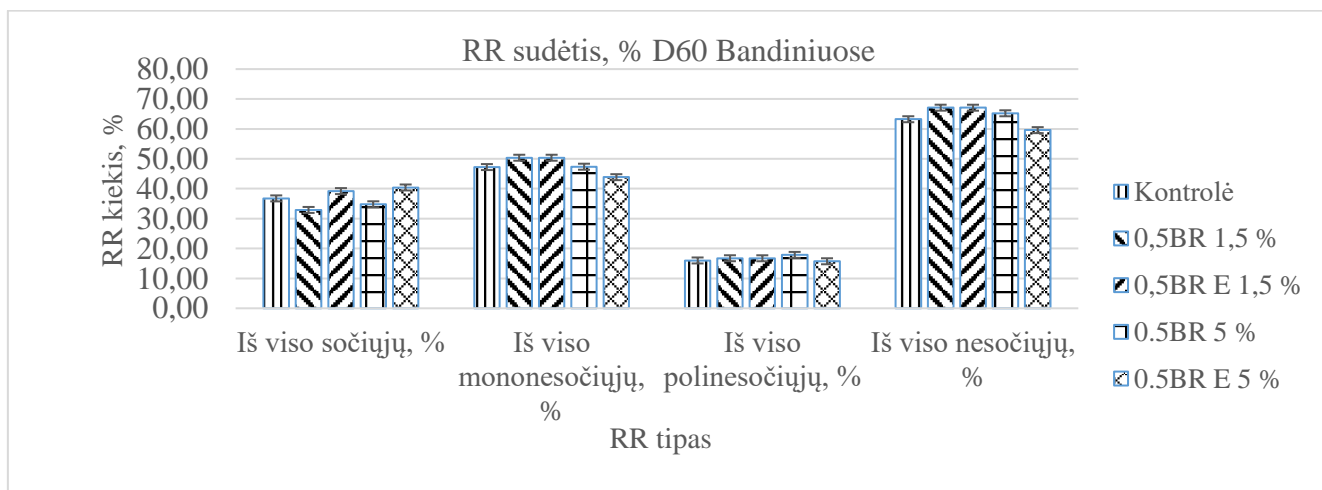
Atliktas tyrimas, nustatant riebalų rūgštis bandiniuose, parodė kokios riebalų rūgštys ir jų kiekiai buvo rasti tirtuose Atliktas RR sudėties pokyčių tyrimas bandiniuose su 0,5BR E 5 %. Virškinimo plonojoje žarnoje pradžioje sočiųjų riebalų rūgščių- 43,83 %, analogiškai kitiems bandiniams dominuojančios- palmito (27,61 %) ir stearino (13,37 %) rūgštys. Nustatytas ir nesočiųjų riebalų rūgščių kiekis- 55,66 %, mononesočiųjų riebalų rūgščių kiekis- 41,41 %, dominuojanti- oleino rūgštis (38,46 %). Polinesočiųjų riebalų rūgščių kiekis siekia 15,25 %, dominuojanti- linolo rūgštis (12,78 %).

Praėjus 60 min nuo virškinimo plonojoje žarnoje pradžios sočiųjų riebalų rūgščių kiekis mažėjo iki 40,41 %, dominuojančių rūgščių tendencija išlieka tokia pati- palmito (25,93 %) ir stearino (12,22 %). Mononesočiųjų riebalų rūgščių kiekis didėjo iki 43,86 %, dominuojanti oleino rūgštis, kuri sudaro 40,88 %. Polinesočiųjų riebalų rūgščių kiekis didėjo iki 15,73 %, dominuojanti linolo rūgštis (13,39 %).

D120 taške sočiųjų riebalų rūgščių kiekis dar šiek tiek mažėja iki 39,52 %, dominuojančios palmito (24,94 %) ir stearino (12,21 %) riebalų rūgštys. Mononesočiųjų riebalų rūgščių kiekis padidėja iki 44,47 %, O polinesočiųjų riebalų rūgščių kiekis- iki 16 %, dominuojanti linolo rūgštis- 13,56 %.

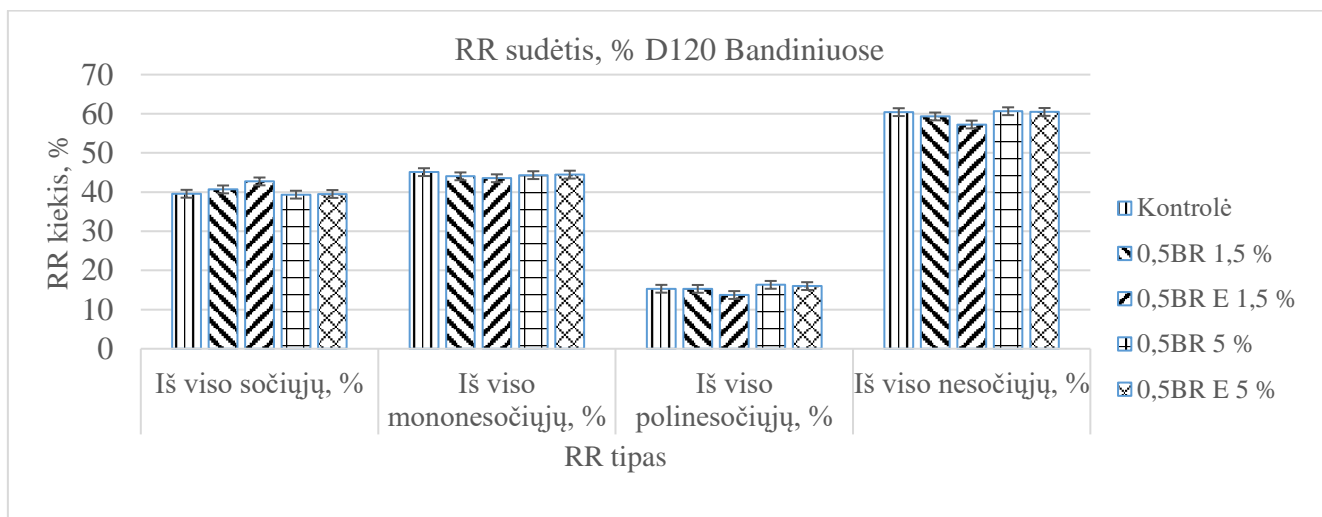
Išanalizavus visų bandinių virškinimo metu atpalaiduotų riebalų RR sudėtį nustatyta, jog kontroliniame bandinyje bei bandiniuose su 1,5 % BR sočiųjų riebalų rūgščių kiekis didėjo, o nesočiųjų- mažėjo, Tačiau pridėjus 0,5BR 5 %, jau gauta priešinga tendencija, jog sočiųjų riebalų rūgščių kiekis virškinimo metu nežymiai mažėjo, o nesočiųjų riebalų rūgščių kiekis didėjo.

BR pridėjimo įtaka RR sudėčiai D 60 taške apibendrintai pateikta 16 pav., o po virškinimo plonosiose žarnose – D120 17 pav.



16 pav. Riebalų rūgščių nustatymas mėsos sistemose D60- plonajame žarnyne

Matyti, jog daugiausia sočiųjų riebalų rūgščių nustatyta bandinyje su 0,5BR E 5 %- 40,41 %. Mažiausiai sočiųjų riebalų rūgščių nustatyta bandinyje su 0,5BR 1,5 %. Visuose bandiniuose daugiau nustatyta mononesočiųjų riebalų rūgščių nei polinesočiųjų.

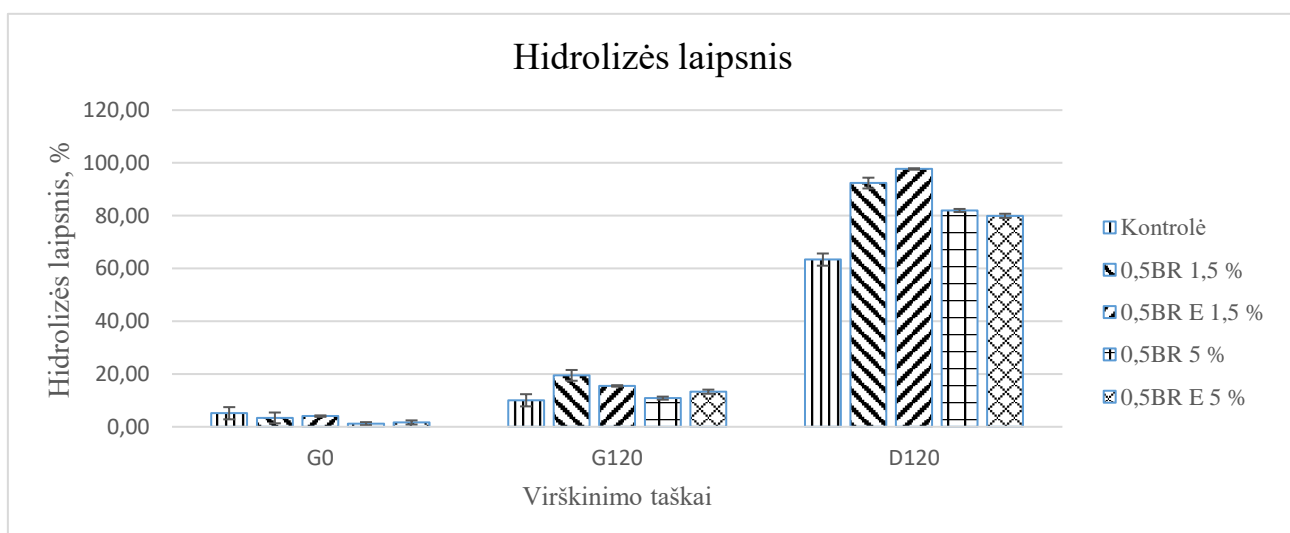


17 pav. Riebalų rūgščių nustatymas mėsos sistemose D120

Matome, kad pridėtinės bruknių išspaudos, kaip skaidulų šaltinį, neturėjo neigiamos įtakos mėsos gaminių bandinių riebalų virškinamumui. Po 120 min virškinimo plonojoje žarnoje, gauti rezultatai rodo, jog sočiųjų riebalų kiekis bandiniuose išliko itin panašus, kaip ir po 60 min virškinimo. Mononesočiųjų riebalų rūgščių kiekis bandiniuose, po 120 min virškinimo, lyginant su D60 sumažėjo. Didesnis pridėtinis (5 %) jų kiekis, sumažino sočiųjų RR atpalaidavimą ir gerino nesočiųjų atpalaidavimą virškinimo plonajame žarnyne pabaigoje.

3.4.2. Baltymų hidrolizės laipsnis

Vertinant išspaudų įtaką mėsos baltymų virškinamumui gauta, jog pridėtinių išspaudų kiekis pagerino baltymų hidrolizę. Baltymų hidrolizės laipsnis, skirtinguose virškinimo etapuose, nurodytas 18 pav.



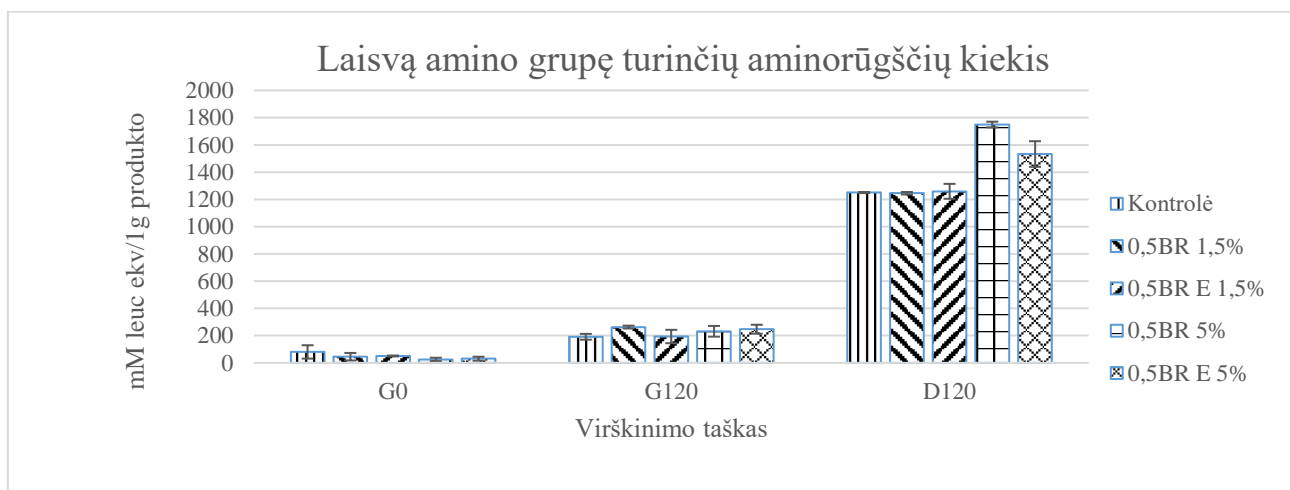
18 pav. Hidrolizės laipsnis

Vertinant gautus rezultatus, pastebima, jog po virškinimo žarnyne (D120), hidrolizės laipsnis visuose bandiniuose padidėja maždaug 5 kartus. Didžiausias hidrolizės laipsnis nustatytas bandiniuose su 0,5BR E 1,5 %- 97,7 %, nedidelį pridėtinių išspaudų kiekį turintys bandiniai turėjo mažiau patvarią

struktūrą. Ryškių ir tendencingų pokyčių tarp bandinių su išspaudomis prieš ir po ekstrakcijos negauta, galima teigti, jog išspaudų ekstrakcija įtakos baltymų hidrolizei neturėjo.

3.4.3. Laisvą amino grupę turinčių aminorūgščių kiekis

Endopeptidazės skelia peptidinį ryšį molekulės viduje, egzopeptidazės – atskelia galines amino rūgštis. Kiekvienas peptidas ar polipeptidinė grandinė turi N-galinę aminorūgštį, turinčią laisvą amino grupę ir C-galinę aminorūgštį, turinčią laisvą karboksigrupę. N-galinė yra pirmoji baltymo dalis, kuri išeina iš ribosomos baltymų biosintezės metu. Gauti rezultatai pateikti 19 pav.

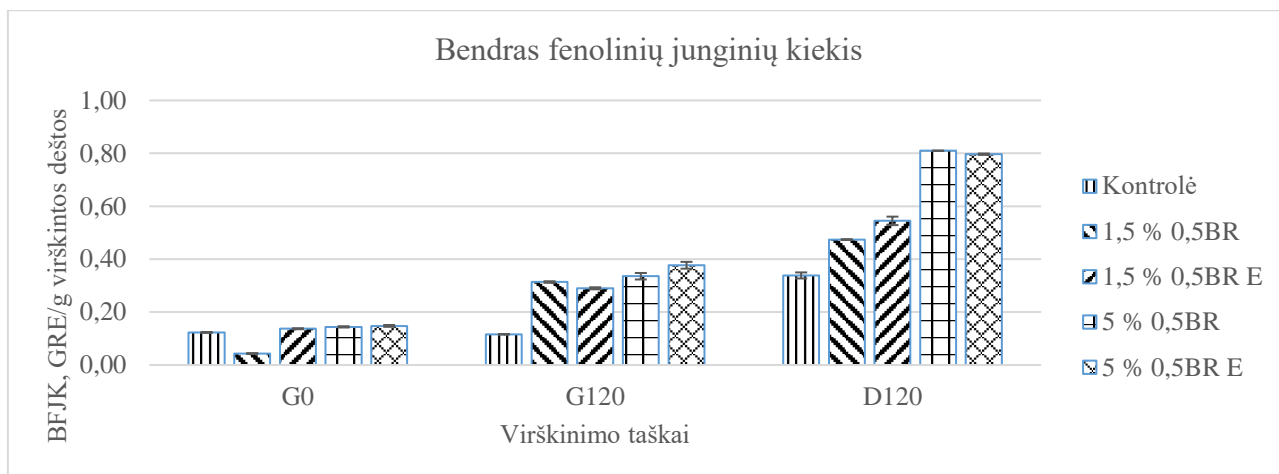


19 pav. Laisvą amino grupę turinčių aminorūgščių kiekis

Analizuojant gautus rezultatus, galima pastebėti, jog laisvą amino grupę turinčių amino rūgščių (N-galinių amino rūgščių) kiekis didžiausias D120 taške. Didžiausias kiekis nustatytas bandiniuose su 0,5BR 5 %. Lyginant bandinius su 0,5BR ir 0,5BR E, aiškios priklausomybės nepastebėta. Bandiniuose su 0,5BR 1,5 % prieš ir po ekstrakcijos, N-galinių amino rūgščių kiekis yra itin panašus. Ekstrakcijos minimali įtaka pastebėta tik bandiniuose su 0,5BR 5 %. Bandiniuose su išspaudomis prieš ekstrakciją, nustatytas didesnis N-galinių amino rūgščių kiekis, nei bandiniuose su išspaudomis po ekstrakcijos.

3.4.4. Fenolinių junginių kiekis virškintose mėsos sistemose

Bendras fenolinių junginių kiekis mėsos gaminiuose, įvertinant skirtingus virškinimo etapus, nurodytas 20 pav.



20 pav. Fenolinių junginių kiekis virškintose mėsos sistemose

Analizuojant gautus mėsos gaminių su BR virškinimo rezultatus, galima pastebėti, jog bendras fenolinių junginių kiekis plonojo žarnyno fazėje po 120 min, buvo didesnis, nei skrandžio fazėje. Bandiniuose, kuriuose buvo naudotos BR prieš CO₂ ekstrakciją 1,5%, bendras fenolinių junginių kiekis skrandžio fazėje buvo lygus 0,108 GRE/ g virškintos dešros, o žarnyno fazėje praėjus 120 min, BFJK tapo lygus 0,474 GRE/ g virškintos dešros. Į bandinius pridėjus 0,5BR E 1,5 %, rezultatai minimaliai pakito: skrandžio fazėje pradiniam taške fenolinių junginių kiekis buvo lygus 0,137 GRE/ g virškintos dešros, o žarnyno fazėje po 120 min- 0,545GRE/ g virškintos dešros.

Į bandinius pridėjus didesnę kiekį BR, bendras fenolinių junginių kiekis taip pat padidėjo. Tiriant mėsos bandinius su 0,5BR 5 %, gauta, jog skrandžio fazėje pradiniam taške, buvo gauta 0,144 GRE/ g virškintos dešros, o žarnyno fazėje po 120 min.- 0,809 GRE/ g virškintos dešros. Naudojant tą patį kiekį išspaudų po CO₂ ekstrakcijos, gauti itin panašūs rezultatai, todėl būtų galima teigti, jog CO₂ ekstrakcija didelės įtakos šiam tyrimui neturėjo.

Didžiausias polifenolių junginių kiekio padidėjimas buvo nustatytas ir kitų mokslininkų po plonosios žarnos virškinimo stadijos [50]. Augalų polifenoliai sulaukė dėmesio dėl jų bioaktyvaus vaidmens žmogaus organizme. Tačiau jų stiprus teigiamas poveikis žmonių sveikatai taip pat buvo susijęs su neigiamu poveikiu virškinimo procesui. Dėl paprastai mažos fenolinių junginių absorbcijos po maisto suvartojimo, dauguma suvartojamų polifenolių lieka virškinimo trakte, kur jie gali slopinti fermentus, dalyvaujančius sacharidų, lipidų ir baltymų skilime. Nors fenolinių junginių slopinamasis poveikis daug energijos turinčių maisto komponentų (sacharidų ir lipidų) virškinimui gali būti laikomas naudinga, visų pirma svorio kontrolės dietose, jų slopinamasis poveikis baltymų virškinimui nėra pageidautinas dėl mažesnio aminorūgščių adsorbavimo [51].

IŠVADOS

1. Atlikta pramoninių maistinių skaidulų ir bruknių išspaudų analizė. obuolių, žirnių, bulvių skaidulų ir bruknių išspaudų fizikocheminių savybių tyrimas parodė, jog didžiausiu vandens absorbavimu pasižymi bulvių (89,48 %) ir žirnių (88,6 %) skaidulos, laikant vandenyje 18h, o mažiausiu- 0,2BR (77,97 %). Didžiausias išbrinkimo tūris nustatytas 0,2BR E (15,48 ml/g) ir 0,5BR E (15,45 ml/g), o mažiausias- su obuolių skaidulomis (5,87 ml/g). Didžiausias rūgštingumas, tirpiojoje skaidulų frakcijoje, nustatytas 0,2BR (3,023), o mažiausias bulvių skaidulose- 5,789. Žirnių skaidulos pasižymėjo didžiausiu skaidulų tūriniu tankiu (0,5106 g/ml), o mažiausiu- bulvių skaidulos (0,3946 g/ml).
2. Komercinių skaidulų ir bruknių išspaudų technologinių savybių nustatymas parodė, kad didžiausią vandens sulaikymo pajėgumą turi bulvių skaidulos (6,3 g vandens/g), o mažiausią 0,2BR E (2,91 g vandens/g). Didžiausiu riebalų sulaikymo pajėgumu pasižymi 0,5BR (2,89 g riebalų/g) ir 0,5BR E (3,13), o mažiausiu 0,2BR (1,83 g riebalų/g). Vertinant emulsijų susidarymo pajėgumą ir stabilumą, matoma, jog didžiausiu pajėgumu pasižymėjo žirnių skaidulos (48,28 - 48,31 %). Stabiliausią emulsiją sudarė 0,5BR (47). Dalelių dydis turėjo įtakos emulsijos susidarymo pajėgumui ir stabilumui.
3. Didėjant pridėtų skaidulų koncentracijai mėsos bandiniuose, mažėja bendri virimo nuostoliai, mažėja vandens kiekis nuostoliuose, o riebalų kiekis didėja, matomai dėl suardomos mėsos bandinių struktūros. Didinant skaidulų koncentraciją, virimo nuostoliai sumažėjo nuo 19,77 % (kontrolėje) iki 0,23 % (su žirnių skaidulomis). Bandiniuose su bruknių išspaudomis virimo nuostolių pokytis šiek tiek mažesnis, nei bandiniuose su pramoninėmis skaidulomis Pridėjus 9 % 0,2BR, virimo nuostoliai lygūs 6,79 %, kuomet kontroliniame bandinyje siekė 19,58 %. Didinant skaidulų koncentraciją gaminiuose pH mažėja, spalva intensyvėja. Didžiausias rūgštingumo pokytis, didinant koncentraciją, nustatytas bandiniuose su 0,2BR, kuomet pH vertė kito nuo 5,47 (kontrolėje) iki 4,22, mažiausias pH pokytis nustatytas su pramoninėmis bulvių skaidulomis, pridėjus 9 % skaidulų, rūgštingumas sumažėjo iki 5,37, o kontroliniame bandinyje siekė 5,47. Mažiausias spalvos pokytis nustatytas bandiniuose su bulvių ir žirnių skaidulomis, dėl skaidulų neutralios spalvos. Vertinant raudonumo pokyčius didinant skaidulų ir išspaudų koncentraciją, nustatyta, jog gaminiai su 9 % 0,2BR pasižymėjo didžiausiu raudonumu (16,56). Lyginant pramonines skaidulas, didžiausias raudonumas nustatytas bandinyje su 9 % obuolių skaidulomis. Gaminių kietumas didėjo, didėjant išspaudų koncentracijai. Kiečiausi buvo bandiniai su žirnių skaidulomis (37,89 N), minkščiausi su 0,5BR (18,22 N). Skaidulų koncentracijos pokyčiai turėjo nežymią įtaką gaminių rišlumui ir elastingumui. Didėjant skaidulų kiekiui, sunkėja kramtomumas. Matoma priklausomybė, jei gaminio kietumas didėja, sunkėja kramtomumas. Didžiausias kramtomumo rodiklis nustatytas bandiniuose su obuolių skaidulomis (5,22 N) ir su 0,5BR (5,48 N), kuomet kontroliniuose bandiniuose kramtomumo rodiklis buvo lygus 2,99- 3,02 N.
4. Vertinant bruknių išspaudų antioksidacinį poveikį mėsos bandinių laikymo 21 parą metu nustatyta, kad antioksidacinis aktyvumas (DPPH metodu) kontroliniame bandinyje kito nuo 20,6385 iki 2,0905 %, o bandinyje su 0,5BR 5 %, kito nuo 38,6416 iki 22,858 %. Antrinės oksidacijos (TBARS) rodiklis išliko pastovus viso laikymo metu tik bandiniuose su 0,5BR, o kontroliniuose bandiniuose TBARS rodiklis stipriai padidėjo 21-oje paroje, iki 0,3444 mg malonaldehido/kg, kas rodo antrinės oksidacijos suintensyvėjimą. Laikymo metu rūgštingumas išliko stabilesnis bandiniuose su 0,5BR % (5,509-5,501), kuomet kontroliniame bandinyje pH vertė kito nuo 6,226 iki 5,717, o spalvos pokyčiai buvo nereikšmingi. Didžiausi tekstūros

pokyčiai nustatyti 21-ą parą. Gaminio kietumas sumažėjo iki 30,88 N o kramtomumas 4,78- 5,55 N.

5. Nustačius paruoštų gaminių maistinę sudėtį, gauta, jog BR pridėjimas sumažino drėgmės kiekį, tačiau riebalų ir baltymų kiekis išliko itin panašus. Įvertinus produktų maistinę vertę ir remiantis *ES Reglamentu 1924/2006*, matoma, jog paruoštas gaminy su 5 % išspaudų gali būti vadinamas skaidulinių medžiagų šaltiniu, nes BR kiekis produkte lygus 1,52 g/ 100 kcal.
6. Skaidulų kiekis turėjo įtakos *in vitro* virškinamumui, skrandžio ir plonojo žarnyno virškinimo fazėse.
 - 6.1. Mėsos gaminiuose su bruknių išspaudomis padaugėjo nesočiųjų RR nuo 59,84 iki 62,3 % ir mažėja sočiųjų RR nuo 40,16 iki 37,7 % kiekis.
 - 6.2. Kito virškinimo metu atpalaiduotų RR sudėtis. Virškinimo pabaigoje (D120 taške), didėjo sočiųjų RR, pridėjus 0,5BR 1,5 %, ir 0,5BR E 1,5% ir sumažėjo nesočiųjų RR, tačiau pridėjus 0,5BR 5 % arba 0,5BR E 5 %, sumažėjo sočiųjų RR kiekis ir padidėjo nesočiųjų RR kiekis.
 - 6.3. Įvertinta BR įtaka baltymų hidrolizės laipsniui ir laisvą amino grupę turinčių amino rūgščių kiekiui. Didžiausias hidrolizės laipsnis (su 0,5BR E 1,5 %- 97,7 %) ir laisvą amino grupę turinčių aminorūgščių kiekis (su 0,5BR 5 %- 1749,56 mM leuc ekv/1g produkto) buvo po virškinimo plonajame žarnyne (D120). Bendras fenolinių junginių kiekis virškintose mėsos sistemose D120 taške buvo didžiausias bandiniuose 0,5BR 5 % (0,81) ir 0,5BR E 5 % (0,8 GRE/g virškintos dešros).
 - 6.4. Įvertinus virškinamumo tyrimo metu gautus rezultatus, matoma, jog pridėtinės bruknių išspaudos nepablogino mėsos gaminių virškinamumo ir maistinių medžiagų pasisavinimo.

Dalis tiriamoji darbo rezultatų buvo pristatyti ISEKI-Food Association konferencijoje 2021 „Effect of the cranberry pomace on the characteristics of emulsified and cooked model meat systems“.



CERTIFICATE OF PRESENTATION

POSTER

EFFECT OF THE CRANBERRY POMACE ON THE CHARACTERISTICS OF MEAT SYSTEMS


AUTHORS

JUSTINA NARKEVICIUTE, RIMANTE VINAUSKIENE, VIKTORIJA EISINAITE

PRESENTED BY

JUSTINA NARKEVICIUTE


MARGARIDA VIEIRA, IFA PRESIDENT


LILIANA TUDOREANU, USAMV BUCHAREST


ADRIAN RAVIS, USAMV TIMISOARA

12 NOVEMBER 2021

21 pav. Iseki Food Association e-conference sertifikatas

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Syed Sayeed Ahmad, Mohammad Khalid et. al. Interaction study of dietary fibers (pectin and cellulose) with meat proteins using bioinformatics analysis: An In-Silico study. [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020 11 04]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643819312319>
2. F.Jiménez-Colmenero, G.Delgado-Pando. 16 - Fibre-enriched meat products. [interaktyvus]. 2013 [žiūrėta 2020 11 04]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780857090386500164>
3. Minyi Han, Hanne Christine Bertrama. Designing healthier comminuted meat products: Effect of dietary fibers on water distribution and texture of a fat-reduced meat model system. [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2020 11 04]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174017301493>
4. S.Okrathok, S.Khempaka. Modified-dietary fiber from cassava pulp reduces abdominal fat and meat cholesterol contents without affecting growth performance of broiler chickens. [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020 11 05]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1056617119322317>
5. Eduardo Huber, Diego Lucas Francio et al. Characterization of vegetable fiber and its use in chicken burger formulation. [interaktyvus]. 2026 [žiūrėta 2020 10 28]. Prieiga per: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5052173/>
6. A. K. Biswas et al. Dietary fibers as functional ingredients in meat products and their role in human health. [interaktyvus]. 2011 [žiūrėta 2020 11 04]. Prieiga per: https://academicjournals.org/article/article1379431869_Biswas%20et%20al.pdf
7. Maistinės skaidulos ir jų nauda organizmui. [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2020 11 04]. Prieiga per: <https://sveika.lt/maistines-skaidulos/>
8. Tahreem Kausar et al. A review on functional ingredients in red meat products. [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020 11 04]. Prieiga per: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6589470/>
9. Taihua Mu et al. Chapter 3 - Sweet Potato Dietary Fiber. [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2020 11 04]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128128718000039>
10. Özen ÖZBOY ÖZBAŞ et al. Dietary Fibers as Functional Ingredients in Meat Products. [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2020 11 04]. Prieiga per: <http://veteriner.harran.edu.tr/assets/uploads/sites/53/files/dergi-2016-2-18-27122016.pdf>
11. Nitin Mehta et al. Novel trends in development of dietary fiber rich meat products—a critical review. [interaktyvus]. 2013 [žiūrėta 2020 11 04]. Prieiga per: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-013-1010-2>
12. Larissa Tátero Carvalho et al. Partial replacement of meat and fat with hydrated wheat fiber in beef burgers decreases caloric value without reducing the feeling of satiety after consumption. [interaktyvus]. 2019. [žiūrėta 2021 01 25]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174018301785>
13. Kaiser Younis et al. Waste utilization of apple pomace as a source of functional ingredient in buffalo meat sausage. [interaktyvus]. 2015. [žiūrėta 2021 01 25]. Prieiga per: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311932.2015.1119397>
14. Minyi Han et al. Designing healthier comminuted meat products: Effect of dietary fibers on water distribution and texture of a fat-reduced meat model system. [interaktyvus]. 2017.

- [žiūrēta 2021 01 25]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174017301493>
15. Arun K. Das et al. A comprehensive review on antioxidant dietary fibre enriched meat-based functional foods. [interaktyvus]. 2020 [žiūrēta 2021 01 25]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224419308349>
 16. Om Prakash Malav et al. Antioxidant potential and quality characteristics of functional mutton patties incorporated with cabbage powder. [žiūrēta 2021 01 25]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/279222475_Antioxidant_potential_and_quality_characteristics_of_functional_mutton_patties_incorporated_with_cabbage_powder
 17. Xue Zhao et al. Resistant starch and other dietary fiber components in tubers from a high-amylose potato. [interaktyvus]. 2015 [žiūrēta 2021 01 25]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814618300281>
 18. Nadja Larsen et al. Effect of potato fiber on survival of Lactobacillus species at simulated gastric conditions and composition of the gut microbiota in vitro. [interaktyvus]. 2019. [žiūrēta 2021 01 25]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996919305307>
 19. Fengzhi Lyu et al. Apple Pomace as a Functional and Healthy Ingredient in Food Products: A Review. [interaktyvus]. 2020 [žiūrēta 2021 01 25]. Prieiga per: <https://www.mdpi.com/2227-9717/8/3/319>
 20. M.L.Sudha et al. Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. [interaktyvus]. 2007 [žiūrēta 2021 01 25]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814606009903>
 21. Muriel Colin-Henrion et al. From apple to applesauce: Processing effects on dietary fibres and cell wall polysaccharides. [žiūrēta 2021 01 27]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030881460900435X>
 22. Kaiser Younis et al. Waste utilization of apple pomace as a source of functional ingredient in buffalo meat sausage. [interaktyvus]. 2009 [žiūrēta 2021 01 27]. Prieiga per: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311932.2015.1119397>
 23. Fernanda Teixeira Macagnan et al. Biological properties of apple pomace, orange bagasse and passion fruit peel as alternative sources of dietary fibre. [interaktyvus]. 2015 [žiūrēta 2021 01 27]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221261981500011X>
 24. D.E.Salinas et al. Effect of apple fibre addition and temperature on the rheological properties of apple juice and compensation study. [interaktyvus]. 2019 [žiūrēta 2021 01 27]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643819307984>
 25. O. Kilincceker et al. Physicochemical, Technological and Sensory Properties of Chicken Meatballs Processed with Dietary Fibers. [interaktyvus]. 2019 [žiūrēta 2021 01 27]. Prieiga per: <https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/jhvms/article/view/20858/18017>
 26. Cristina Damian et al. Influence of dietary fiber from pea on some quality characteristics of yoghurts. [interaktyvus]. 2014. [žiūrēta 2021 01 27]. Prieiga per: [https://www.journal-of-agroalimentary.ro/admin/articole/37062L24_Vol_20\(2\)_2014_156_160.pdf](https://www.journal-of-agroalimentary.ro/admin/articole/37062L24_Vol_20(2)_2014_156_160.pdf)
 27. M.C.Tulbek et al. Chapter 9 - Pea: A Sustainable Vegetable Protein Crop. [interaktyvus]. 2017. [žiūrēta 2021 01 27]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128027783000093>
 28. Faraz Muneer et al. The impact of newly produced protein and dietary fiber rich fractions of yellow pea (*Pisum sativum* L.) on the structure and mechanical properties of pasta-like sheets.

- [interaktyvus]. 2018. [žiūrėta 2021 01 27]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096399691830019X>
29. Z.Pietrasik et al. Utilization of pea flour, starch-rich and fiber-rich fractions in low fat bologna. [interaktyvus]. 2010 [žiūrėta 2021 01 27]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996909002300>
 30. Suman Talukder et al. Effect of Dietary Fiber on Properties and Acceptance of Meat Products: A Review. [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta 2021 01 27]. Prieiga per: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2012.682230?casa_token=V9u_rR_YKZ18AAAAA%3Auer129o582KNO2S335oj0HJ91_uH0wmvvaiVEZWk04FP1pLU1NWrdOUv3ZRNLuCFCIW56JXJxP7G
 31. Linards Klavins et al. Composition, sun protective and antimicrobial activity of lipophilic bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) extract fractions. [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021 04 27]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643820317734>
 32. Linards Klavins et al. Berry press residues as a valuable source of polyphenolics: Extraction optimisation and analysis. [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2021 04 28]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002364381830327X>
 33. Ertan Ermis et al. Characterization of in vitro antifungal activities of small and American cranberry (*Vaccinium oxycoccos* L. and *V. macrocarpon* Aiton) and lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) concentrates in sugar reduced fruit spreads. [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta 2021 04 28]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160515001567>
 34. Petri Kylli et al. Lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea*) and European Cranberry (*Vaccinium microcarpon*) Proanthocyanidins: Isolation, Identification, and Bioactivities. [interaktyvus]. 2011 [žiūrėta 2021 04 28]. Prieiga per: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf104621e>
 35. Vaida Kitrytė et al. Zero waste biorefining of lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) pomace into functional ingredients by consecutive high pressure and enzyme assisted extractions with green solvents. [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021 04 28]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814620306294>
 36. Lawrence Robinson et al. High-Fiber Foods. [interaktyvus]. 2022 [žiūrėta 2022 03 28]. Prieiga per: <https://www.helpguide.org/articles/healthy-eating/high-fiber-foods.htm>
 37. Xinjie Lin et al. Lipid digestibility and bioaccessibility of a high dairy fat meal is altered when consumed with whole apples: Investigations using static and dynamic in vitro digestion models. [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021 04 28]. Prieiga per: <https://pubag.nal.usda.gov/catalog/7346030>
 38. S.J. Hur et al. Effects of Various Fiber Additions on Lipid Digestion during In Vitro Digestion of Beef Patties. [interaktyvus]. 2009 [žiūrėta 2021 04 28]. Prieiga per: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1750-3841.2009.01344.x>
 39. Moguntia techninė dokumentacija
 40. Rimantė Vinauskienė. Mėsos mokslas ir technologija. Laboratoriniai darbai. 2019 [žiūrėta 2021 04 28]. Prieiga per: <https://www.ebooks.ktu.lt/eb/1510/mesos-mokslas-ir-technologija-laboratoriniai-darbai/>
 41. KTU maisto instituto Maisto tyrimų centras. Aktuali akreditavimo sritis. 2018 [žiūrėta 2021 04 28]. Prieiga per: <https://maistas.ktu.edu/wp-content/uploads/sites/14/2017/12/Aktualisritis.pdf>
 42. Ankur Choudhary. Working Principle of pH meter. [žiūrėta 2021 04 28]. Prieiga per: <https://www.pharmaguideline.com/2015/08/principle-and-working-of-pH-probes.html>

43. S.Cofrades et al. Preparation and impact of multiple (water-in-oil-in-water) emulsions in meat systems. [interaktyvus]. 2013 [žiūrėta 2021 04 28]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814613002604>
44. Om Prakash Malav et al. Antioxidant potential and quality characteristics of functional mutton patties incorporated with cabbage powder. [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta 2021 04 28]. Prieiga per: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/NFS-03-2015-0019/full/html>
45. Sagar B Kedare et al. Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. . [interaktyvus]. 2011 [žiūrėta 2021 04 28]. Prieiga per: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23572765/>
46. Basil G. Tarladgis et al. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid food. [interaktyvus]. 1960 [žiūrėta 2021 04 28]. Prieiga per: <https://aocs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1007/BF02630824>
47. Victoria Catalán et al. Thiobarbituric Acid Reactive Substance. [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2021 04 28]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/thiobarbituric-acid-reactive-substance>
48. ISO 1442:1997 (E)
49. Rimantė Vinauskienė et al. Effect of traditional and dry package ageing on physicochemical properties and protein digestibility of pork Longissimus thoracis muscle. [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta 2021 04 28]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1878450X22000221>
50. Tomasz Tarko et al. Changes in Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Fruit Musts and Fruit Wines during Simulated Digestion. [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021 04 28]. Prieiga per: <https://www.mdpi.com/1420-3049/25/23/5574/pdf>
51. Tanja D Cirkovic Velickovic et al. The Role of Dietary Phenolic Compounds in Protein Digestion and Processing Technologies to Improve Their Antinutritive Properties. [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2021 04 28]. Prieiga per: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33350063/>
52. Lívia Xerez PINHO et al. The use of cashew apple residue as source of fiber in low fat hamburgers. [interaktyvus]. 2009 [žiūrėta 2021 04 28]. Prieiga per: <https://www.scielo.br/j/cta/a/NP3fDKtTPxvrjxCwbpSsQfD/?format=pdf&lang=en>
53. Diana Gudavičiūtė. MAISTO PRODUKTŲ LAIKYMAS. [interaktyvus]. 2010. [žiūrėta 2021 04 28]. Prieiga per: <http://talpykla.elaba.lt/elaba-fedora/objects/elaba:4262452/datastreams/MAIN/content>
54. S.G.Sáyago-Ayerdi et al. Effect of grape antioxidant dietary fiber on the lipid oxidation of raw and cooked chicken hamburgers. [interaktyvus]. 2011 [žiūrėta 2021 04 28]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643808003162>
55. M.Viuda-Martos et al. Effect of orange dietary fibre, oregano essential oil and packaging conditions on shelf-life of bologna sausages. [interaktyvus]. 2010 [žiūrėta 2021 04 28]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713509002163>
56. Veronica Sanda Chedea et al. Chapter 11 - Total Polyphenols Content and Antioxidant DPPH Assays on Biological Samples. [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2021 04 28]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128137680000116>
57. Tahidul Islam et al. Comparative studies on phenolic profiles, antioxidant capacities and carotenoid contents of red goji berry (*Lycium barbarum*) and black goji berry (*Lycium ruthenicum*). [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2021 04 28]. Prieiga per: <https://bmcchem.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13065-017-0287-z#Tab2>

58. L. J. Janicki et al. Effect of broiling, grill frying and microwave cooking on moisture, some lipid components and total fatty acids of ground beef. [interaktyvus]. 1974 [žiūrėta 2021 04 28]. Prieiga per: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.1974.tb17964.x>