



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Šaltalankių, šilauogių, mėlynių ir gervuogių išspaudų bei jų ekstraktų pritaikymas duonos ir jogurto desertų receptūrose

Baigiamasis magistro projektas

Akvilė Novikaitė

Projekto autorė

Prof. Dr. P. R. Venskutonis

Vadovas

Kaunas, 2020



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Šaltalankių, šilauogių, mėlynių ir gervuogių išspaudų bei jų ekstraktų pritaikymas duonos ir jogurto desertų receptūrose

Baigiamasis magistro projektas

Maisto mokslas ir sauga (6211FX011)

Akvilė Novikaitė

Projekto autorė

Prof. Dr. P. R. Venskutonis

Vadovas

Doc. Dr. I. Jasutienė

Recenzentė

Kaunas, 2020



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Akvilė Novikaitė

Šaltalankių, šilauogių, mėlynių ir gervuogių išspaudų bei jų ekstraktų pritaikymas duonos ir jogurto desertų receptūrose

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Akvilės Novikaitės, baigiamasis projektas tema „Šaltalankių, šilauogių, mėlynių ir gervuogių išspaudų bei jų ekstraktų pritaikymas duonos ir jogurto desertų receptūrose“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

Akvilė Novikaitė

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Novikaitė, Akvilė. Šaltalankių, šilauogių, mėlynių ir gervuogių išspaudų bei jų ekstraktų pritaikymas duonos ir jogurto desertų receptūrose. Magistro baigiamasis projektas / vadovas Prof. Dr. P. R. Venskutonis; Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas.

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

Reikšminiai žodžiai: Šaltalankių išspaudos, mėlynių išspaudos, gervuogių išspaudos, šilauogių ekstraktas, duonos gaminiai, jogurto desertai, mitybinės vertės padidinimas

Kaunas, 2020. 61 p.

Santrauka

Šaltalankių uogose, mėlynėse, gervuogėse bei šilauogėse yra daug fenolinių junginių bei maistinių skaidulų. Šie komponentai pasižymi antioksidaciniu aktyvumu ir daro teigiamą įtaką žmogaus organizmui. Uogų perdirbimo metu, didžioji dalis gautų išspaudų yra išmetama arba panaudojama netikslingai. Dėl savo sudėties šios atliekos gali būti naudojamos funkcionaliojo maisto mokslinės šakos plėtojimui.

Šio darbo tikslas – išanalizuoti mokslinę literatūrą susijusią su uogomis, išspaudomis ir jų pritaikymu maisto produktams bei įvertinti šaltalankių, mėlynių bei gervuogių išspaudų ir šilauogių ekstrakto panaudojimo galimybes kuriant funkcionaliuosius duonos ir jogurto desertų produktus.

Buvo atlikta šaltalankių, mėlynių bei gervuogių išspaudų, nuriebalintų superkriziniu CO₂, sudėties analizė siekiant nustatyti galimą poveikį maisto produktams. Didžiausiu antioksidaciniu aktyvumu (ORAC – 65,91 ± 9,47 mg TE/g, ABTS^{•+} – 262,09 ± 61,26 mg TE/g) bei fenolinių junginių kiekiu (29,05 ± 5,07 mg GRE/g) pasižymėjo mėlynių išspaudos. Šalutiniuose uogų perdirbimo produktuose taip pat nustatyti dideli maistinių skaidulų kiekiai (daugiausia – gervuogių išspaudose). Vertinant dalelių dydį, mažiausiomis dalelėmis pagal tūrį pasižymėjo gervuogių išspaudos (122,92 ± 10,07 μm), didžiausiomis – šaltalankių išspaudos (416,63 ± 29,31 μm).

Kepant duonos gaminius, 5 % miltų buvo pakeista skirtingomis uogų išspaudomis ir įvertinta gaminių kokybė. Didžiausią teigiamą poveikį duonos akytumui turėjo šaltalankių išspaudos, šios antrinės žaliavos vienintelės padidino minkštimo akytumą lyginant su kontroliniu kepinium. Tyrimo rezultatus galima sieti su dideliu išspaudų dalelių dydžiu bei mažu skaidulinių medžiagų kiekiu. Dėl šių sudėties ypatumų mažėja sulaikomo vandens kiekis. Lyginant su kontroliniu gaminiu, didžiausiu antioksidaciniu aktyvumu bei fenolinių junginių kiekiu pasižymėjo duona su mėlynių išspaudomis. Atlikta preliminari juslinė analizė, parodė, jog vertintojams labiausiai priimtina mėlynių duona, nors mokslinėje literatūroje dažnai teigiama, jog dideli spalvos pokyčiai neigiamai veikia priimtumą vartotojui.

Šilauogių ekstrakto gavimui, iš išspaudų nuriebalintų superkriziniu CO₂, pasitelkta pagreitinta ekstrakcija tirpikliais. Gauta išeiga – 50,44 %. Etanolinis ekstraktas pasižymėjo dideliu antioksidaciniu aktyvumu (ORAC – 127,55 ± 4,90 mg TE/g ekstrakto, ABTS^{•+} – 59,21 ± 0,67 mg TE/g ekstrakto) bei fenolinių junginių kiekiu (17,04 ± 0,09 mg GRE/g ekstrakto). Šilauogių ekstrakto nustatytas antocianinų kiekis – 125,3 ± 18,43 mg/100g ekstrakto, proantocianidinų – 172,44 ± 2,43 mg/g ekstrakto. Atliekant šilauogių ekstrakto spalvų analizę pastebėtas polinkis į raudoną bei mėlyną spalvas.

Jogurto deserto gamybai naudotos dvi jogurto rūšys bei nustatyta šilauogių ekstrakto įtaka produktams. Jogurto desertų pagerinimui į sudėtį įtraukti skirtingi kiekiai etanolinio ekstrakto (0 g, 1 g, 2 g). Pirmiausia įvertintas spalvos rodiklių pokytis. Didinant ekstrakto kiekį, nustatytas jogurto desertų tamsėjimas, didesnis polinkis į raudoną spalvą bei gelsvumo sumažėjimas. Ekstraktas taip pat turėjo įtakos produkto pH vertei. Didinant naudojamo ekstrakto kiekį abejose receptūrose pH vertė mažėjo. Ektrakto kiekis teigiamai paveikė jogurto tekstūros rodiklius – pagerino gaminio tvirtumą.

Taigi, galima daryti išvadą, jog uogų išspaudų sudėtis lemia duonos tekstūros bei antioksidacinio aktyvumo parametrus. Teigiama įtaka reologinėms savybėms pasižymi antrinės žaliavos, kurių dalelės yra nedidelės ir sudėtyje yra mažas kiekis maistinių skaidulų. Šilauogių ekstrakto kiekio didinimas jogurto desertuose daro teigiamą įtaką tekstūros tvirtumui bei antioksidaciniam aktyvumui.

Novikaitė, Akvilė. Application of Sea – Buckthorn, Blueberry, Bilberry and Blackberry Pomace and its Extracts in Bread and Yogurt Dessert Formula. Master's Final Degree Project / supervisor Prof. Dr. P. R. Venskutonis; Faculty of Chemical Technology, Kaunas University of Technology.

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

Keywords: Sea buckthorn pomace, bilberry pomace, blackberry pomace, blueberry extract, bread, yogurt dessert, nutritional value

Kaunas, 2020. 61 p.

Summary

Sea-buckthorn berries, blueberries, bilberries and blackberries are rich in phenolic compounds and dietary fiber. These components increase antioxidant activity, have a positive effect on the human health and may affect many technological and functional properties of foods. During berry processing, obtained pomace is usually discarded or misused. Due to its composition, this waste could be used for the development of the functional food products.

The aim of this work is to evaluate the use of sea buckthorn, blueberry and blackberry pomace after SFE - CO₂ and blueberry extract in the development of functional bread and yogurt dessert products.

Composition analysis of sea buckthorn, bilberry and blackberry pomace after SFE - CO₂ was performed to determine the possible effects on foods. The highest antioxidant activity (ORAC - 65,91 ± 9,47 mg TE/g, ABTS^{•+} - 262,09 ± 61,26 mg TE/g) and the highest content of phenolic compounds (29,05 ± 5,07 mg GAE/g) was determined in bilberry pomace. High levels of dietary fiber (mainly in blackberry pomace) have also been found in berry by-products. When assessing the particle size, the smallest particles by volume were found in blackberry pomace (122,92 ± 10,07 μm), the largest - sea buckthorn pomace (416,63 ± 29,31 μm).

During bread making process, 5% of the flour was replaced with different berry pomace and the quality of the products was assessed. Sea buckthorn pomace had the greatest positive effect on bread porosity, and was the only one to increase the porosity of the dough compared to the control bread. The results of the study can be attributed to the large particle size of the sea buckthorn pomace and little amount of fiber. These compositional features reduce the amount of retained water in dietary fiber. Compared to the control product, bread with blueberry pomace had the highest antioxidant activity and the highest content of phenolic compounds. Preliminary sensory analysis showed that blueberry bread is the most acceptable for evaluators, although the scientific literature often states that large color changes negatively affect consumer acceptability.

Accelerated solvent extraction was used to obtain blueberry extract from the pomace after SFE - CO₂. The yield was 50,44%. Ethanol extract was characterized by high antioxidant activity (ORAC – 127,55 ± 4,90 mg TE/g extract, ABTS^{•+} - 59,21 ± 0,67 mg TE/g extract) and high content of phenolic compounds (17,04 ± 0,09 mg GAE/g extract). The content of anthocyanins in blueberry extract was 125,3 ± 18,43 mg/100 g of extract, proanthocyanidins – 172,44 ± 2.43 mg/g of extract. A tendency to red and blue was observed in the color analysis of blueberry extract.

Two types of yogurt were used for the production of yogurt desserts and the influence of blueberry extract on the products was determined. To improve yogurt desserts, different amounts of blueberry

extract (0 g, 1 g, 2 g) were included. The change in color indices was first assessed. By increasing the amount of extract, darkening of the yogurt dessert, tendency to red color and a decrease in yellowness was observed. The extract also affected the pH of the product. As the amount of extract used increased in both formulations, the pH decreased. The amount of extract positively affected the texture parameters of yogurt - improved the firmness of the product.

Thus, it can be concluded that the composition of berry pomace determines the properties of bread texture and antioxidant activity. Secondary raw materials with small particles and low content of dietary fiber have a positive effect on bread rheological properties. Increasing the amount of blueberry extract in yogurt desserts has a positive effect on texture strength and antioxidant activity.

TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS	10
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	11
SANTRUMPŲ SĄRAŠAS	12
ĮVADAS.....	13
1. LITERATŪROS ANALIZĖ.....	15
1.1. Uogų paplitimas, savybės, cheminė sudėtis ir reikšmė žmonių mityboje.....	15
1.1.1. Šaltalankiai	15
1.1.2. Šilauogės.....	16
1.1.3. Mėlynės	17
1.1.4. Gervuogės.....	18
1.2. Antioksidantai.....	19
1.2.1. Laisvieji radikalai, antioksidantai ir jų poveikis žmogui.....	19
1.2.2. Antioksidaciniu aktyvumu pasižymintys uogų fenoliniai junginiai	20
1.3. Maistinės skaidulos.....	22
1.4. Uogų apdorojimas ir išspaudų gavyba.....	23
1.4.1. Sulčių ir išspaudų gavyba	23
1.4.2. Uogų apdorojimo įtaka išspaudų sudėčiai	24
1.5. Veikliųjų medžiagų išskyrimas iš maistinių žaliavų	24
1.5.1. Ekstrakcija superkriziniais skysčiais	24
1.5.2. Pagreitinta ekstrakcija tirpikliais	26
1.6. Funkcionalus maistas ir uogų šalutinių produktų panaudojimas.....	26
1.6.1 Uogų šalutinių produktų panaudojimas duonos gaminiuose	26
1.6.2. Uogų šalutinių produktų panaudojimas pieno gaminiuose.....	27
2. MEDŽIAGOS IR TYRIMŲ METODAI.....	29
2.1. Tyrimų objektai	29
2.2. Tyrimams naudotos medžiagos ir reagentai	29
2.3. Tyrimams naudoti įrenginiai	29
2.4. Uogų išspaudų cheminės sudėties nustatymas	30
2.5. Uogų išspaudų dalelių dydžio nustatymas.....	31
2.6. Duonos su uogų išspaudomis gamyba.....	31
2.7. Duonos minkštimo aktyvumo nustatymas.....	32
2.8. Kepinių džiovinimas.....	32
2.9. Maistinių skaidulų kiekio nustatymas	32
2.10. Antioksidacinių savybių nustatymo metodai.....	32
2.10.1. ABTS ^{•+} radikalų – katjonų surišimo metodas.....	32
2.10.2. Bendrojo fenolinių junginių kiekio nustatymas Folin – Ciocalteu metodu.....	33
2.10.3. Deguonies radikalų absorbcijos pajėgumo nustatymas (ORAC)	34
2.11. Preliminari juslinė analizė	35
2.12. Pagreitinta ekstrakcija tirpikliais	35
2.13. Vandens aktyvumo matavimas	35
2.14. Proantocianidinų kiekio nustatymas	36
2.15. Antocianinų kiekio nustatymas	36
2.16. Jogurto desertų gamybos receptūros.....	36
2.17. pH nustatymo metodai.....	36

2.18. Jogurto desertų tekstūros matavimai	37
2.19. Jogurto desertų spalvos įvertinimo metodai	37
2.20. Statistinė analizė	37
3. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS	38
3.1. Uogų išspaudų kokybės rodiklių įvertinimas	38
3.1.1. Šaltalankių, šilauogių, mėlynių ir gervuogių cheminės sudėties palyginimas	38
3.1.2. Uogų išspaudų dalelių dydžio palyginimas	38
3.2. Uogų išspaudų įtaka duonos kepinų kokybei	39
3.2.1. Aktyvumo rodiklių palyginimas	39
3.2.2. Skaidulinių medžiagų kiekio palyginimas naudojant skirtingas uogų išspaudas	40
3.2.3. ABTS ^{•+} rezultatų pokytis skirtingose duonos gaminių rūšyse	41
3.2.4. Bendro fenolinių junginių kiekio palyginimas	42
3.2.5. Deguonies radikalų absorbcijos pajėgumo rodiklių palyginimas (ORAC)	42
3.2.6. Preliminari juslinė analizė	43
3.3. Šilauogių ekstrakto paruošimas ir savybės	44
3.3.1. Antioksidacinės savybės	44
3.3.2. Antocianinų ir proantocianidinų kiekio įvertinimas	45
3.3.3. Vandens aktyvumo įvertinimas	45
3.3.4. Ekstrakto spalvos įvertinimas	45
3.4. Jogurto desertų su šilauogių etanoliniu ekstraktu įvertinimas	45
3.4.1. Spalvos rodiklių priklausomybė nuo ekstrakto kiekio gaminyje	45
3.4.2. pH pokyčio įvertinimas jogurto desertuose keičiant ekstrakto kiekį	48
3.4.3. Tekstūros rodiklių palyginimas naudojant skirtingą ekstrakto kiekį	48
IŠVADOS	50
PADĖKA	51
LITERATŪROS SĄRAŠAS	52

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Pagrindiniai šaltalankių uogose esantys bioaktyvūs junginiai bei jų poveikis žmogaus organizmui.....	16
2 lentelė. Antocianinų struktūra ir spalvos.....	20
3 lentelė. Fenolinių rūgščių struktūra.....	21
4 lentelė. Medžiagų kritiniai parametrai.....	25
5 lentelė. Prancūziškos duonos receptūra.....	31
6 lentelė. PBS tirpalo ingredientai.....	33
7 lentelė. Jogurto deserto receptūros	36
8 lentelė. Uogų išspaudų po SKE – CO ₂ cheminė sudėtis.....	38
9 lentelė. Išspaudų dalelių dydžio parametrų palyginimas.....	38
10 lentelė. Duonos gaminių su skirtingų uogų išspaudomis minkštimo aktyvumo palyginimas.....	39
11 lentelė. Skaidulinių medžiagų kiekio palyginimas skirtingų uogų išspaudose.....	41
12 lentelė. Skaidulinių medžiagų kiekio palyginimas duonos gaminiuose su skirtingų uogų išspaudomis.....	41
13 lentelė. pH pokyčio įvertinimas jogurto desertuose su šilauogių ekstraktu.....	48

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Mėlynių (kairėje) ir šilauogių (dešinėje) skerspjūviai.....	17
2 pav. Maistinių skaidulų klasifikavimas.....	22
3 pav. Ekstrakcijos superkriziniais skysčiais schema.....	25
4 pav. Pagreitintos skysčių ekstrakcijos supaprastinta schema.....	35
5 pav. Dalelių dydžio palyginimas išspaudose pagal dažnį.....	39
6 pav. Kontrolinės duonos gaminiai be išspaudų su skirtingų gamintojų mielėmis.....	39
7 pav. Duonos gaminiai su skirtingų uogų išspaudomis.....	40
8 pav. Antioksidacinio aktyvumo įvertinimas ABTS ⁺⁺ metodu.....	42
9 pav. BFJK tyrimo rezultatai.....	42
10 pav. Antioksidacinio aktyvumo įvertinimas ORAC metodu.....	4
11 pav. Preliminarios juslinės analizės rezultatų apibendrinimas.....	44
12 pav. Bendro priimtumo įvertinimas skirtinguose duonos gaminiuose.....	44
13 pav. L* rodiklio reikšmės pokytis didinant ekstrakto koncentraciją.....	46
14 pav. a* rodiklio reikšmės pokytis didinant ekstrakto koncentraciją.....	46
15 pav. b* rodiklio reikšmės pokytis didinant ekstrakto koncentraciją.....	47
16 pav. Tekstūros rodiklių įvertinimas keičiant naudojamo ekstrakto kiekį (gelio tvirtumas, plyšio jėga).....	48
17 pav. Tekstūros rodiklių įvertinimas keičiant naudojamo ekstrakto kiekį (tamprumas, lipnumas).....	49

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS

ŠKL – širdies ir kraujagyslių ligos

MTL – mažo tankio lipoproteinai

BHA – butilhidroksianizolis

BHT – butilhidroksitoluenas

ABTS – 2,2 – azino – bis – (3 – etilbenziazolin – 6 – sulfono rūgštis)

BFJK – bendras fenolinių junginių kiekis

AAPH – 2,2' – azobio (2 – amidinpropano) dihydrochloridas

SKE – superkrizinių skysčių ekstrakcija

AC – antocianinai

PAC – proantocianidinai

FM – funkcionalusis maistas

ĮVADAS

Uogos – visame pasaulyje populiarūs vaisiai. Pastaruoju metu, sveika gyvensena tapo labai aktualia tema, dėl to išaugo ir įvairių vaisių, daržovių bei jų produktų vartojimas. Dažniausiai uogos naudojamos maisto ir gėrimų gamyboje, tačiau taip pat ir farmacijos bei kosmetikos pramonėje. Vienas iš populiariausių uogų produktų – sultys. Gaminant iš uogų įvairius produktus, dažnai susidaro dideli kiekiai šalutinių produktų ir atliekų. Jos dažniausiai išmetamos ar naudojamos gyvulių pašarams. Atliekos daro žalą aplinkai, o jų panaudojimas pašarams nėra prasmingas, kadangi uogų išspaudose gausu įvairių sveikatai naudingų komponentų.

Vitaminai, fenoliniai junginiai, įvairios mineralinės medžiagos – tai tik keletas junginių pavyzdžių, kurie randami po sulčių išspaudimo likusiose žaliavose. Šie komponentai, dėl savo antioksidacinio poveikio, padeda kovoti su laisvųjų radikalų sukeliamu oksidaciniu stresu, veikia priešvėžiškai bei apsaugo nuo širdies ir kraujagyslių ligų [1]. Be to, gali būti naudojami siekiant pagerinti maisto produktų juslines ir funkcines savybes [2]. Pastaruoju metu, mokslininkai daugiausiai dėmesio skiria gamtinės kilmės polifenolių junginiams – flavonoidams bei fenolinėms rūgštims. Šių junginių gausu uogų žievelėse ir sėklose, kurios dažniausiai lieka nepanaudotos. Pastarąjį dešimtmetį siekiama pritaikyti nepraktiškai naudojamas vaisių bei daržovių išspaudas maisto produktams ir jų sudėties tobulinimui [3].

Funkcionalusis maistas – pakankamai nauja maisto gamybos sritis, pirmą kartą įstatymais apibrėžta Japonijoje 1991 m., ir po to pradėta plėtoti visame pasaulyje. Kuriant tokio pobūdžio maistą siekiama, kad jis suteiktų vartotojui papildomą naudą sveikatai ir (ar) gerbūviui, dažniausiai praturtinant produktus sveikatai naudingomis medžiagomis arba iš jų sudėties pašalinant kenksmingus komponentus [2]. Galutinis produktas turi atlikti ne tik pagrindines fiziologines funkcijas, bet ir suteikti papildomą teigiamą naudą žmogaus sveikatai ir (ar) gerbūviui, kuri turi būti įrodyta moksliniais tyrimais. Uogų išspaudų panaudojimas šioje srityje – ekologiškai naudingas bei praktiškas sprendimas, tačiau mokslininkai susiduria su daugybe teisinių ir technologinių iššūkių.

Labai svarbus žingsnis siekiant panaudoti šias žaliavas maistui – tinkamas biologiškai aktyvių medžiagų išskyrimo ir, jei reikia, išgryninimo būdo ir parametrų pasirinkimas. Be to, išspaudos ir iš jų pagamintos medžiagos gali pakeisti gaminio spalvą, paveikti jo struktūrą bei skonį. Dažnai šie pokyčiai nėra priimtini paprastam vartotojui, todėl svarbu tinkamai apskaičiuoti naudojamų žaliavų ir juose esančių biologiškai aktyvių komponentų, skaidulinių medžiagų kiekį bei įvertinti galutinio produkto išvaizdos, tekstūros ir sudėtinųjų medžiagų savybes.

Šaltalankiai, šilauogės, mėlynės bei gervuogės pasirinktos dėl išskirtinės sudėties, plataus vartotojų rato bei populiarumo visame pasaulyje. Efektyvus jų išspaudų bei ekstraktų pritaikymas galėtų sėkmingai pasitarnauti naujų funkcionaliojo maisto ir maisto papildų sukūrimui. Moksliniuose straipsniuose yra nemažai informacijos apie vaisių ir daržovių išspaudų, ekstraktų pritaikymą maisto produktams, tačiau apie nuriebalintų superkriziniu CO₂ uogų išspaudų panaudojimą jogurto ir duonos gaminių kūrimui, duomenų labai mažai. Siekiant pritaikyti minėtas uogų žaliavas bei jų ekstraktus funkcionaliems produktams svarbu įvertinti daugelį savybių. Pirmiausia – žaliavų bei galutinio produkto bendrą fenolinių junginių bei skaidulinių medžiagų kiekį, nustatyti antioksidacinį aktyvumą bei gaminio tekstūros, pH ir spalvos pokyčius naudojant skirtingus kiekius išspaudų ar ekstrakto.

Tiriamąo darbo tikslas – įvertinti nuriebalintų superkriziniu CO₂ šaltalankių mėlynių bei gervuogių išspaudų ir šilauogių ekstrakto panaudojimo galimybes duonos ir jogurto desertų receptūrose siekiant padidinti jų mitybinę vertę.

Darbo uždaviniai:

1. atlikti literatūros duomenų analizę apie uogų išspaudas, ekstraktus ir jų panaudojimą duonos ir pieno produktų praturtinimui;
2. nustatyti uogų išspaudų cheminę sudėtį ir įvertinti antioksidacinį aktyvumą;
3. įvertinti skirtingų uogų išspaudų įtaką duonos antioksidaciniam aktyvumui, maistinių skaidulų kiekiui ir minkštimo aktyvumui;
4. sukurti jogurto deserto receptūrą ir įvertinti skirtingų šilauogių etanolinio ekstrakto kiekių poveikį tekstūrai, pH ir spalvai.

1. LITERATŪROS ANALIZĖ

1.1. Uogų paplitimas, savybės, cheminė sudėtis ir reikšmė žmonių mityboje

Nuo neatmenamų laikų uogos yra populiarios dėl savo išskirtinių juslinių savybių ir teigiamo poveikio žmogaus sveikatai ir savijautai. Jose gausu įvairių vitaminų, mineralinių medžiagų, organinių rūgščių, maistinių skaidulų bei fenolinių junginių. Uogos, dėl sudėtyje esančių komponentų, pasižymi antioksidacinėmis savybėmis, gali būti naudojamos įvairių ligų – pavyzdžiui vėžio, prevencijai, jos apsaugo nuo oksidacinio streso, padeda kovoti su senėjimu ir jo sukeliama pokyčiais organizme.

1.1.1. Šaltalankiai

Dygliuotasis šaltalankis (*Hippophae rhamnoides*) – unikalus vaistinis bei aromatinis lapuotis, priklausantis Elaeagnacea šeimai. Šis augalas paprastai yra nedidelis medis arba krūmas, augantis iki 2 – 6 metrų, kamieną dengia stora, grubi žievė, šakos – pilkos arba šviesios pelenų spalvos, padengtos adatos formos spygliais [4]. Šaltalankio vaisiai yra riešuto dydžio rūgščios uogos, pasižymintys gelsvai oranžine spalva [5].

Paplitimas. Šaltalankis labiausiai paplitęs vakarų Europoje, vidurio Azijoje, didžiausi plotai – Rusijoje bei Kinijoje [6]. Lietuvoje dažniausiai aptinkamas upių ir ežerų šlaituose, pajūryje, kopose, smėliniuose ir žvyrinuose dirvožemiuose [7]. Šis augalas – šviesomėgis, pasižymi dideliu atsparumu sausrai ir šalčiui [6].

Cheminė sudėtis. Šviežios šaltalankių uogos nėra vartojamos, tačiau iš jų dažnai gaminami įvairūs produktai – džemai, gėrimai, saldainiai [8]. Šaltalankių vaisiai pasižymi didele maistine verte bei dideliu vitaminų kiekiu. Uogose gausu angliavandenių, baltymų, riebaluose tirpių vitaminų, antioksidantų, būtinųjų riebalų rūgščių, aminorūgščių, fitosterolių bei flavonoidų. Iš viso vaisių baltymuose nustatyta 18 aminorūgščių, 9 iš jų laikomos nepakeičiamomis, nes gali būti gaunamos tik su maistu ir atlieka svarbų vaidmenį žmogaus organizmo procesuose – gamina energiją, veikia kaip statybinė medžiaga ląstelėms bei raumenims, reguliuoja smegenų funkcijas [9]. Šio augalo uogose yra daug svarbių mineralinių medžiagų – kalcio, fosforo, geležies bei kalio. Šaltalankio vaisiai pasižymi dideliu cukrų kiekiu, daugiausiai – gliukozės, fruktozės ir ksilozės. Obuolių ir chino rūgštys yra svarbiausios organinės rūgštys esančios vaisių sudėtyje ir sudaro apie 90 % visų uogos rūgščių. Pagrindinis vitaminas – vitaminas C (360 mg/100g), jo koncentracija žymiai didesnė lyginant su kitomis uogomis ar daržovėmis. Taip pat, į uogų sudėtį įeina vitaminas E, B1, B2, K. Šaltalankių vaisiuose gausu pigmentų ir lipoproteinų, karotenlipoproteinų kompleksuose, esančiuose vaisių membranose, poliniai lipidai gali funkcionuoti kaip tiltas tarp polinių (baltymų) ir nepolinių (karotenoidų) dalių. Sėklos ir vaisių minkštymas pasižymi dideliu lipidų kiekiu (tokoferoliai, tokotrienoliai, karotenoidai bei omega – 3 ir omega – 6 riebalų rūgštys). Drėgmės kiekis šviežiose uogose priklauso nuo klimato bei rūšies, mokslinėje literatūroje aprašomi kiekiai nėra tikslūs ir varijuoja nuo 20 % iki 80 % [8,10,11,12].

Remiantis Kinijos mokslininkų atliktų tyrimų rezultatais, bendras flavonoidų kiekis šviežiuose vaisiuose vidutiniškai siekia 354 mg/100g. Tyrimai taip pat parodė, jog aukštesnio jūros lygio teritorijose augusiose uogose šių junginių kiekis pastebimai didesnis [9]. Dažniausiai šaltalankių

vaisių sudėtyje aptinkami fenoliniai junginiai – proantocianidinų, galokatechinų, flavonolių gliukozidai [8,13,14].

Dėl išskirtinės sudėties dygliuotasis šaltalankis teigiamai veikia žmogaus organizmą ir jame vykstančius metabolinius procesus. Svarbiausi junginiai ir jų įtaka sveikatai pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė. Pagrindiniai šaltalankių uogose esantys bioaktyvūs junginiai bei jų poveikis žmogaus organizmui [15]

Junginiai	Poveikis
Tokoferoliai	Veikia kaip antioksidantas, mažina lipidų oksidaciją, palengvina skausmą.
Karotenoidai	Veikia kaip antioksidantas ir palengvina kolageno sintezę.
Vitaminas K	Skatina kraujo krešėjimą, žaizdų gijimą.
Vitaminas C	Veikia kaip antioksidantas, lengvina kolageno sintezę.
B grupės vitaminai	Stimuliuoja ląstelių atsistatymą ir nervinių audinių regeneraciją.
Fitosteroliai	Gerina mikrocirkuliaciją odoje, reguliuoja uždegiminius procesus, veikia priešvėžiškai.
Polifenoliniai junginiai	Veikia kaip antioksidantas, skatina žaizdų gijimą, teigiamai veikia širdį.
Polinesočiosios riebiosios rūgštys	Atlieka priešnavikinę funkciją, reguliuoja imuninį atsaką.
Organinės rūgštys	Mažina širdies ir kraujagyslių ligų riziką, skatina žaizdų gijimą.
Kumarinai ir triterpenai	Kontroliuoja apetitą, miegą bei atmintį.
Cinkas	Skatina ląstelių dauginimąsi, veikia kaip fermentų kofaktorius.

1.1.2. Šilauogės

Aukštoji šilauogė (*Vaccinium corymbosum*) – žalialapė krūmas priklausantis Ericaceae šeimai [16]. Šis augalas yra aukštais šakotais stiebais paprastai siekiančiais 1,5 – 1,8 m. Žiedai – baltos arba baltai rausvos spalvos. Šilauogės pradeda nokti liepos pradžioje, uogų spalva varijuoja nuo tamsiai mėlynos iki melsvai juodos, subrendusių vaisių skonis – saldžiai rūgštus [17].

Paplitimas. Šilauogių kilmės vieta – centrinė Šiaurės Amerika, tačiau praeito amžiaus viduryje patobulintos veislės pradėtos auginėti ir Lietuvoje [18]. Šiam augalui palankiausia gerai aeruojama dirva, purus durpių ar durpių ir smėlio, priemolio mišinys, kurio pH 4,3 – 4,8. Šilauogėms tinkamiausios saulėtos, nuo vėjo apsaugotos vietos [19].

Cheminė sudėtis. Šilauogėse gausu daug sveikatai naudingų cheminių komponentų. 100 g šviežių uogų yra apie 83,4 g vandens, 0,6 g baltymų, 15 g cukrų – daugiausia gliukozės ir fruktozės, taip pat pektinų, 0,6 g – riebalų [20,21]. Svarbiausi vitaminai – tiaminas (vitaminas B1), riboflavinai (vitaminas B2), nikotino rūgštis (vitamino B3 forma), piridoksinas (vitaminas B6), folio rūgštis (vitaminas B9), askorbo rūgštis (vitaminas C) [21]. Organinės rūgštys – citrinos, obuolių, gintaro [22].

Bendras šilauogėse esančių polifenolinių junginių kiekis svyruoja nuo 48 iki 304 mg/100g šviežių vaisių, skirtumas priklauso nuo veislės, auginimo sąlygų, sunokimo, o pats vertinimas gali skirtis dėl nevienodų analizės metodų [23,24,25]. Polifenoliniai, esantys šilauogėse – flavonoidai, procianidinai (monomerinės ir oligomerinės formos), flavonoliai (kaempferolis, kvercetas, mikricetas),

fenolinės rūgštys (daugiausia hidrokscinaminės rūgštys) ir stilbenų dariniai [23]. Antocianinų kiekis svyruoja nuo 25 iki 495 mg/100g uogų, priklausomai nuo vaisių dydžio, aplinkos sąlygų prieš derliaus nuėmimą ir laikymo metu [26]. Remiantis mokslininkų tyrimais, šilauogės išsiskiria dėl malvidino, delfinidino, petunidino, cianidino ir peonidino junginių su gliukozės, galaktozės ar arabinozės fragmentais [27]. Šilauogių spalvų (raudona, mėlyna, violetinė) pigmentai yra atitinkamai cianidino, delfinidino ir pelargonidino gliukozidai. Uogose esanti chlorogeninė rūgštis yra kopigmentas, kuris padidina antocianinų spalvos intensyvumą [28].

Reikšmė žmonių mityboje. Šilauogių vaisiai pasižymi antioksidacinėmis ir priešuždegiminėmis savybėmis, padeda žmonėms sergantiems diabetu, akių ligomis. Eksperimentų metu triušiai buvo šeriami 1,2 – 4,9 g/kg šilauogių, jiems buvo taikomas atitinkamas apšvietimas, rezultatai parodė, jog toks mitybos pakeitimas leido sumažinti tinklainės pažeidimo lygį [29]. Šios uogos taip pat apsaugo nuo širdies ir kraujagyslių ligų, mažina kraujospūdį, veikia antimikrobiškai, priešvėžiškai bei padeda inkstams. Įtraukus į hipertenzinių žiurkių dietą 3 % šilauogių, po 8 savaičių buvo stebimi pokyčiai. Nustatyta, jog uogos padeda apsaugoti inkstus nuo oksidacinių pažeidimų. Be to, pastebėtas 30 % kraujospūdžio sumažėjimas lyginant su kontrolinėmis žiurkėmis. Šilauogės taip pat padeda palaikyti sveikus kaulus bei apsaugo nuo nervų sistemos ligų (pvz. Alzheimerio) [30,31,32].

1.1.3. Mėlynės

Paprastoji mėlynė (*Vaccinium myrtillus L.*) – vasaržalis, daugiametis puskrūmis priklausantis Ericaceae šeimai su šliaužiančiu požeminiu stiebu, labai išsišakojusiomis, kylančiomis žaliomis aštriai keturbriaunėmis šakomis, aukštis – 30 – 50 cm, amžius gali siekti 30 metų. Mėlynė pražysta gegužės pirmoje pusėje, uogos prinoksta liepos pradžioje. Vaisiai apvalūs, tamsiai mėlynos spalvos, minkštimas, skirtingai nei šilauogių – tamsiai raudonas (žr. 1 pav.) [33,34].



1 pav. Mėlynių (kairėje) ir šilauogių (dešinėje) skerspjūviai [35]

Paplitimas. Mėlynės paplitusios visoje Europoje ir šiaurinėje Azijos dalyje. Lietuvos pietuose ir pietryčiuose sudaro ištisus sąžalynus. Dažniausiai auga drėgnuose, pelkėtuose pušynuose, eglėnuose, kartais pelkėse, mėgsta rūgštų dirvožemį [36,37].

Cheminė sudėtis. Šviežioje mėlynėse vidutiniškai 86,5 % sudaro vanduo, 5,8 % cukrūs (0,2 % sacharozė, 2,3 % gliukozė ir 3,3 % fruktozė). Atlikus tyrimus nustatyti vitaminai – C (3 mg/100g),

B1 (0,02 – 0,03 mg/100 g), B2 (0,03 – 0,04 mg/100g), pentenono rūgštis, nikotinamidas. Kaip ir kitose uogose, didžiausiomis koncentracijomis mėlynėse randamos tos pačios organinės rūgštys – obuolių ir citrinų, mažesniais kiekiais – oksalo ir gintaro [38].

Mėlynėse antocianinai sudaro apie 90 % visų sudėtyje esančių fenolinių junginių. Dažniausiai pasitaikantys antocianinų aglikonai yra cianidinas, delfinidinas, malvidinas, pelargonidinas, peonidinas ir petudininas, iš kurių perlargonidinas yra retai randamas *Vaccinium* rūšies uogose [39,40]. Be antocianinų, mėlynių vaisiuose taip pat yra flavonolių, svarbiausi iš jų – kvercetino ir miricetino gliukozidai [41,42]. Fenoliniai junginiai prisideda prie uogų skonio. Eksperimentų metu įrodyta, jog miricetino gliukozidai ir kofeilo chininės rūgšties dariniai daro įtaką mėlynių sutraukimui ir kartumui [43]. Tyrimų metu vaisiuose nustatyta hidroksicinaminės rūgštys – *p* – kumarino, kofeino, ferulo. Taninai ir flavantrioliai taip pat nedidele dalimi įeina į mėlynių sudėtį [41].

Reikšmė žmonių mityboje. Dėl savo sudėties mėlynės teigiamai veikia sveikatą. Uogos pasižymi antioksidacinėmis savybėmis. Eksperimento metu, įtraukus uogas į žiurkių dietą, įrodyta, jog šie vaisiai apsaugo hepatocitų pirmines kultūras nuo oksidacinių pažeidimų. Uogų antocianinai veikia priešvėžiškai, tyrimai parodė, kad mėlynės slopina storosios žarnos vėžio ląstelių augimą. Fenoliniai junginiai apsaugo nuo nervų ligų, skatina dopamino išsiskyrimą, gerina neuronų ryšius. Mėlynės pasižymi antimikrobiniu poveikiu, jos tiesiogiai veikia *Salmonella* ir *Staphylococcus aureus*, o išgryninti fenoliai junginiai slopina gram – neigiamas bakterijas. Uogose esantys antocianinų (cianidinas ir delfinidinas) gliukozidai mažina cukraus kiekį kraujyje, tyrimai parodė, kad šie junginiai stimuliuoja insulino išsiskyrimą iš graužikų kasos ląstelių. Taip pat apsaugo nuo ŠKL, padeda regėjimui [44,45,46].

1.1.4. Gervuogės

Paprastoji gervuogė (*Rubus caesius*) – daugiametis krūmas priklausantis Rosaceae šeimai. Jo išskirtinis bruožas yra šliaužiantys, dygliuoti, pilkai melsvi stiebai, kurie gali siekti 3 – 4 m. Vaisiai paprastai prinoksta liepos mėnesį, nokstant uogos keičia spalvą iš raudonos į tamsiai mėlyną ar net juodą. Paprastoji gervuogė pasižymi saldžiai rūgščiu skoniu [47].

Paplitimas. Ši rūšis kilusi iš Europos bei Azijos teritorijų. Paprastoji gervuogė Lietuvoje labai paplitusi. Dažniausiai auga drėgnose vietose – šalia miškų, grioviuose, upių ar ežerų pakrantėse, slėniuose. Augalas mėgsta šviesias vietas, silpnai rūgštinį arba šarminį šlapią dirvožemį [48,49].

Cheminė sudėtis. Gervuogių cheminė sudėtis priklauso nuo veislės, auginimo sąlygų, derliaus nuėmimo laiko bei laikymo sąlygų. Be vertingų polifenolinių junginių, uogose yra angliavandenių, vitaminų (E, K, B grupės vitaminai) bei mineralinių medžiagų (kalio, geležies). Pagrindiniai cukrūs yra gliukozė (3,24 – 2,88 %), fruktozė (0,81 – 1,17 %) ir sacharozė (0,24 %), jų kiekis atitinkamai didėja vaisiams nokstant [50]. Obuolių ir askorbo rūgštys yra svarbiausios organinės rūgštys įeinančios į gervuogių sudėtį [51]. Kinijos mokslininkų Fan – Čango ir kt. (2010) atliktuose tyrimuose aptikta nedideli šikimino, fumaro ir gintaro rūgčių kiekiai. Šios organinės rūgštys yra svarbios antocianinų ir askorbo rūgšties stabilizavimui bei šviežių ar perdirbtų uogų tinkamumo vartoti laikui [52].

Gervuogės taip pat yra polifenolinių junginių šaltinis – antocianinų, flavonolių, flavantriolių, procianidinų [53,54]. Uogose gausu fenolinių rūgščių (daugiausia hidroksicinaminės rūgštys) ir nedidelis kiekis lignanų [55]. Uogų sudėtyje esantys antocianinai yra cianidino, malvidino ar pelargonidino dariniai su gliukozės, rutinozės, ksilozės ir arabinozės fragmentais – cianidin – 3 – gliukozidas, pelargonidin – 3 – gliukozidas, malvidin – 4 – arabinozidas [53,56]. Dažniausiai nustatomi flavonoliai gervuogėse yra kvercetas, kaempferolis ir miricetas, paprastai C3 padėtyje yra prijungti cukrūs – gliukozė, galaktozė, arabinozė, ramnozė arba ksilozė [57].

Reikšmė žmonių mityboje. Gervuogių vaisiai dėl savo sudėties yra naudingi žmogaus organizmui. Šių uogų ir jų produktų vartojimas mažina širdies ir kraujagyslių ligų riziką [58]. Padidėjęs mažo tankio lipoproteinų (MTL) kiekis plazmoje yra svarbus rizikos faktorius. Uogų fenoliniai junginiai atlieka apsauginę funkciją slopindami *in vitro* ir *in vivo* MTL oksidaciją. Jie malšina laisvuosius radikalus donuodami vandenilio molekules. Gervuogių fenoliniai junginiai taip pat apsaugo žmogaus endotelio ląsteles nuo vandenilio peroksido sukeliama oksidacinio streso [59]. Uogų sudėtinės dalys veikia priešvėžiškai. Galimas uogų fenolinių junginių poveikis mažinant vėžio riziką buvo įrodytas *in vitro* bei tyrimuose su gyvūnais. Gervuogių fitochemikalai gali modifikuoti ląstelių genominį stabilumą formuojantis vėžiui. Galimi antikancerogeniniai mechanizmai apima antioksidacinį aktyvumą, detoksikacijos aktyvumą, apoptazės indukciją, antiproliferaciją ir antiangiogeninį aktyvumą. Tyrimai parodė, jog antocianinai sužadina II fazės fermentus, kurie gali inaktyvuoti kancerogenus suaktyvintus I fazės fermentus, tokiu būdu apsaugodami DNR nuo kancerogeninių pažeidimų [60,61]. Gervuogių sudėtinės dalys taip pat turi teigiamos įtakos kovai su Alzheimerio liga. Šukit – Heilo ir kt. (2009) atlikti tyrimai parodė, kad papildžius 19 mėnesių žiurkių mitybą 2% uogų, pagerėja motorika, koordinacija bei trumpalaikė atmintis [62]. Be to, gervuogėse esantys kiti junginiai mažina nutukimo riziką, teigiamai veikia žarnyną, padeda žmonėms sergantiems anemija bei cukriniu diabetu [63,64].

1.2. Antioksidantai

1.2.1. Laisvieji radikalai, antioksidantai ir jų poveikis žmogui

Oksidacinis stresas vystosi sutrikus pusiausvyrai tarp laisvųjų radikalų ir apsauginių antioksidacinių sistemų. Jis skatina įvairių uždegiminių ir lėtinių ligų pasireiškimą. Laisvieji radikalai – tai chemiškai aktyvūs vienetai, turintys neporinius elektronus išorinėje orbitalėje. Jie pasižymi nestabilumu, trumpa gyvavimo trukme ir dažniausiai veikia tose vietose, kur susidaro. Antioksidantai – tai apsauginės medžiagos, kurios stabdo laisvųjų radikalų susidarymą ir juos neutralizuoja. Jie apsaugo DNR, baltymus ir lipidus nuo laisvųjų radikalų poveikio [65,66,67].

Laisvieji radikalai reaguodami su kitomis medžiagomis skatina naujų radikalų susidarymą ir vyksta grandininės reakcijos. Dauguma jų susidaro iš reaktyvių azoto formų arba reaktyvių deguonies formų (ROS). Prie deguonies prisijungus vienam elektronui susidaro superoksidas ($O_2^{\cdot-}$), bet kuri biologinė sistema gamindama šį junginį gamina ir vandenilio peroksidą (H_2O_2). Esant vandenilio peroksidui, mieloperoksidazė gamina hipochloro rūgštį ir vienatomį deguonį. Vandenilio peroksido radikalai susidarę toje pačioje vietoje, gali labai išplisti prieš skildami į ypač reaktyvius hidroksilo radikalus (OH^{\cdot}). Jie yra galutiniai laisvieji radikalai galintys pažeisti organizmo audinius ir ląsteles. Hidroksilo radikalų susidarymą lemia kintamojo valentingumo metalų katalizuojamas superoksido ir vandenilio peroksido skilimas. Dažniausiai dalyvaujantys metalai – varis ir geležis [65,68,69].

Laisvieji radikalai atsakingi už daugelio ligų vystymąsi. Jei paveikiama DNR grandinė, formuojanti genetinį kodą, gali pradėti vystytis vėžys. Paveikus kraujotakos sistemą, didėja širdies ligų rizika. Laisvieji radikalai taip pat silpnina imunitetą, spartiną senėjimo procesus bei su jais susijusių ligų atsiradimą (aterosklerozė, artritas, katarakta) [69,70].

Antioksidantai – tai junginiai, kurie saugo nuo žalingo laisvųjų radikalų poveikio ir juos neutralizuoja, stabdo grandinines susidarymo reakcijas. Produktų, pasižymičių antioksidaciniu aktyvumu, vartojimas sustiprina ląstelių antioksidacinės apsaugos sistemas bei padeda atkurti pažeistas struktūras [71]. Antioksidacinis aktyvumas apibūdinamas kaip baltymų, lipidų, DNR ir kitų molekulių oksidacijos ribojimas blokuojant oksidacinių grandinių reakcijų plitimą [72]. Tyrimai parodė, jog antioksidacinis aktyvumas dažniausiai koreliuoja su bendru fenolinių junginių ir antocianinų kiekiu uogose [73].

Antioksidantai gali būti skirstomi pagal veikimo mechanizmą į junginius, kurie prijungia laisvuosius radikalus (karotenoidai ir flavonoidai), antioksidacinius fermentus, kurie ardo aktyviausias deguonies formas (superoksido dismutazė) ir vitaminus – antioksidantus, kurie nutraukia grandinines laisvųjų radikalų reakcijas (vitaminai C ir E) [74].

1.2.2. Antioksidaciniu aktyvumu pasižymintys uogų fenoliniai junginiai

Uogose esantys fenoliniai junginiai yra antriniai augalų metabolitai dažniausiai siejami su maistinėmis bei juslinėmis vaisių savybėmis. Šie junginiai ne tik lemia vaisių kvapą bei spalvą, tačiau taip pat yra svarbūs žmogaus sveikatai dėl antioksidacinių, priešuždegiminių ir antimikrobinių savybių. Pagrindiniai fenoliniai junginiai uogose – antocianinai, flavonoliai ir fenolinės rūgštys [75].

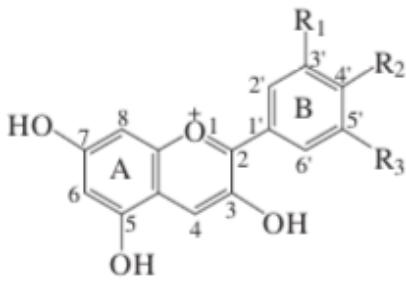
Antocianinai

Uogose dažniausiai randami šeši antocianidinai, jie klasifikuojami pagal hidroksilo ir metoksilo grupių skaičių ir vietą – pelargondinas, cianidinas, delfinidias, peonidinas, petunidinas ir malvidinas.

Antocianinai yra antocianidinai, prie kurių yra prijungta vienas ar daugiau cukrų fragmentų. Antocianinai gali skirtis cukrų prijungimo vieta, skaičiumi bei tipu, todėl jų įvairovė yra labai plati. Dažniausiai prijungiama – gliukozė, galaktozė, ksilozė, ramnozė ir arabinozė. Didesnis prijungtų cukrų skaičius nulemia padidėjusį antocianinų stabilumą. Gliukozidinių pakaitalų įvairovė daro įtaką augalams ir augaliniams produktams. Antocianinams jungiantis su kitais flavonoidais susirado proantociadinių polimerai (kondensuoti taninai) [76].

Antocianinai gerai absorbuoja šviesą, jie atsakingi už oranžinę/raudoną/ mėlyną spalvas uogose (žr. 2 lentelė). Taip pat jie yra jautrūs pH pokyčiams, todėl gali būti naudojami kaip indikatoriai [78]. Tyrimai parodė, jog antocianinai savo antioksidaciniu potencialu beveik dvigubai lenkia katechiną, vitaminą E ir sintetinius antioksidantus, tokius kaip BHA ir BHT [77].

2 lentelė. Antocianinų struktūra ir spalvos [77]

				
	3'	4'	5'	Spalva
Pelargonidinas	H	OH	H	Oranžinė
Cianidinas	OH	OH	H	Oranžinė/raudona
Delfinidinas	OH	OH	OH	Melsva/raudona
Peonidinas	OMe	OH	H	Oranžinė/raudona
Petunidas	OMe	OH	OH	Melsva/raudona
Malvidinas	OMe	OH	OMe	Melsva/raudona

Flavonoliai

Flavonoliams būdingas dvigubas ryšys tarp 2 ir 3 anglies atomų, hidroksilo grupė 3 – oje padėtyje ir karbonilo grupė 4 – oje anglies atomų žiedo padėtyje. Dažniausiai uogose esantys flavonoliai yra kvercetas, miricetas ir kaempferolis. Augaluose flavonoliai egzistuoja kaip mono – , di – arba triglikozidai. Panašiai kaip antocianinuose, flavonolio glikozidai dažnai acetilinami su fenolinėmis rūgštimis (ferulo, kafeino, galo rūgštys) [75,79].

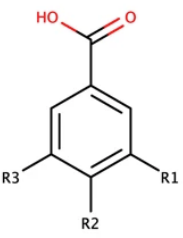
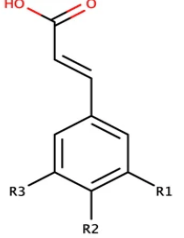
Dauguma flavonolių ir jų gliukozidų lemia specifines savybes, tokias kaip uogų ir jų produktų kartumas ir sutraukimas. Flavonoliai yra bespalviai arba šviesiai gelsvi, taip pat pasižymi antioksidacinėmis savybėmis, kurios svarbios laisvųjų radikalų šalinimui [75,80].

Fenolinės rūgštys

Uogose labiausia paplitę – cinaminės ir benzoinės rūgšties dariniai (žr. 3 lentelė). Fenolinės rūgštys dažniausiai randamos kaip organinių rūgščių esteriai arba gliukozidai. Benzoinių rūgščių grupėje labiausiai paplitusios – *p* – hidroksibenzoinė, salicilo, galo ir elago rūgštys. Uogose dažniausiai randamos cinaminės rūgštys – *p* – kumaro, kafeino, ferulo. Taip pat randami dideli kiekiai chlorogeninės rūgšties, kuri yra kafeino ir kvino rūgščių esteris [75,76].

Fenolinės rūgštys yra susijusios su spalva, juslinėmis, maistinėmis ir antioksidacinėmis savybėmis. Cinaminės rūgšties dariniai pasižymi daug didesniu antioksidaciniu aktyvumu nei benzoinės. Chlorogeninė rūgštis yra atsakinga už rūgščių skonį, esant polifenolio oksidazei, ji lengvai oksiduojama ir verčiama rudos spalvos junginiais [75].

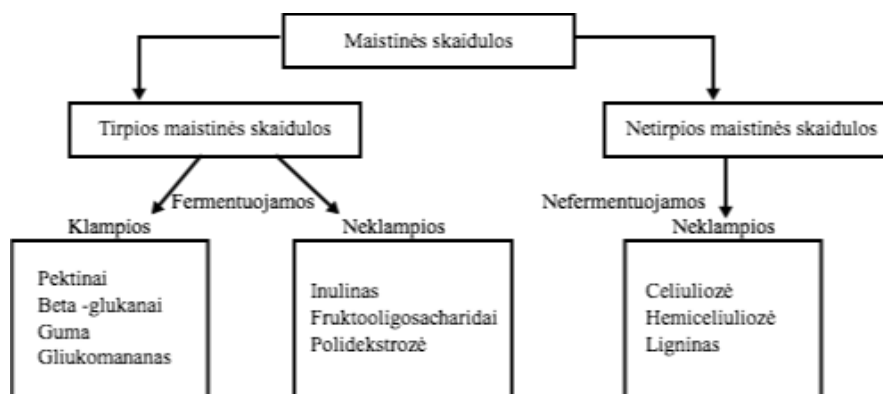
3 lentelė. Fenolinių rūgščių struktūra [81]

	R1	R2	R3		R1	R2	R3
Benzoinė rūgštis	H	H	H	Cinaminė rūgštis	H	H	H
Galo rūgštis	OH	OH	OH	Kafeino rūgštis	OH	OH	H
<i>p</i> – hidroksibenzoinė rūgštis	H	OH	H	<i>p</i> – kumarino rūgštis	H	OH	H

1.3. Maistinės skaidulos

Maistinės skaidulos tai augalinės kilmės organiniai junginiai, kurių neskaldo arba beveik neskaldo žmogaus virškinamojo trakto fermentai [82]. Pagal *Codex Alimentarius* formuluotę, maistinės skaidulos tai angliavandenių polimerai, su didesniu nei trys polimerizacijos laipsniu, kurie nėra virškinami ir absorbuojami plonojoje žarnoje. Kadangi polimerizacijos laipsnis didesnis nei trys, prie jų nepriskiriami monosacharidai ir disacharidai. Prie maistinių skaidulų priskiriami angliavandenių polimerai natūraliai esantys maiste, angliavandenių polimerai gaunami iš neapdirbto maisto naudojant fizikinius, fermentinius arba cheminius procesus bei sintetiniai angliavandenių polimerai [83].

Maistinės skaidulos gali būti klasifikuojamos pagal įvairias savybes – tirpumą ar struktūrą. Pagal struktūrą polisacharidai skirstomi į linijines arba šakotas molekules. Pagal tirpumą – į tirpiuosius ir netirpiuosius junginius (žr. 2 pav.). Prie netirpiųjų maisto skaidulų daugiausiai priskiriami ląstelių sienelių komponentai, o tirpias sudaro neceliulioziniai polisacharidai [84]. Skaidulinių medžiagų technologinės, funkcinės ir fizikinės savybės taip pat priklauso nuo tirpumo. Tirpios skaidulos didina viskoziškumą ir mažina glikeminį atsaką bei cholesterolio kiekį plazmoje. Netirpios medžiagos pasižymi poringumu, mažu tankiu, siejamos su padidėjusiu išmatų kiekiu bei sumažėjusiu žarnyno pralaidumu. Maisto pramonėje, tirpios maisto skaidulos turi daugiau privalumų – suteikia viskoziškumo, gali formuoti gelius ar veikti kaip emulsikliai [85,86].



2 pav. Maistinių skaidulų klasifikavimas [87]

Maistinės skaidulos gali būti naudojamos įvairiuose maisto produktuose ne tik siekiant padidinti skaidulinių medžiagų kiekį, bet ir pagerinti tekstūrą, juslines savybes bei pailginti galiojimo trukmę [88]. Maisto pramonėje gaunama daug šalutinių produktų, kurių sudėtyje gausu skaidulų, jos gali būti panaudojamos kitų produktų gamyboje kaip nebrangūs, nekaloringi bei padidinantys maistinę vertę komponentai. Daugiausia tokių atliekų gaunama iš daržovių, vaisių bei grūdų apdirbimo įmonių. Dalis miltų ar riebalų gali būti pakeičiami, minėtais šalutiniais produktais, siekiant padidinti gebėjimą išlaikyti riebalus ar vandenį, pagerinti emulsijų ar oksidacinį stabilumą. Skaidulų kiekis turi būti gerai apskaičiuotas, kadangi per didelis kiekis pridėtinių skaidulinių medžiagų gali sukelti neigiamus spalvos ir tekstūros pokyčius [89]. Maistinių skaidulų įtraukimas į duonos kepinių sudėti pailgina galiojimo laiką dėl gebėjimo išlaikyti vandenį. Skaidulos gali pakeisti duonos kepalą tūrį, elastingumą, minkštumą bei tvirtumą. Pieno produktuose – paveikia gelio formavimosi procesus, juslines ir reologines savybes [89,90].

Maistinės skaidulos turi teigiamos įtakos žmogaus sveikatai ir savijautai. Įprasta šių medžiagų paros norma – 25 – 30 g [91]. Tyrimai parodė, jog skaidulinės medžiagos mažina ŠKL ir cukrinio diabeto riziką, lėtina angliavandenių rezorbciją ir insulino sekreciją, padeda mažinti cholesterolio kiekį kraujyje [92,93]. Maistinės skaidulos taip pat svarbios siekiant išvengti vidurių užkietėjimo, nutukimo, divertikuliozės, toksiškų medžiagų susidarymo, storosios žarnos vėžinių pakitimų [94,95]. Atlikti tyrimai taip pat parodė svarbią skaidulinių medžiagų įtaką krūties vėžio atsiradimo tikimybei moterims menopauzės laikotarpiu [96].

1.4. Uogų apdorojimas ir išspaudų gavyba

Didžioji dalis uogų yra greitai gendančios, todėl didelė jų derliaus dalis yra džiovinama, užšaldoma arba perdirbama į ilgesnio galiojimo laiko produktus, tokius kaip džemai, tyrės, konservai ar sultys. Kai kurios perdirbimo technologijos, ypač sulčių spaudimas, sukuria didelius kiekius šalutinių produktų. Sultys yra vienas iš svarbiausių uogų produktų. Likučiai, likę atskyrus sultis, yra vadinami išspaudomis. Jas sudaro vaisių odelės, minkštimas, sėklos bei stiebai. Dideli kiekiai sėklų ir odelių, turinčių daug vertingų medžiagų, išspaudus sultis yra išmetama. Uogų sėklose yra daug aliejų, savo sudėtyje turinčių polinesočiųjų riebiųjų rūgščių ir kitų vertingų lipofilinių junginių, odelėse – gausu polifenolinių antioksidantų ir maistinių skaidulų [97].

1.4.1. Sulčių ir išspaudų gavyba

Uogų sulčių gamyboje standartinės procedūros yra šaldytų arba šviežių uogų sutraiškymas į košę, kaitinimas iki 40 – 50 °C, apdorojimas depektinuojančiais fermentais (siekiant suardyti ląstelių sienelių struktūrą) bei presavimas [98]. Pektinolitiniai fermentai naudojami norint padidinti sulčių išeią, jie suardo klampų pektino gelį, kuris susidaro trynimo metu ir leidžia lengviau išgauti sultis. Be to, su sultimis išgaunama daugiau polifenolinių junginių, kurie intensyvina spalvą bei gerina kokybę. Po sulčių išgavimo, uogų likučiai pasižymi dideliu drėgmės kiekiu (73 – 81 %), siekiant apsaugoti nuo gedimo būtina jį sumažinti [99]. Drėgmės kiekis priklauso nuo uogų veislės, depektinizacijos, aplinkos sąlygų presavimo metu. Prieš tolesnį apdorojimą ar tyrimus išspaudos dažniausiai užšaldomos ir laikomos -20 °C arba -80 °C [100]. Pagrindinės procedūros siekiant pagaminti stabilus uogų miltelius yra džiovinimas, malimas ir frakcionavimas.

Vienas svarbiausių etapų – džiovinimo būdo pasirinkimas. Dažniausiai naudojami – konvekcinis karšto oro, žemos temperatūros džiovinimas vakuume, šaldant, infraraudonąja spinduliuote arba mikrobangomis [101]. Džiovinimo sąlygos gali paveikti ne tik galutinio produkto išvaizdą, spalvą, poringumą, bet ir bioaktyvių komponentų kiekį. Tyrimų metu įrodyta, jog aronijų milteliai džiovinant išspaudas konvekciniu būdu išlaikė ryškesnę ir tamsesnę spalvą lyginant su džiovinimu šaldant. Geriausias būdas gauti aukštos kokybės uogų miltelius pasirinkti kelis džiovinimo būdus, pavyzdžiui, konvecinį džiovinimą mikrobangomis [102].

Po džiovinimo milteliai malami bei siojami siekiant atskirti tinkamo dydžio daleles. Malimo etapas svarbus, nes visos sėklos yra sutrinamos ir jose esantys sveikatai naudingi junginiai lengviau virškinami [99]. Eksperimentai parodė, jog naudojant aronijų išspaudų nanodaleles po mikromalimo, pagerinamas fenolinių junginių ekstrahavimas ir antioksidacinė talpa [103].

1.4.2. Uogų apdorojimo įtaka išspaudų sudėčiai

Uogų apdorojimo parametrai ir metodai turi didelę įtaką skaidulinėms medžiagoms ir jų funkcijoms. Buvo nustatyta, kad uogų apdorojimo būdas nepakeičia maistinių skaidulų kiekio, tačiau gali paveikti jų funkcijas plonosiose ir storosiose žarnose. Tokius pokyčius gali sukelti hidrolitinės fermentinės reakcijos ir cheminė degradacija, kurią lemia naudojama terminė energija. Skaidulų komponentų molekulinės masės sumažėjimas dėl cheminės degradacijos veda prie sumažėjusio viskoziškumo, ir metabolinių pokyčių. Terminės energijos poveikis ląstelių sienelėms gali sukelti lignino depolimerizaciją ir laisvųjų hidroksilo ir karbonilo grupių formavimąsi [104,105].

Polifenoliniai junginiai yra pagrindiniai fitochemikalai randami uogose ir jų išspaudose, tačiau jų kiekiai skiriasi. Fenolinių junginių koncentracijai uogų išspaudose daugiausiai įtakos turi uogų rūšis, sunokimo lygis, augimo aplinkos sąlygos [97]. Fenolinių junginių kiekis taip pat priklauso nuo perdurbimo sąlygų. Šie junginiai skyla aukštesnėse temperatūrose (>90 °C) [106]. Tyrimai buvo atlikti naudojant mėlynių išspaudų konvecinį džiovinimą. Procianidinų ir antocianinų kiekis nepakito, kai išspaudos buvo šildomos iki 40 °C, tačiau kaitinant daugiau kaip 60 °C buvo pastebėtas sumažėjimas. Didžiausias antocianinų praradimas (52 %) buvo nustatytas kaitinant karšto oro krosnelėje iki 125 °C [99,107].

1.5. Veikliųjų medžiagų išskyrimas iš maistinių žaliavų

Bioaktyvūs junginiai svarbūs žmogaus sveikatai ir savijautai, todėl jų išgavimas iš uogų ir jų išspaudų ekstrakcijos būdu yra labai svarbi mokslinių tyrimų dalis.

1.5.1. Ekstrakcija superkriziniais skysčiais

Devintojo dešimtmečio pradžioje ekstrakcija superkriziniais skysčiais buvo pradėta naudoti Europos maisto pramonėje, dažniausiai – kavos ir arbatos dekafenizavimui, apynių gavybai [108]. Dabar, šis ekstrakcijos būdas paprastai pritaikomas aliejų ekstrakcijai ir frakcionavimui, kvapiųjų medžiagų ir maisto dažiklių ekstrakcijai iš augalų bei aktyviųjų junginių ekstrahavimui iš vaistinių augalų ir prieskonių [109].

Ekstrakcija superkriziniais skysčiais yra novatoriškas ir ekologiškas metodas, kuriame naudojami superkriziniai skysčiai yra alternatyva organiniams tirpikliams [110]. Skystis yra superkriziniam

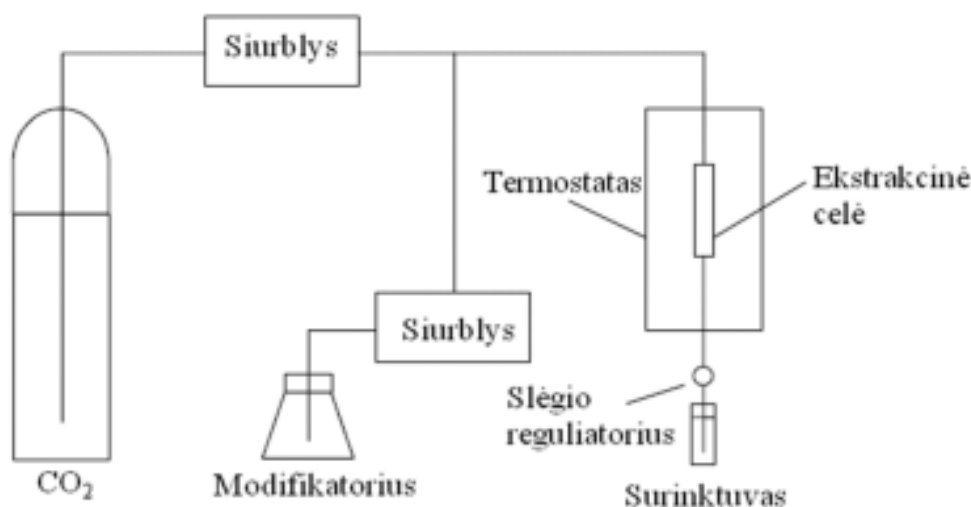
būvyje tada, kai tiek jo temperatūra, tiek slėgis yra virš jų kritinio taško. Jei virš kritinio taško yra tik vienas iš šių parametru, sakoma, kad skystis yra subkritiniame būvyje. Kritinis taškas priklauso nuo naudojamos medžiagos [111] (žr. 4 lentelė).

4 lentelė. Medžiagų kritiniai parametrai [111]

Medžiaga	Kritinė temperatūra (°C)	Kritinis slėgis (atm)	Kritinis tankis (10 ³ kg/m ³)
CO ₂	31,3	72,9	0,47
N ₂ O	36,5	72,5	0,45
SF ₆	45,5	37,1	0,74
NH ₃	132,5	112,5	0,24
H ₂ O	374	227	0,34

Dažniausiai superkritinių skysčių ekstrakcijoje naudojamas CO₂. Jis – inertiškas, nebrangus, netoksiškas, nedegus ir turi lengvai pasiekiamą kritinį tašką. Dėl žemos CO₂ kritinės temperatūros ekstrakciją galima atlikti pakankamai švelniomis sąlygomis. Šis tirpiklis tinka norint ekstrahuoti nepolines ir mažai polines medžiagas, kadangi yra nepolinis ir neturi pastovaus dipolio momento [111]. Be to, anglies dvideginio tankis gali būti lengvai keičiamas reguliuojant temperatūrą ir slėgį taip pagerinti ekstrakcijos atrankumą [109].

Ekstrakcija vyksta naudojant superkritinių skysčių ekstraktorių. Augalinė žaliava įdedama į ekstrakcijos rezervuarą, skystas CO₂, esantis rezervuare, siurbliu suspaudžiamas iki superkritinio skysčio, kuris, kad pasiektų darbinę temperatūrą, yra pakaitinamas ir tam tikru slėgiu kartu su modifikatoriumi tiekiamas į ekstrakcijos rezervuarą. Iš ekstrakcijos rezervuaro superkritinis skystis su ištirpusiais komponentais teka į surinkimo gaudyklę, kur didinant temperatūrą arba mažinant slėgį CO₂ verčiamas į dujas ir gali būti kondensuojamas kondensatoriuje pakartotiniam naudojimui [112]. Svarbiausi parametrai, kurie turi būti optimizuoti – slėgis, temperatūra, modifikatoriai, ekstrakcijos laikas, tėkmės greitis (žr. 3 pav.) [111].



3 pav. Ekstrakcijos superkritiniais skysčiais schema [111]

1.5.2. Pagreitinta ekstrakcija tirpikliais

Pagreitinta ekstrakcija tirpikliais – tai ekstrakcija, kurioje naudojami įprasti tirpikliai, tačiau aukštesnė temperatūra (100 °C – 180 °C) ir slėgis (1500 – 2000 psi). Metodas paprastai pritaikomas kietoms matricoms (pvz. uogų išspaudoms) [113].

Pagreitintos ekstrakcijos tirpikliais metu, naudojami organiniai tirpikliai padidintame slėgyje ir temperatūroje siekiant padidinti ekstrakcijos efektyvumą. Didesnė temperatūra spartina ekstrakcijos kinetiką, o slėgis padidina tirpiklio virimo temperatūrą ir išlaiko skystą. Tokiu būdu užtikrinamas greitas ir saugus ekstrahavimas. Be to, dėl aukšto slėgio tirpiklis gali lengvai patekti į matricos poras ir taip palengvina matricos porose sulaikytų analičių ekstrakciją. Aukšta temperatūra sumažina skysto tirpiklio klampumą ir susilpnina analitės – matricos sąveiką. Be to, padidinta temperatūra didina tirpiklio difuziją, todėl padidėja ir ekstrahavimo greitis [111,113].

1.6. Funkcionalus maistas ir uogų šalutinių produktų panaudojimas

Funkcionaliojo maisto (FM) produktai išsiskiria dėl savo sudėties. Įprastai maistas padeda aprūpinti organizmą maisto ir energinėmis medžiagomis, tačiau FM sąvoka yra šiek tiek kitokia. Šie maisto produktai yra praturtinti fiziologiškai aktyviomis dalimis arba pagaminti išimant iš maisto žaliavos nepageidaujamas medžiagas ir be mitybinės vertės, turi teigiamos įtakos žmogaus organizmo fiziologiniams procesams. FM negali būti priskiriami medikamentų formos gaminiai – tabletės ar milteliai. FM efektyvumas priklauso nuo į jį dedamų veikliųjų medžiagų. Šių maisto produktų kūrimas prasidėjo pakankamai neseniai, tyrimai siekiant kurti funkcinį maistą atliekami dar tik 15 – 20 metų. Pagrindinės problemos su kuriomis susiduriama:

- tikslus veikliųjų dalių poveikio sveikatai pateikimas;
- jų identifikavimo ir kiekybinio įvertinimo produktuose metodų trūkumas arba kaina;
- ne iki galo iširtos veikliųjų dalių technologinės savybės [114,115].

Vaisiai ir daržovės pasižymi teigiamomis savybėmis dėl įvairių sveikatai naudingų junginių įeinančių į jų sudėtį. Mokslininkai bando įrodyti vaisių ir daržovių bioaktyvių junginių naudingą poveikį kuriant funkcionalųjį maistą [116]. Didžiausias antioksidantų šaltinis – uogos. Jose gausu polifenolinių junginių, iš kurių svarbiausi – antocianinai, flavonoliai, katechiniai, fenolinės rūgštys ir taninai. Uogos taip pat naudojamos siekiant pagerinti gaminių aromatą, tekstūrą bei kaip dažiklis įvairiuose produktuose. Pagrindiniai ingredientai FM yra sėklų aliejus, uogų aliejus, uogų milteliai, uogų ekstraktai bei uogų skaiduliniai milteliai [117]. Tokio pobūdžio FM apsaugo nuo ŠKL, priešlaikinio senėjimo, teigiamai veikia akis bei smegenų funkcijas [118].

1.6.1 Uogų šalutinių produktų panaudojimas duonos gaminiuose

Uogų išspaudų panaudojimas duonos gaminiuose yra aktuali tyrimų tema siekiant sukurti produktus praturtintus skaidulinėmis medžiagomis bei antioksidaciniu poveikiu pasižyminčiais komponentais. Išspaudų funkcinis poveikis priklauso nuo šaltinio, išskyrimo metodo, apdorojimo būdo, tirpiųjų ir netirpiųjų skaidulų santykio bei dalelių dydžio.

Duonos tekstūros susidaryme svarbiausią vaidmenį atlieka glitimo baltymai. Glitimas tai baltymų kompleksas, sudarytas iš gliadino ir gliutenino. Šie komponentai reaguoja su vandeniu tešlos maišymo metu ir sudaro glitimo tinklą, kuris yra atsakingas už dujų sulaikymą ir specifinę duonos

tekstūrą. Gliadinai suteikia viskoziškumą, o gliuteninai atsakingi už elastingumą bei tvirtumą. Vandeniliniai, disulfidiniai ir kiti vidiniai bei tarpmolekuliniai ryšiai tarp gliadino ir gliutenino molekulių stabilizuoja glitimo tinklą. Tešlos tekstūra priklauso nuo vandens absorbcijos, kviečių baltymų kiekio ir kokybes bei jų sąveikos su kitais miltų komponentais [119,120].

Kuriant funkcionalios duonos produktus dažniausiai pasitaikantis metodas – pakeisti dalį naudojamų miltų nedideliu išspaudų kiekiu. Dažniausiai išspaudų naudojama iki 10 %, siekiant išvengti drastiškų tekstūros pasikeitimų. Moksliniuose tyrimuose nustatyta, jog net ir nedidelis kiekis išspaudų gali neigiamai paveikti duonos gaminio tūrį, kietumą bei priimtinumą vartotojui [119]. Tiriant reologines savybes, pastebėta, jog pakeičiant daugiau nei 15 % miltų uogų išspaudomis, duona tampa pastebimai kietesnė ir sunkiau kramtoma [121]. Maistinės skaidulos, esančios išspaudose, sumažina duonos baltymų hidrataciją ir taip susilpnina glitimo tinklo formavimąsi [122]. Netirpios skaidulos tokios kaip celiuliozė ir ligninas yra atsakingos už baltymų sluoksnių suardymą, nes veikia, kaip barjeras ir sumažina glitimo vandens absorbciją. Dėl šios priežasties sumažėja gaminio tūris ir minkštumo aktyvumas [120]. Atliktuose moksliniuose tyrimuose, nustatyta, jog maistinės skaidulos esančios uogų išspaudose yra pranašesnės palyginus su kitais šaltiniais, kadangi nustatytas mažesnis santykis tarp netirpiųjų ir tirpiųjų skaidulų [122]. Siekiant išvengti neigiamų pokyčių, Gomez ir kt. (2018) aprašytuose tyrimuose, teigiama, jog reikėtų didinti vandens kiekį bei ilginti tešlos maišymo laiką [123]. Kitas svarbus veiksnys – išspaudų dalelių dydis. Mažos dalelės su didesniu paviršiaus plotu gali neigiamai paveikti galutinio produkto tūrį dėl didesnio sugeriamo vandens kiekio [123].

Uogų išspaudos taip pat paveikia gaminio spalvą bei antioksidacinį aktyvumą. Iki 70 % fenolinių junginių įeinančių į uogų sudėtį, išlieka išspaudose. Vieni svarbiausių bioaktyvių komponentų pasižymintys įtaka spalvai – antocianinai. Spalvai taip pat įtakos turi maistinės skaidulos. Remiantis, moksliniais straipsniais, išspaudos dažniausiai lemia duonos gaminių tamsėjimą. Šis požymis vartotojų dažniausiai yra vertinamas teigiamai, kadangi asocijuojasi su sveikesniu maistu bei didesniu skaidulinių medžiagų kiekiu [121,124]. Kita vertus, raudona spalva nėra priimtina vartotojams ir siejasi su maisto dažikliais. Fenoliniai junginiai išspaudose nulemia ne tik spalvą, bet ir antioksidacinį aktyvumą. Moksliniuose tyrimuose nustatyta, kad duoną praturtinant uogų išspaudomis daugumos gaminių antioksidacinio aktyvumo ir fenolinių junginių kiekio rodikliai padidėjo, tačiau didėjimas ne visada buvo vienodai proporcingas. Todėl būtina atsižvelgti, jog antioksidaciniam aktyvumui įtakos duonos kepimo procese turi ir miltų fenoliniai junginiai, pridedami fenoliniai komponentai, tarpiniai fenoliniai junginiai vykstant reakcijoms kepimo proceso metu (pvz. Majero reakcijos), terminio skilimo metu susidarantys junginiai bei polifenolių – polisacharidų kompleksai [119,125,126].

1.6.2. Uogų šalutinių produktų panaudojimas pieno gaminiuose

Šiuo metu jau atlikta nemažai tyrimų susijusių su uogų išspaudų ar ekstraktų panaudojimu pieno produktuose ir jų antioksidacinių savybių, spalvos pagerinimu.

Išspaudos gerina galutinio jogurto produkto antioksidacinį aktyvumą. Skredė ir kt. (2004) atliko ORAC tyrimus su mėlynių ir gervuogių ekstraktais piene. Į mažo riebumo minėtą produktą buvo įdėta 13 % ekstrakto. Rezultatuose pastebėtas padidėjęs antioksidacinis aktyvumas bei įrodyta, jog pakuotės tipas (stiklinė arba kartoninė) bei laikymo trukmė nedaro reikšmingos įtakos antioksidacinio aktyvumo vertei [127]. Raikoso ir kt. (2019) atliktuose tyrimuose nagrinėjama juodųjų serbentų įtaka jogurto produktuose esančių fenolinių junginių kiekiui. Nustatyti rezultatai parodė, jog jogurtai su

minėtų uogų ekstraktu pasižymėjo didesniu antioksidaciniu aktyvumu bei fenolinių junginių kiekiu. Laikymo metu fenolinių junginių kiekis didėjo iki ketvirtos savaitės, penktąją savaitę nustatytas sumažėjimas. Pieno baltymų proteolizės metu atskiriamos aminorūgštys su šoninėmis fenolinėmis grandinėmis (pvz.: tirozinas), kurios gali prisidėti prie bendro fenolinių junginių kiekio [128]. Be to, jogurto kultūrų metabolizmo metu vyksta flavonoidų gliukozidų hidrolizė bei anglies atomų žiedo skilimas ir paprastų fenolių, tokių kaip fenolinės rūgštys, atsiskyrimas. Sumažėjimą penktąją savaitę lemia polifenolinių junginių sąveika su pieno baltymais, kurios metu susiformuoja netirpūs kompleksiniai junginiai, kurie mažina BFJK [129,130,131]. Kituose atliktuose tyrimuose pasiflorų milteliai buvo dedami į geriamąjį jogurtą, nustatytas padidėjęs mineralinių medžiagų ir skaidulų kiekis palyginus su kontroliniais bandiniais. Jogurto klampumas padidėjo, sumažėjo sinerizė (dėl padidėjusio ląstelienos kiekio). Laikymo metu sumažėjo pH ir gyvybingų pieno bakterijų skaičius.[132]

Mėlynių bei šilauogių odelėse gausu spalvą lemiančių junginių – antocianinų. Praturtinus jogurto gaminius uogų išspaudomis šie junginiai paveikia ir bendrą gaminio spalvą. Tyrimai parodė, jog antocianinai nėra stabilūs junginiai ir laikymo metu gali degraduoti. Šių komponentų stabilumas priklauso nuo aplinkos sąlygų – pH, temperatūros, fermentinio ir mikrobiologinio aktyvumo [129]. Dėl šių savybių gaminio spalva bėgant laikui gali kisti [131,133].

2. MEDŽIAGOS IR TYRIMŲ METODAI

2.1. Tyrimų objektai

Tyrimams naudotos keturios uogų rūšys – šaltalankiai, šilauogės, mėlynės ir gervuogės. Uogų išspaudos buvo gautos iš UAB „Įvairios sultys“, Lietuva. Po sulčių spaudimo, uogų išspaudos užšaldytos ir liofilizuotos. Tyrimams naudotos šaltalankių, mėlynių, šilauogių bei gervuogių išspaudos nuriebalintos superkriazine CO₂.

2.2. Tyrimams naudotos medžiagos ir reagentai

- Kvietiniai miltai 550D („Malsena“, Lietuva);
- valgomoji druska („Artiomsol“, Lietuva)
- sausos mielės („Klingai“, Lietuva);
- natūralus jogurtas, rieb. 2 % („Hacendado“, Ispanija);
- graikinis jogurtas, rieb. 10 % („Hacendado“, Ispanija);
- pienas, rieb. 3,6 % („Hacendado“, Ispanija);
- želatina lakštais („Hacendado“, Ispanija);
- žemės ūkio kilmės etilo alkoholis, 96 % („Stumbras“, Lietuva);
- diatotinė žemė („Sigma – Aldrich“, JAV);
- 6 – hidroksi – 2,5,7,8 – tetrametilchroman – 2 – karboksirūgštis, 97% – Troloksas ;
- natrio chloridas – NaCl („Lach – Ner“, Čekija);
- kalio chloridas – KCl („Lach – Ner“, Čekija);
- kalio dihidrofosfatas – KH₂PO₄ („Panreac“, Ispanija);
- vandeninis natrio hidrofosfatas – Na₂HPO₄ × 2H₂O;
- kalio persulfatas – K₂S₂O₈ („Lach – Ner“, Čekija);
- natrio hidroksidas – NaOH („StanLab“, Lenkija);
- 2,2' – azino – bis – 3 – etilbenzotiazolin – 6 – sulfono rūgštis – ABTS⁺ reagentas („Sigma – Aldrich“, Vokietija);
- AAPH („Sigma – Aldrich“, Vokietija);
- 3',6' – dihidroksispiro(izobenzofuran – 1(3H),9' – (9H)ksanten) – 3 – onas („Sigma – Aldrich“, Vokietija);
- mikrokristalinė celiuliozė, 20 μm („Sigma – Aldrich“, JAV);
- galo rūgštis – C₇H₆O₅, >99 % („Fluka“, Lenkija);
- Folin – Ciocalteu reagentas („Sigma – Aldrich“, Šveicarija);
- natrio karbonatas – Na₂CO₃, 98 %, bevandenis („Chempur“, Lenkija);
- distiliuotas vanduo (vandens gryninimo sistema Milipore, JAV);
- metanolis, ≥ 99,9 % („Sigma – Aldrich“, Vokietija).

2.3. Tyrimams naudoti įrenginiai

- Analitinės svarstyklės Scaltec SPB31 („Goti“, Vokietija);
- Automatinės pipetės – 20 – 200 μl („Capp“, Danija), 100 – 1000 μl („Capp“, Danija), 1000 μl („Hirshmann Laborgerate“, Vokietija);
- Dalelių dydžio matuoklis Mastersizer 2000 su Hydro 2000S dispersine sistema („Malvern Instruments“, Jungtinė Karalystė);
- Distiliarorius Behrotest S4 („Berh“, Vokietija);
- Drėgmės analizatorius Moisture Analyser LCD MB64 („VWR“, Italija);

- Elektrinė duonkepė Breadmaker 18036 („Russell Hobbs“, Jungtinė Karalystė);
- FLOUstar Omega skaitytuvas („BMG LabTech“, Vokietija);
- InKjel 1225 P („Berh“, Vokietija);
- Laboratorinis cikloninis malūnas ZM 200 („Retsch“, Vokietija);
- Pagreitintos ekstrakcijos organiniai tirpikliai sistema ASE 350 („Dionex“, JAV);
- pH matuoklis CyberScan pH 510 („Eutech Instruments“, Singapūras);
- pH matuoklis SensION+ PH3 („Hach“, Jungtinė Karalystė);
- Garintuvas Rotavapor R100 („Buchi“, Šveicarija);
- Skaidulų analizatorius Ankom 2000 („Macedon“, JAV);
- Spektrofotometras CM – 700d („Konica Minolta“, Japonija);
- Spektrofotometras GENESYS 8, 10 UV („Spetronic instruments“, JAV);
- Tekstūros analizatorius TA.XT plusC („Stable Micro Systems“, Jungtinė Karalystė);
- Ultragarsinė vonelė Ultrasonics („Astra – Son“, JAV);
- Vakuuminis – rotacinis garintuvas Biuchi R – U4 („Biuchi“, Šveicarija);
- Vandens aktyvumo analizatorius AW SPRINT TH – 500 („Novasina“, Lenkija).

2.4. Uogų išspaudų cheminės sudėties nustatymas

Mineralinės medžiagos

Mineralinių medžiagų kiekis bandiniuose nustatytas naudojant standartinį LST ISO 936:2000 metodą. Bandiniai pasveriami po 3 g į tiglius, kaitinami iki suanglėjimo, tuomet deginami mufelinėje krosnyje 500 – 550 °C temperatūroje. Po 16 – 18 valandų dedami į eksikatorių, atvėsunami iki kambario temperatūros ir pasveriami. Procedūra kartojama, kol masė išlieka pastovi. Atlikti trys pakartojimai. Pagal masės skirtumą prieš deginimą ir po jo, atlikti skaičiavimai pelenų kiekiui nustatyti.

Baltymai

Baltymų kiekiui nustatyti naudotas Kjeldalio metodas LST ISO 937:2000. Šis metodas pagrįstas azoto kiekio nustatymu. Tyrimui naudotas laboratorinis įrenginys InKjel P (Vokietija), o distiliacijai atlikti – distiliatorius Behr S4 (Vokietija). Azoto kiekis apskaičiuotas masės procentais pagal formulę:

$$\frac{1,4007 \cdot (V - V_0) \cdot M}{m} (\%)$$

čia: 1,4007 – 0,1N HCl titras, išreikštas azotu, mg/ml;

V – tiriamojo mėginio distiliato titravimui sunaudotas 0,1 N HCl kiekis, ml;

V_0 – tuščiojo mėginio distiliato filtravimui sunaudotas 0,1 N HCl kiekis, ml;

M – 0,1 N HCl koncentracija 0,0001 mol/l tikslumu;

m – tiriamojo mėginio masė.

Baltymų kiekis apskaičiuotas pagal formulę:

$$A \cdot 6,38 (\%)$$

čia: 6,38 – bendrojo azoto perskaičiavimo į bendrąjį baltymų kiekį koeficientas.

Drėgmės kiekis

Drėgmės kiekio nustatymui naudotas Moisture Analyser MB64 60G (Italija). Įrenginio nustatymai parinkti pagal gamintojo instrukcijas. Bandinys pasveriamas, džiovinamas 105 °C temperatūroje iki nekintančios masės ir tuomet apskaičiuojamas drėgmės kiekis pagal masių skirtumą.

2.5. Uogų išspaudų dalelių dydžio nustatymas

Dalelių dydžio nustatymui naudotas Malvern Mastersizer 2000 (Jungtinė Karalystė) analizatorius sujungtas su Hydro 2000S dispersine sistema, kurios matavimo diapazonas – nuo 0,1 iki 2000 mikronų. Išspaudų matavimas lazerinės difrakcijos metodu remiasi principu, kad didelės dalelės šviesą išsklaido mažu kampu, o mažos dalelės – dideliu kampu. Bandinys maišomas su distiliuotu vandeniu ir matuojamas dalelių dydis pagal tūrį, pagal paviršiaus plotą bei nustatomas span faktorius. Eksperimentas kartojamas tris kartus.

2.6. Duonos su uogų išspaudomis gamyba

Siekiant užtikrinti vienodas sąlygas duonos gamybos procese naudotos trys vienodos elektrinės duonkepės Classics 18036 (Jungtinė Karalystė). Jose automatizuotai atlikti visi pagrindiniai duonos tešlos paruošimo ir kepimo etapai – tešlos užmaišymas, kildinimas ir kepimas. Receptūros buvo parinktos remiantis gamintojo instrukcijomis, pasirinkta rūšis – paprasta prancūziška duona. Visi naudoti produktai įsigyti vietiniame prekybos centre (žr. 5 lentelė). Tiksliems ingredientų kiekiams pasverti naudotos analitinės svarstyklės Scaltec SPB31 (Vokietija).

5 lentelė. Prancūziškos duonos receptūra

Ingredientai	Kiekis
Miltai, g	360
Vanduo, ml	200
Druska, g	3,79
Mielės, g	2,72

Pagal gamintojo nurodytą receptūrą produktai sudedami tam tikra tvarka. Į specialų kepimo indą pirmiausia supiltas kambario temperatūros vanduo, tuomet druska ir miltai bei mielės. Sudėjus ingredientus indas statomas į duonkepę ir uždengiamas dangčiu. Parenkama kepimo programa – mažiausias kepinio dydis bei mažiausiai apskrudintas paviršius. Duonkepė automatiškai pagal programą nustato visų kepinio gamybos etapų bendrą laiką – 3 valandos 41 minutė. Iškepusi duona išimama ir paliekama pilnai atvėsti iki kambario temperatūros. Tuomet įvertinama jos spalva, iškilimas, skonis, akytumas, gaminys nufotografuojamas. Sekantis etapas – duonos smulkinimas ir džiovinimas.

Gaminant duoną su išspaudomis elektrinės duonkepės nustatymai nekeičiami, tačiau šiek tiek pakoreguojama receptūra. Į sudėtį įtraukiama 5 % pasirinktų uogų išspaudų nuriebalintų superkriziniu CO₂ ir vietoj 360 g miltų, dedama 348 g ir 18 g išspaudų. Kepimai kartoti po tris kartus kiekvienos receptūros gaminiui.

2.7. Duonos minkštimo aktyvumo nustatymas

Nustatytas duonos minkštimo porų užimamo tūrio santykis su viso kepinio minkštimo tūriu procentais naudojant standartizuotą LST 1442:1996 metodiką [134]. Šiam tyrimui naudotas Žuravliovo cilindras. Iškepus duoną ir ją atvėsinus iki kambario temperatūros, naudojant minėtą prietaisą, išpjaunami vienodo dydžio gabalėliai iš pagaminto produkto. Juos pasvėrus, atlikti skaičiavimai pagal formulę:

$$\frac{V - \frac{G}{d}}{V} \cdot 100 (\%)$$

čia: V – bendras išpjovų tūris, cm^3 ;

G – bendra išpjovų masė, g;

d – berporio minkštimo santykinis tankis (kvietinių miltų 550D duonai – 1,31).

2.8. Kepinių džiovinimas

Atvėsinus duonos gaminius ir atlikus suplanuotus vertinimus ir tyrimus. Duonos minkštimas susmulkinamas naudojant Bosch MMR 08A1 (Vokietija) smulkintuvą. Gauti trupiniai perkeliama į šilto oro srauto džiovyklės ir džiovinami 72 valandas. Po šio etapo vykdomas malimas naudojant laboratorinį cikloninį malūną ZM 200 su 0,5 mm sietu (Vokietija). Po malimo, visi milteliai pagal rūšį suskirstomi ir sudedami į uždengiamus stiklinius indus. Laikomi kambario temperatūroje.

2.9. Maistinių skaidulų kiekio nustatymas

Skaidulinių medžiagų kiekiui nustatyti naudotas įrenginys – Ankom 2000 Fiber Analyzer (JAV), pagal Ankom Technology instrukcijose nurodytus 12 ir 13 metodus. Tyrimo metu nustatytas rūgštiniais tirpalais išplautas ląstelienos kiekis (ADF) ir neutraliais tirpalais išplautas ląstelienos kiekis (NDF) duonos milteliuose ir naudotų uogų išspaudose.

2.10. Antioksidacinių savybių nustatymo metodai

Antioksidacinio aktyvumo tyrimams kietojoje frakcijoje naudoti QUENCHER metodai. Siekiant padidinti bandinių paviršiaus plotą, sumažinti mėginių koncentracijas ir gauti tikslesnius rezultatus uogų išspaudos bei išdžiovinti ir sumalti duonos milteliai pasveriami ir naudojant purtyklę sumaišomi su mikrokristaline celiulioze (20 μm). Parinkti maišymo santykiai – 1:2, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100, 1:200, 1:400.

2.10.1. ABTS^{•+} radikalų – katijonų surišimo metodas

Tyrimas atliktas pagal Re ir kt. (1999) metodiką su keliais pakeitimais [135]. Eksperimentas atliktas su išspaudomis, duona bei ekstraktais. Pirmiausia ruošiamas PBS tirpalas (žr. 6 lentelė) – visos minėtos medžiagos tirpinamos 1 litre distiliuoto vandens (gauto tirpalo pH – 7,4). ABTS^{•+} tirpalui paruošti naudoti du tirpalai. Pirmasis gamintas naudojant 0,0549 g ABTS^{•+} reagentą ir 50 ml PBS tirpalą. Antrasis ruošiamas 0,0038 g $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ištirpinant 0,2 ml distiliuoto H_2O . Abu tirpalai sumaišomi ir paliekami 15 – 16 valandų tamsoje.

6 lentelė. PBS tirpalo ingredientai

PBS tirpalas	
Medžiaga	Kiekis, g
NaCl	8,18
KH ₂ PO ₄	0,27
Na ₂ HPO ₄	1,42
KCl	0,15

Siekiant pagaminti darbinį tirpalą – ABTS^{•+} tirpalas atskiestas PBS tirpalu, kol gaunama absorbcija lygi $0,700 \pm 0,010$ optinio tankio vienetų, kai bangos ilgis 734 nm. Bandiniai paruošti dviem būdais:

1. 1500 µl darbinio tirpalo sumaišyta su 25 µl bandinio arba metanolio (kontrolė), gauti mišiniai paliekami 2 valandoms tamsioje aplinkoje;
2. atliekant eksperimentą QUENCHER metodu 1500 µl darbinio tirpalo sumaišyta su 10 mg bandinio arba mikrokristalinės celiuliozės (kontrolinis bandinys) ir 25 µl metanolio. Gautas tirpalas maišomas 15 sekundžių, tuomet įdėtas į purtyklę (250 rpm) 2 valandoms tamsioje aplinkoje.

Išmatuota absorbcija, kai bangos ilgis 734 nm. Sudarinėjant kalibracines kreives panaudoti įvairių koncentracijų Trolokso tirpalai. Atlikta po penkis pakartojimus. Antioksidacinis aktyvumas išreikštas Trolokso ekvivalentais (mg TE/g). Laisvųjų radikalų sujungimui procentais nustatyti naudojama formulė:

$$SA (\%) = \frac{A_1 - A_2}{A_1} \cdot 100\%$$

čia: A – laisvųjų radikalų sujungimo aktyvumas, %;

A_1 – ABTS⁺ reakcijos sistemos optinis tankis;

A_2 – sistemos su antioksidantu optinis tankis.

2.10.2. Bendrojo fenolinių junginių kiekio nustatymas Folin – Ciocalteu metodu

BFJK ekstraktuose, duonoje ir išspaudose nustatytas naudojant Singleton ir kt. (1999) metodikas su nedideliais pakeitimais [136]. Tyrimui atlikti Folin – Ciocalteu reagentas atskiedžiamas distiliuotu vandeniu (santykis – 1:9). Bandiniai paruošti dviem skirtingais būdais:

1. ruošiant bandinį 150 µl mėginio arba metanolio (kontrolinis bandinys) sumaišyta su 750 µl atskiesto Folin – Ciocalteu reagento ir 600 µl 7,5 % Na₂CO₃ tirpalu. Po to bandinys paliktas tamsoje 2 valandoms;
2. ruošiant bandinį QUENCHER metodu 10 mg mėginio arba mikrokristalinės celiuliozės (kontrolinis bandinys) sumaišoma su 150 µl distiliuoto vandens, 750 µl atskiesto Folin – Ciocalteu reagento ir 600 µl 7,5 % Na₂CO₃ tirpalo. Gautas mišinys maišomas 15 sekundžių ir tuomet perkeliamas į purtyklę dviem valandoms tamsioje aplinkoje. Bandiniai centrifuguojami 5 minutes, 4500 rpm.

Matuojama absorbcija, kai bangos ilgis 760 nm. Sudarinėjant kalibracinės kreivės naudota galo rūgštis ($M_r = 170,121$; $C_7H_6O_5$), gautos kalibracinės tiesinės priklausomybės lygtys. Eksperimentas atliktas su penkiais pakartojimais. BFJK išreikštas galo rūgšties ekvivalentais (mg GRE/g) ir apskaičiuojamas pagal formulę:

$$C = c_1 \cdot V \cdot m^{-1}$$

čia: C – fenolinių junginių kiekis išreikštas galo rūgšties ekvivalentais, mg/g;
 c_1 – galo rūgšties koncentracija (nustatyta pagal kalibracinę kreivę) mg/ml;
 V – ekstrakto tūris, ml;
 m – mėginio masė naudota ekstrakcijai, g.

2.10.3. Deguonies radikalų absorbcijos pajėgumo nustatymas (ORAC)

Atliktas ORAC tyrimas paremtas Prior ir kt. (2003) metodika [137]. Paruošiamas fluoresceino tirpalas (95,68 nmol/l):

1. tirpalas nr. 1 – 0,0225 g fluoresceino ištirpinama 50 ml PBS tirpalo;
2. tirpalas nr. 2 – 50 μ l tirpalo Nr. 1 sumaišoma su 10 ml PBS tirpalo;
3. galutinės koncentracijos fluoresceino tirpalas – 800 μ l tirpalo Nr. 2 sumaišoma su 50 ml PBS tirpalo.

Mėginiai ruošiami dviem būdais priklausomai nuo tiriamos medžiagos:

1. 25 μ l mėginio arba metanolio (kontrolinis bandinys) sumaišyta su 150 μ l fluoresceino tirpalo;
2. atliekant eksperimentą QUENCHER metodu – 10 mg mėginio arba mikrokristalinės celiuliozės (kontrolinis bandinys) sumaišoma su 150 μ l PBS tirpalo ir 900 μ l paruošto fluoresceino tirpalo. Bandiniai maišomi 15 sekundžių ir įdedami į purtyklę (250 rpm) 60 minučių tamsioje aplinkoje. Praėjus nurodytam laikui, centrifuguojami (4500 rpm) 5 minutes.

Paruošiamas azobio tirpalas (AAPH) – 0,65088 g AAPH ištirpinama 10 ml PBS tirpalo. 175 μ l bandinių naudojant automatinę pipetę pilama į juodą nepermatomą 96 šulinėlių lėkštelę. Tuomet inkubuojama 15 minučių 37 °C temperatūroje. Po inkubavimo į kiekvieną šulinėlį, kuriame yra bandiniai, pilama po 25 μ l AAPH paruošto tirpalo. Fluorescencinis matavimas atliekamas FLUOstar Omega spektrofotometru. Matuojama 120 ciklų, 37 °C temperatūroje, sužadinimas – 485 nm, emisija – 520 nm. Kalibracinės kreivės sudarymui naudojami įvairių koncentracijų Trolokso tirpalai. Antioksidacinis aktyvumas išreikštas Trolokso ekvivalentais (mg TE/g). Atlikta po šešių pakartojimus. Plotas po kalibracine kreive (AUC) bandiniams apskaičiuojamas integruojant santykinę fluoresceino kreivę. AUC apskaičiavimui naudota formulė:

$$AUC = 1 + \sum_{i=1}^{i=120} \frac{f_i}{f_0}$$

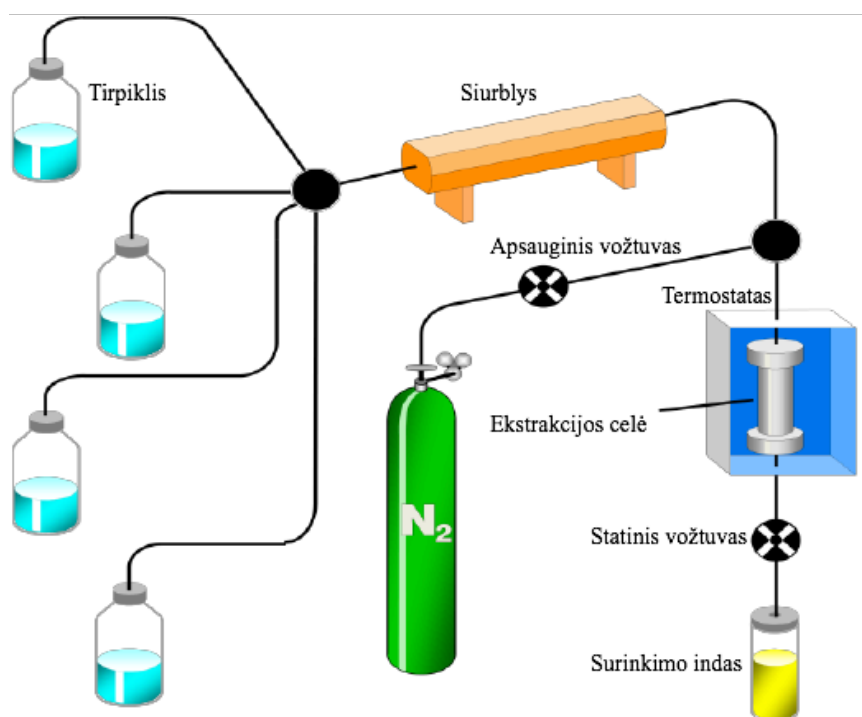
Čia: f_0 – pradinė fluoresceino vertė (0 min);
 f_i – fluoresceino vertė tam tikrą laiką (i – tąją minutę).

2.11. Preliminari juslinė analizė

Atlikta duonos gaminių praturtintų šaltalankių, mėlynių bei gervuogių išspaudomis preliminari juslinė analizė. Apklausoje dalyvavo 7 vertintojai – Kauno technologijos universiteto, Cheminės technologijos fakulteto laboratorijos studentai. Prieš vertinimą, kepiniai vėsinti 24 valandas kambario temperatūroje. Tuomet gaminiai supjaustyti 1,4 cm storio riekėmis ir pateikti vertinimui. Siekiant įvertinti rezultatus sudaryta anketa pagal kurią vertinimas kepinių skonio, aromato, tekstūros bei bendro priimtumo savybės. Kiekvienam vertinimo kriterijui apibudinti pasitelkta skalė, kuria remiantis įvertintos minėtos savybės nuo 1 iki 7.

2.12. Pagreitinta ekstrakcija tirpikliais

Atliekant pagreitintą skysčių ekstrakciją naudota Dionex ASE 350 sistema (žr. 4 pav).



4 pav. Pagreitintos skysčių ekstrakcijos supaprastinta schema

Pasveriamas šilauogių išspaudų kiekis – 15 g, taip pat 10 g diatoninės žemės. Šios medžiagos sumaišomos. Ekstrakcijos celė po truputį pildoma gautu mišiniu, šiek tiek paspaudžiant. Abiejuose celės galuose įdedami celiuliozės filtrai ir užsukami dangteliai. Paruoštos celės patalpinamos į ekstraktorių. Tirpiklio talpa pripildoma žemės ūkio kilmės 99 % etanolio tirpalu. Kiekvienos celės ekstrakcija vykdoma trimis ciklais po 15 minučių. Ekstrakcijos sąlygos – 83 °C temperatūra, 102 bar slėgis. Pasibaigus procesui celės išimamos ir išvalomos, likę milteliai išdžiovinami. Etanolis pašalinamas iš ekstraktų naudojant Rotavapor R100 garintuvą (Šveicarija), tuomet ekstraktas surenkamas į 50 ml talpos mėgintuvėlius ir laikomas šaldytuve +6 °C temperatūroje.

2.13. Vandens aktyvumo matavimas

Vandens aktyvumo matavimui naudotas vandens aktyvumo analizatorius Novasina AW Sprint TH500 (Nyderlandai). Ekstraktas sudėtas į specialius 40 mm skersmens, 12 mm gylio bandinio

mėgintuvėlius (Novasina), kurie patalpinami į analizatorių ir atliekami matavimai prie 24,6 °C temperatūros. Rezultatai gaunami aw vienetais.

2.14. Proantocianidinų kiekio nustatymas

Proantocianidinų kiekis (PAC) nustatytas naudojant BQC rinkinį (Ispanija) pagal gamintojo nurodymus. Į 96 šulinėlių skaidraus dugno lėkšteles įpilta 10 µl su distiliuotu vandeniu praskiesto šilauogių ekstrakto (10 mg/ml), 230 µl A reagento ir 10 µl DMAC reagento. Lėkštelė perkelta į maišyklę 15 minučių. Tuomet naudojant FLUOstar spektrofotometrą (Vokietija) matuojama absorbcija, kai bangos ilgis 640 nm. Matavimas kartotas tris kartus.

2.15. Antocianinų kiekio nustatymas

Antocianinų kiekis (AC) nustatytas naudojant BQC rinkinį (Ispanija) pagal gamintojo nurodymus. Į 96 šulinėlių skaidraus dugno lėkšteles įpilta 20 µl su distiliuotu vandeniu praskiesto šilauogių ekstrakto (10 mg/ml), 220 µl A reagento ir B reagento. Lėkštelė perkelta į purtyklę (200 rpm) 10 minučių. Tuomet naudojant FLUOstar spektrofotometrą (Vokietija) matuojama absorbcija, kai bangos ilgis 510 nm ir 700 nm. Atlikti trys pakartojimai.

2.16. Jogurto desertų gamybos receptūros

Jogurto desertų gamybai buvo parinktos kelios receptūros, siekiant rasti geriausią naudotų produktų santykį. Naudoti produktai – pienas (3,6 % riebus, Ispanija), natūralus jogurtas (2 % riebus, Ispanija), graikinis jogurtas (10 % riebus, Ispanija) bei želatinos lakštai (Ispanija) (žr. 7 lentelė). Visi ingredientai buvo įsigyti vietiniame prekybos centre. Siekiant pagerinti jogurto deserto savybes, į sudėtį įtraukti skirtingi kiekiai šilauogių ekstrakto.

7 lentelė. Jogurto deserto receptūros. PG – naudojamas graikiškas jogurtas, PN – naudojamas natūralus jogurtas

	PG			PN		
Pienas, ml	50			50		
Jogurtas, ml	50			50		
Želatina, g	2			2		
Ekstrakto kiekis, g	0	1	2	0	1	2

2.17. pH nustatymo metodai

Tyrimui naudoti du skirtingi pH metrai SensION+ PH3 (Jungtinė Karalystė) ir CyberScan pH 510 (Singapūras). Abu pH metrai prieš naudojimą kalibruojami naudojant gamintojo paruoštus žinomų pH buferinius tirpalus.

Šilauogių etanolinio ekstrakto pH matavimui atlikti skiedimai su distiliuotu vandeniu (santykis – 1:10). Atlikti penki pakartojimai. Matuojant jogurto desertų su skirtingais kiekiais šilauogių ekstrakto pH, elektrodas buvo įkišamas į želė konsistencijos jogurtą penkiose skirtingose vietose.

2.18. Jogurto desertų tekstūros matavimai

Tekstūros matavimams naudotas tekstūros analizatorius TA.XT Plus (JAV). Tiriamieji jogurto desertai patalpinti į 100 ml talpos stiklinius indus. Indas padedamas ant tekstūros analizatoriaus platformos. Prie įrenginio prisukamas atitinkamo dydžio mažo diametro diskelis, kurio skersmuo parinktas pagal indo dydį. Naudojama programinė įranga – Exponent. Nustatomi tyrimo parametrai: parenkama, kad mėginys yra gelio struktūros, nustatomas atstumas iki mėginio. Stūmoklis leidžiamas į jogurto desertą 20 mm, 10 mm/s greičiu ir grįžta į pradinę būseną. Matavimas kartojamas tris kartus su skirtingais tokios pat receptūros gaminiais. Programoje automatiškai nubrėžiamas grafikas, kuriami pateikiami gelio tvirtumo, plyšio jėgos, tamprumo ir lipnumo parametrai.

2.19. Jogurto desertų spalvos įvertinimo metodai

Jogurto desertų spalvos matavimams naudotas spektrofotometras CM – 700d (Japonija). Prieš matavimą įrenginys kalibruojamas naudojant baltą ir juodą kalibracinius priedus. Nustatymai – MAV pozicija, 8 mm antgalis. Programinė įranga – „SpectraMagic NX“. Nustatymuose pasirinkta kokie parametrai bus matuojami – CIE L*a*b*. CIE Lab tridimensinėje skalėje L* nurodo ryškumą (0 – juoda, o 100 – balta), a* vertė nuo – 60 (žalia) iki +60 (raudona), b* vertė nuo – 60 (mėlyna) iki +60 (geltona).

2.20. Statistinė analizė

Statistinė analizė buvo atlikta naudojant „Microsoft Excel 2019“ programinę įrangą. Tyrimų rezultatai pateikti apskaičiuavus gautų duomenų vidutines vertes ir vidutinį standartinį nuokrypį (STDEV).

3. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

3.1. Uogų išspaudų kokybės rodiklių įvertinimas

3.1.1. Šaltalankių, šilauogių, mėlynių ir gervuogių cheminės sudėties palyginimas

Nuriebalintose superkriziniu CO₂ liofilizuotų uogų išspaudose nustatyti skirtingi drėgmės, baltymų bei mineralinių medžiagų kiekiai. Mokslinės literatūros tyrimuose teigiama, jog išspaudų sudėtį lemia įvairūs faktoriai – uogų auginimo sąlygos bei rūšis, sunokimo lygis, jų apdirbimo parametrai, naudojami fermentai, džiovavimo metodo parinkimas, todėl lyginti uogų išspaudų sudėties rezultatus su kitų mokslininkų gautais duomenimis nėra tikslinga. Dėl SKE – CO₂ ir jos parametrų medžiagų kiekiai taip pat kinta. Ekstrakcijos metu pašalinami nepoliniai ir mažai poliniai junginiai – riebiosios rūgštys [99,138,139]. Dėl šios priežasties riebalų kiekis išspaudose netirtas.

Daugiausia mineralinių medžiagų nustatyta gervuogių ir šaltalankių išspaudose po SKE – CO₂. Mėlynių ir šilauogių išspaudose šių komponentų pastebimai mažiau. Didžiausi baltymų ir drėgmės kiekiai nustatyti šaltalankių uogų išspaudose. Gervuogių išspaudos pasižymėjo mažiausiu baltymų bei drėgmės kiekiu (žr. 8 lentelė).

8 lentelė. Uogų išspaudų po SKE – CO₂ cheminė sudėtis

Cheminės sudėties komponentų kiekis, %	Baltymų kiekis, %	Mineralinių medžiagų kiekis, %	Drėgmės kiekis, %
Šaltalankių išspaudos	20,07 ± 0,6	1,98 ± 0,08	3,13 ± 0,09
Šilauogių išspaudos	13,23 ± 0,6	1,43 ± 0,05	1,52 ± 0,08
Mėlynių išspaudos	12,54 ± 0,7	1,34 ± 0,04	1,26 ± 0,09
Gervuogių išspaudos	9,47 ± 0,2	2,08 ± 0,06	0,95 ± 0,09

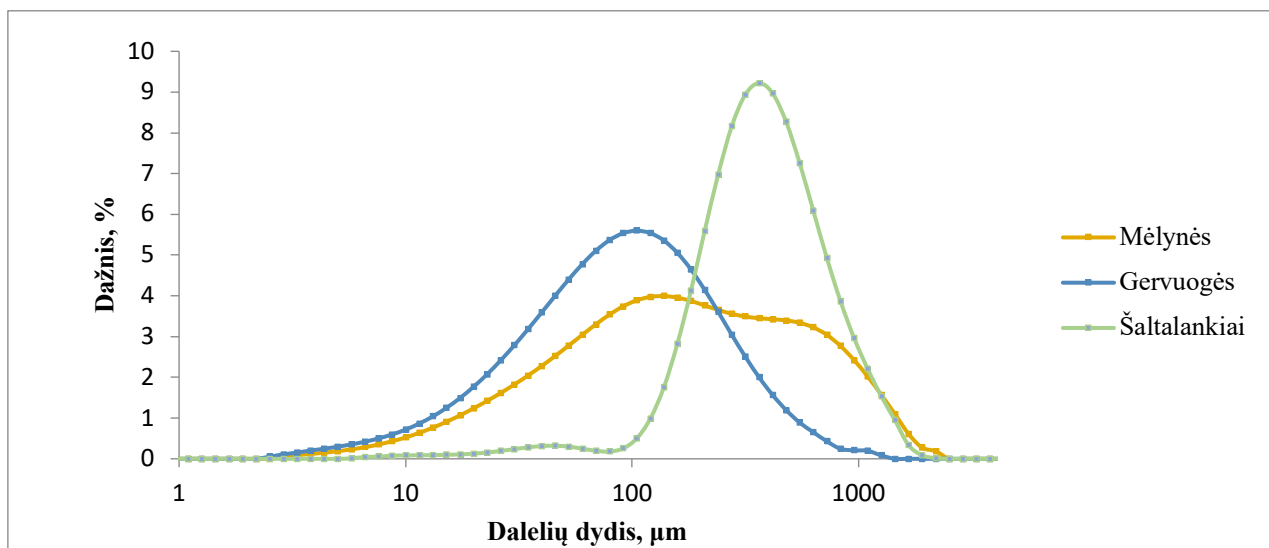
3.1.2. Uogų išspaudų dalelių dydžio palyginimas

Vienas iš faktorių lemiančių dalelių dydį – cheminė išspaudų sudėtis. Žaliavose, kuriose daugiau baltymų ir riebalų pastebėta tvirtesnė ir vientisesnė struktūra. Riebalai veikia kaip rišiklis, kuris neleidžia dalelėms skilti į mažesnius struktūrinius vienetus [140]. Mokslinėje literatūroje teigiama, jog išspaudų dalelių dydis daro įtaką galutinio produkto savybėms. Mažos dalelės lemia lengvesnį bioaktyvių junginių išskyrimą bei didesnę vandens surišimo gebą dėl didelio paviršiaus ploto [141,142].

Atlikus uogų išspaudų dalelių dydžio matavimus gauti rezultatai pakankamai skirtingi. Gauti dydžiai parodė, jog pagal dalelių tūrio bei paviršiaus ploto vidurkius mažiausios dalelės pasiskirstę gervuogių išspaudose, didžiausios – šaltalankių išspaudose (žr. 9 lentelė). Vertinant dažnį pagal dalelių dydį prieš tai pateikti duomenys pasitvirtina bei matomas minėtų dalelių didesnis kiekis (žr. 5 pav.).

9 lentelė. Išspaudų dalelių dydžio parametrų palyginimas

Mėginys	Dalelių dydis pagal tūrį D [4,3], μm	Dalelių dydis pagal paviršiaus plotą D [3,2], μm	Span
Šaltalankiai	416,63 ± 29,31	226,00 ± 20,88	1,76 ± 0,14
Mėlynės	349,59 ± 19,73	66,42 ± 2,44	5,101 ± 0,13
Gervuogės	122,92 ± 10,07	42,61 ± 0,84	3,0 ± 0,21

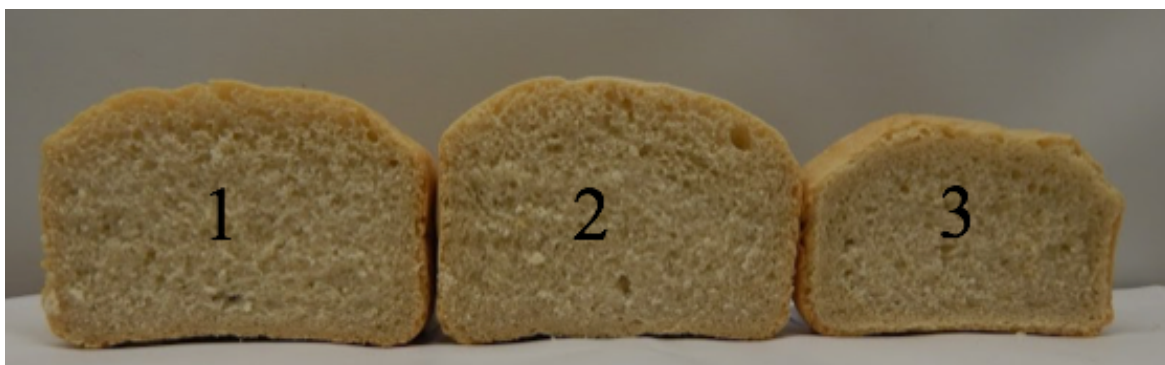


5 pav. Dalelių dydžio palyginimas išspaudose pagal dažnį

3.2. Uogų išspaudų įtaka duonos kepinių kokybei

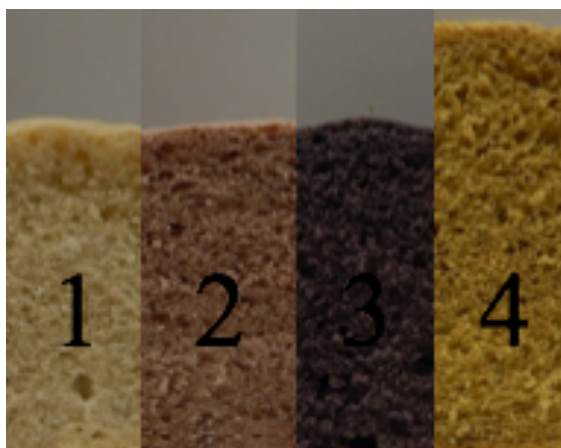
3.2.1. Akytumo rodiklių palyginimas

Siekiant įvertinti skirtingų mielių įtaką duonos kepinių akytumui naudotos trys skirtingos rūšys ir įvertinamas jų poveikis. Minkštimo akytumas nustatomas pagal minkštimo porų užimamo tūrio santykį su viso kepinio minkštimo tūriu, santykį išreiškiant procentais. Atlikus tris kepimo pakartojimus su kontrolinėmis duonomis be išspaudų apskaičiuotas minkštimo akytumo vidurkis procentais. Naudojant „Dr. Oetker“ mieles – 77,6 %, „Kitchen mood“ – 78,14 %, „Močiutės“ – 79,4 % (žr. 6 pav.). Įvertinus rezultata, kitiems kepinams pasirinktos „Močiutės mielės“. Mielių tipas ir rūšis daro įtaką duonos skoniui bei gaminio tūriui, kadangi mielėms reaguojant su tešloje esančiu cukrumi išskiriamas CO₂ [143].



6 pav. Kontrolinės duonos gaminiai be išspaudų su skirtingų gamintojų mielėmis. (1) „Kitchen mood“; (2) „Močiutės“; (3) „Dr. Oetker“

Pagal vienodą receptūrą iškepti kontroliniai gaminiai ir kepiniai pakeičiant dalį miltų išspaudų milteliais. Vizualiai vertinant kepinų pjūvio nuotraukas, pastebėta, jog lyginant su kontroliniu bandiniu, didžiausiu tūriu pasižymi šaltalankių duona, kurios minkštimo akytumas didžiausias (žr. 7 pav.). Kitų duonų iškilumą vizualiai įvertinti sunku dėl nelygaus viršutinio paviršiaus bei panašumo su kontrole, tačiau lyginant minkštimo akytumą, gervuogių ir mėlynių duonos gaminių rodikliai šiek tiek mažesni nei kontrolinio gaminio.



7 pav. Duonos gaminiai su skirtingų uogų išspaudomis. (1) Duona be išspaudų; (2) duona su 5 % gervuogių išspaudų; (3) duona su 5 % mėlynių išspaudų; (4) duona su 5 % šaltalankių išspaudų

Minkštimo akytumą galima nulėmė dalelių dydis bei skaidulinių medžiagų kiekis išspaudose. Šaltalankių išspaudos pasižymėjo didžiausiu didesnių dalelių kiekiu dėl kurio gaunamas mažesnis dalelių paviršiaus plotas ir galima mažesnis sulaikomo vandens kiekis. Be to, šiose išspaudose nustatytas mažiausias skaidulinių medžiagų kiekis. Mėlynių ir gervuogių išspaudų dalelės buvo mažesnės, jų paviršiaus plotas didesnis, todėl vandens surišimo geba galima didesnė. Šios išspaudos taip pat pasižymėjo didesniu skaidulų kiekiu (žr. 10 lentelė).

10 lentelė. Duonos gaminių su skirtingų uogų išspaudomis minkštimo akytumo rezultatų palyginimas

Duonos rūšis	Minkštimo akytumas, %
Kontrolinė duona be uogų išspaudų	79,4
Duona su 5 % šaltalankių išspaudų	82,3
Duona su 5 % mėlynių išspaudų	74,9
Duona su 5 % gervuogių išspaudų	77,3

3.2.2. Skaidulinių medžiagų kiekio palyginimas naudojant skirtingas uogų išspaudas

Skirtingose uogų išspaudose ir duonos gaminiuose nustatytas ADF ir NDF kiekis. ADF – tai rūgštaus detergento tirpale netirpi ląsteliena, kuri išlieka po H_2SO_4 ir CTAB poveikio. Pagrindiniai ADF junginiai – ligninas ir celiuliozė. NDF – tai neutralaus detergento tirpale netirpi ląsteliena, kuri susidaro pašalinus krakmolą, cukrus bei baltymus ir kitas tirpias medžiagas [144]. Atlikti moksliniai tyrimai parodė, jog kuo didesnis šių maistinių komponentų kiekis, tuo daugiau sulaikoma vandens ir gaunamas mažesnis minkštimo akytumas bei duonos gaminio tūris. Šiuos pakitimus lemia susilpnėjęs glitimo tinklo formavimasis duonoje [145].

Skaidulinių medžiagų kiekis skirtingose duonose atitinkamai koreliavo su kiekiais pačiose uogų išspaudose (žr. 11, 12 lentelės). Mėlynių ir gervuogių išspaudose bei duonos kepiniuose nustatyti didžiausi kiekiai skaidulinių medžiagų, šaltalankių uogų išspaudose bei kepiniuose aptikta mažiausiai skaidulinių medžiagų, todėl galima teigti, jog skaidulų kiekis iš dalies lėmė gaminių minkštimo akytumo rodiklius. Kontrolinėje duonoje nustatyti mažesni skaidulų kiekiai lyginant su duonos gaminiais su uogų išspaudomis.

11 lentelė. Skaidulinių medžiagų kiekio palyginimas skirtingų uogų išspaudose

Uogų išspaudų rūšis	Skaidulinių medžiagų kiekis	
	ADF	NDF
Šaltalankių išspaudos	30,15±0,01	35,46±0,02
Mėlynių išspaudos	39,9±0,4	46,17±0,52
Gervuogių išspaudos	49,87±3,35	51,26±2,72

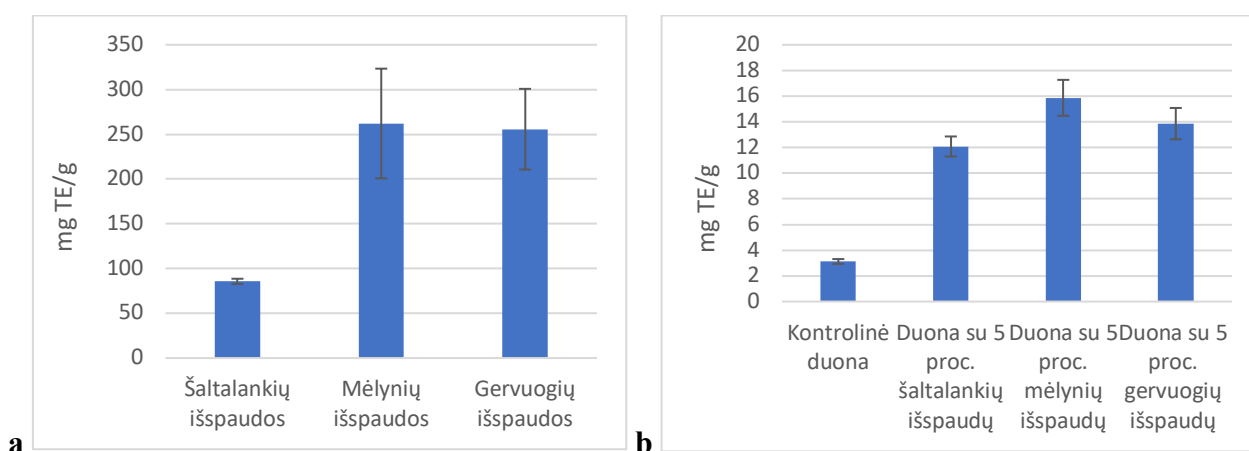
12 lentelė. Skaidulinių medžiagų kiekio palyginimas duonos gaminiuose su skirtingų uogų išspaudomis

Duonos gaminio rūšis	Skaidulinių medžiagų kiekis	
	ADF	NDF
Kontrolinė duona be išspaudų	2,455±0,5	2,634±0,53
Duona su 5 % šaltalankių išspaudų	3,19±0,09	3,72±0,16
Duona su 5 % mėlynių išspaudų	3,35±0,21	3,809±0,15
Duona su 5 % gervuogių išspaudų	3,925±0,11	4,211±0,3

3.2.3. ABTS⁺ rezultatų pokytis skirtingose duonos gaminių rūšyse

Radikalų – katijonų surišimo aktyvumas įvertintas skirtingų uogų išspaudose bei duonos gaminiuose naudojant ABTS⁺ metodą. Surišimo geba išreiškiama Trolokso ekvivalentais (mg TE/g).

Lyginant uogų išspaudas, didžiausias antioksidacinis aktyvumas nustatytas mėlynių išspaudose (262,09 ± 61,26 mg TE/g), gervuogių išspaudų rezultatas šiek tiek mažesnis (255,7 ± 45,08 mg TE/g), tačiau dėl gana didelės paklaidos šie rezultatai gali būti netikslūs. Šaltalankių išspaudose – nustatytas mažiausias antioksidacinis aktyvumas (85,73 ± 2,88 mg TE/g). Lyginant gautus rezultatus tarp duonos gaminių, visos duonos su uogų išspaudomis pasižymėjo didesniu radikalų surišimo aktyvumu nei kontrolinė duona be išspaudų (3,12 ± 0,19 mg TE/g). Duonos gaminių antioksidacinio aktyvumo rezultatai atitinkamai koreliavo su uogų išspaudų rezultatais (žr. 8 pav.). Duona su mėlynių išspaudomis pasižymėjo didžiausiu antioksidaciniu aktyvumu (15,87 ± 1,4 mg TE/g), gervuogių šiek tiek mažesniu (13,86 ± 1,22 mg TE/g), šaltalankių TE kiekis atitinkamai mažiausias (12,08 ± 78 mg TE/g) (8 pav.).

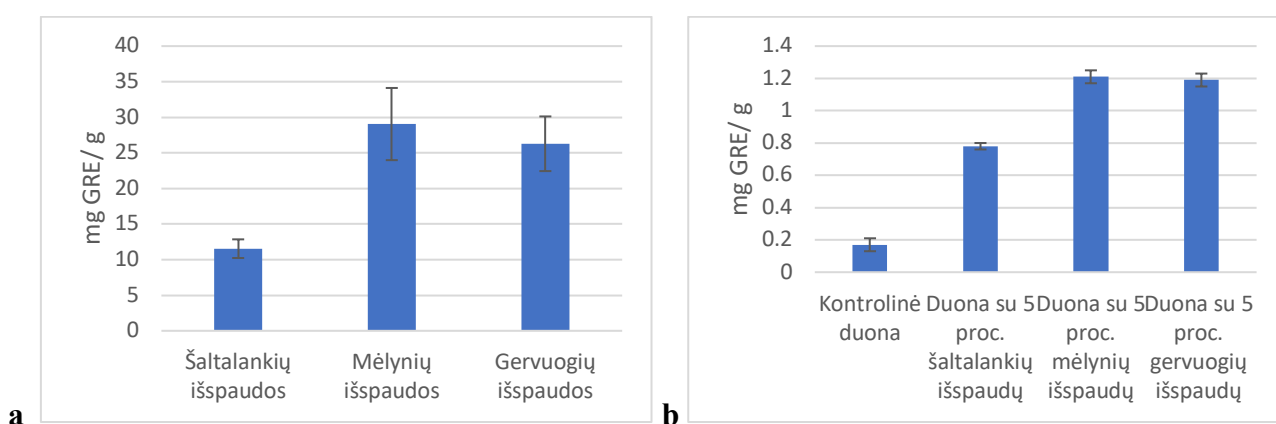


8 pav. Antioksidacinio aktyvumo įvertinimas ABTS⁺ metodu. (a) Uogų išspaudose; (b) duonos gaminiuose su skirtingų uogų išspaudomis

3.2.4. Bendro fenolinių junginių kiekio palyginimas

BFJK įvertintas uogų išspaudose bei duonos gaminiuose praturtintuose uogų išspaudomis. BFJK išreikštas galo rūgšties ekvivalentais (mg GRE/g). Fenoliniai išsiskiria dėl savo antioksidacinių savybių, todėl įprastai jų kiekis koreliuoja su antioksidacinio aktyvumo rodikliais [146].

Mėlynių išspaudose nustatytas didžiausias fenolinių junginių kiekis ($29,05 \pm 5,07$ mg GRE/g), šaltalankių išspaudose – mažiausias ($11,54 \pm 1,31$ mg GRE/g), gervuogių išspaudose – $26,28 \pm 3,84$ mg GRE/g. Kontrolinėje duonoje be išspaudų nustatytas mažiausias minėtų junginių kiekis ($0,17 \pm 0,04$ mg GRE/g). Duonos gaminiuose su išspaudomis gautas didesnis fenolinių junginių kiekis. Nors kiekių rodikliai sumažėjo lyginant su išspaudomis, tačiau išliko proporcingi. Daugiausia fenolinių junginių nustatyta duonoje su mėlynėmis ($1,21 \pm 0,04$ mg GRE/g), mažiausia – duonoje su šaltalankiais ($0,78 \pm 0,02$ mg GRE/g), duonoje su gervuogių išspaudomis gautas kiekis šiek tiek mažesnis nei mėlynių duonos gaminyje ($1,19 \pm 0,04$ mg GRE/g) (žr. 9 pav.).

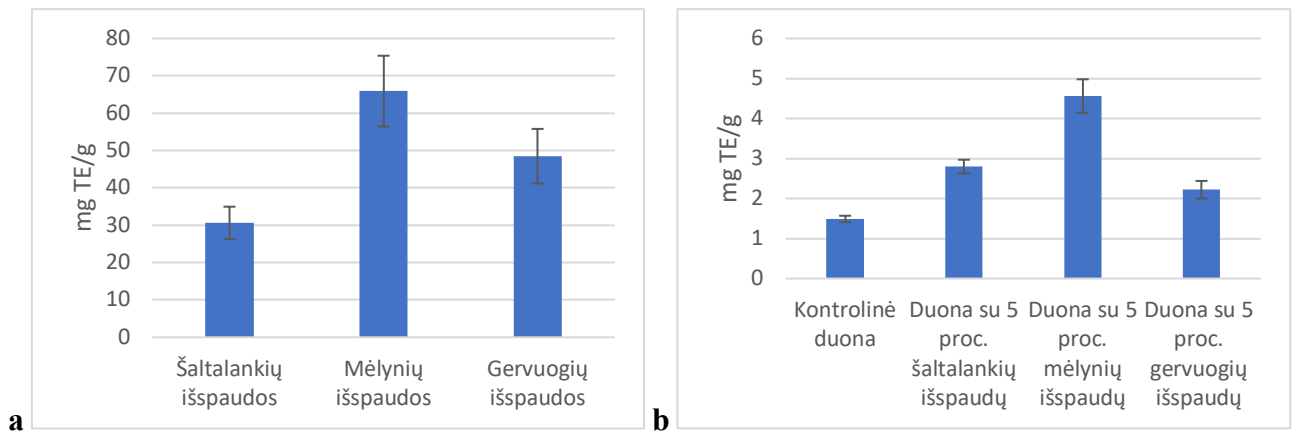


9 pav. BFJK tyrimo rezultatai. (a) Uogų išspaudose; (b) duonos gaminiuose su skirtingų uogų išspaudomis.

3.2.5. Deguonies radikalų absorbcijos pajėgumo rodiklių palyginimas (ORAC)

Deguonies radikalų absorbcijos pajėgumui nustatyti pasirinktas ORAC metodas. Antioksidacinis aktyvumas išreikštas Trolokso ekvivalentais (mg TE/g) (žr. 10 pav).

Didžiausias antioksidacinis aktyvumas nustatytas mėlynių išspaudose ($65,91 \pm 9,47$ mg TE/g), mažiausias – šaltalankių išspaudose ($30,62 \pm 4,35$ mg TE/g), gervuogių išspaudose – $48,49 \pm 7,3$ mg TE/g. Duonos gaminių antioksidacinio aktyvumo rodikliai mažėjo neproporcingai. Kontrolinės duonos deguonies radikalų absorbcijos pajėgumas mažiausias ($1,49 \pm 0,08$ mg TE/g). Duonoje su mėlynių išspaudomis gautas didžiausias antioksidacinis aktyvumas ($4,56 \pm 0,42$ mg TE/g), gervuogių duonoje – $2,22 \pm 0,22$ mg TE/g, šaltalankių duonoje – $2,8 \pm 0,17$ mg TE/g.



10 pav. Antioksidacinio aktyvumo įvertinimas ORAC metodu. (a) Uogų išspaudos; (b) duonos gaminiai su skirtingų uogų išspaudomis

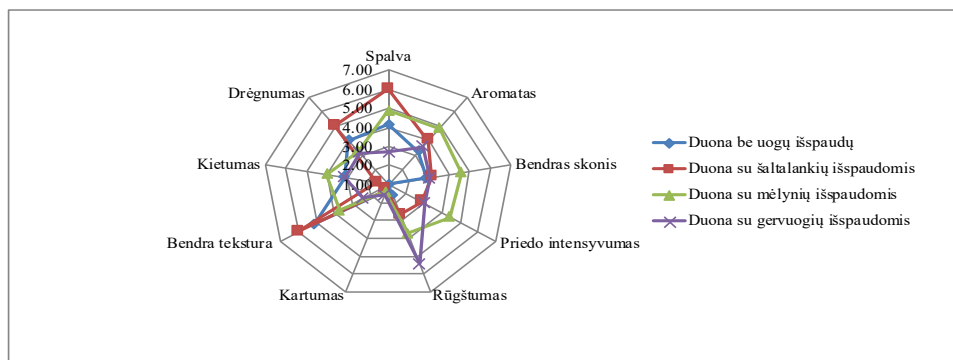
3.2.6. Preliminari juslinė analizė

Siekiant įvertinti priimtinumą vartotojui atlikta preliminari juslinė analizė. Tyrimas parodė, jog uogų išspaudų įtraukimas į duonos kepinių sudėtį turėjo įtakos duonos spalvai, kvapui bei tekstūros savybėms (žr. 11 pav.).

Išspaudos akivaizdžiai paveikė duonos spalvą bei aromatą lyginant su kontroliniu kepinium. Vertintojai teigiamai įvertino duonos gaminių su mėlynių ir šaltalankių išspaudomis atspalvius bei jų intensyvumą nors tarpusavyje šie produktai buvo pakankamai skirtingi. Apskaičiavus duonos su gervuogių išspaudomis spalvos priimtimumo rodiklius, šis kepinys įvertintas prasčiausiai. Aromato vertinime pastebėtos panašios tendencijos. Vertintojams priimtinausi duonos gaminiai su šaltalankių ir mėlynių išspaudomis. Vertinant aromato savybes, gervuogių duona ir kontrolė nepasižymėjo išskirtinėmis savybėmis, todėl šie rodikliai įvertinti vidutiniškai.

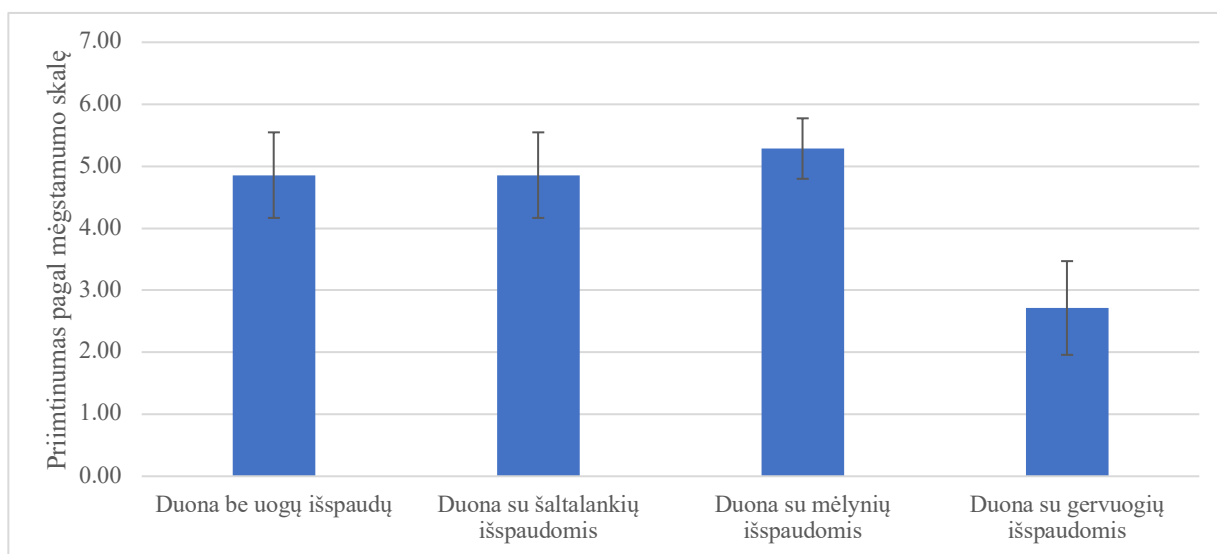
Išspaudos suteikė duonos gaminiams papildomą skonį. Ryškiausiai duonoje jautėsi mėlynių išspaudų skonis, tačiau šis pokytis įvertintas teigiamai. Vertintojai pažymėjo, jog išspaudos suteikė kai kuriems duonos gaminiams rūgštumo bei šiek tiek kartumo. Gervuogių duona ypač išsiskyrė, dėl rūgštaus skonio, tačiau kiti duonos gaminiai nei rūgštumu, nei kartumu nepasižymėjo.

Lyginant duonos gaminius tekstūros atžvilgiu, gauti rezultatai skyrėsi. Teigiamai įvertinta šaltalankių duona – vertintojai pastebėjo, jog ji minkščiausia bei drėgniausia. Gervuogių ir mėlynių duonos vertintos prasčiau dėl kietumo bei sausumo.



11 pav. Preliminarios juslinės analizės rezultatų apibendrinimas

Pagal priimtumo kriterijų vertintojai labiausiai išskyrė duoną su mėlynių išspaudomis, nors šis gaminys labiausiai skyrėsi nuo kontrolės išvaizdos atžvilgiu. Kepiniai su šaltalankių išspaudomis bei kontrolinis gaminys įvertintas apylygiai. Gervuogių duona vertintojams nebuvo priimtina ir įvertinta prasčiausiai (žr. 12 pav.).



12 pav. Bendro priimtumo įvertinimas skirtinguose duonos gaminiuose

3.3. Šilauogių ekstrakto paruošimas ir savybės

Siekiant išgryninti funkcionaliuosius polinius junginius pasižyminčius antioksidacinėmis savybėmis iš šilauogių išspaudų po SKE – CO₂, naudota suspaustų skysčių ekstrakcija, gauti etanoliniai ekstraktai. Mokslinėje literatūroje teigiama, jog šis metodas pasižymi didesniu greičiu bei mažesniu sunaudojamų tirpiklių kiekiu lyginant su tradiciniais metodais [147]. Ekstrakcijos išeiga daugiausiai priklauso nuo naudojamų tirpiklių, temperatūros bei ekstrahuojamos medžiagos sudėties. Bendras kiekis gauto šilauogių ekstrakto – 394,51 g, išeiga – 50,44 %.

3.3.1. Antioksidacinės savybės

Norint įvertinti šilauogių etanolinio ekstrakto antioksidacines savybes, fenolinių junginių kiekį bei palyginimą, atlikti BFJK, ABTS⁺ ir ORAC tyrimai. Nustatyta, jog šis ekstraktas pasižymi stipriu antioksidaciniu aktyvumu. Radikalų surišimo aktyvumas siekia 127,55 ± 4,90 mg TE/g ekstrakto (ORAC) ir 59,21 ± 0,67 mg TE/g ekstrakto (ABTS⁺). Nustatytas bendras fenolinių junginių kiekis siekia 17,04 ± 0,09 mg GRE/g ekstrakto. Kitrytės ir kt. (2020) tyrime su *Vaccinium* genties bruknių uogų etanoliniu ekstraktu, ABTS⁺, ORAC, TPC rodikliai šiek tiek mažesni [148].

Remiantis gautais rezultatais ir moksline literatūra, galima teigti, jog šių uogų etanoliniai ekstraktai pasižymi dideliu fenolinių junginių kiekiu lyginant su kitomis uogomis bei stipriomis antiradikalinėmis savybėmis. Rodiklių skirtumus lemia įvairūs veiksniai – uogų rūšis, veislė, auginimo sąlygos, džiovavimo būdas, išspaudų apdirbimo sąlygos bei ekstrakcijos pobūdžio ir parametų pasirinkimas [149].

3.3.2. Antocianinų ir proantocianidinų kiekio įvertinimas

Šilauogių etanoliniuose ekstraktuose nustatyti antocianinų ir proantocianidinų kiekiai. Antocianinai tai augalų pigmentai atsakingi už mėlyną, rožinę bei raudoną spalvas. Didžiausi jų kiekiai randami uogų odelėse, jos taip pat įeina į išspaudų sudėtį iš kurių buvo pagaminti ekstraktai [150,151]. Vyraujantis antocianidinas šilauogose – malvidinas [152]. Proantocianinai – kondensuoti taninai, kurie lemia kartų skonį bei aromatą. Proantocianidinai ir antocianinai taip pat pasižymi antioksidacinėmis savybėmis.

Šilauogių etanoliniame ekstrakte nustatytas antocianinų kiekis – $125,3 \pm 18,43$ mg/100g ekstrakto ($63,20 \pm 9,30$ mg/100 g SM), proantocianidinų – $172,44 \pm 2,43$ mg/g ($84,15 \pm 1,19$ mg/g SM). Lyginant gautus duomenis su kitų mokslininkų atliktais tyrimais, pastebėta, jog šviežiose uogose nustatytas antocianinų kiekis 24 – 42 mg/100 g uogų [153], taigi pritaikyti ekstrakcijos metodai leido sėkmingai išskirti šiuos bioaktyvius komponentus.

3.3.3. Vandens aktyvumo įvertinimas

Vandens aktyvumas (a_w rodiklis) parodo laisvojo vandens aktyvumą maiste, tai vandens būvis maiste apibūdinamas drėgmės kiekio santykiu su supančia tą maistą santykinė drėgme. Šis rodiklis turi įtakos tekstūrai, cheminių reakcijų greičiui bei mikroorganizmų augimui ir galiojimo trukmei. Tyrimai parodė, jog mikroorganizmai turi ribotą vandens aktyvumą, žemiau kurio jie negali augti [154,155]. Šilauogių ekstrakte nustatytas vandens aktyvumo rodiklis – 0,291. Šis parametras parodo, jog ekstrakte mikroorganizmų augimas negalimas, kadangi neviršija 0,6 ribos [155].

3.3.4. Ekstrakto spalvos įvertinimas

Atlikti šilauogių etanolinio ekstrakto spalvos matavimai. Uogų ekstrakto spalva priklauso nuo bioaktyvių junginių įeinančių į uogų sudėtį. Šilauogių išspaudose buvo nustatyta dideli kiekiai antocianinų, jie daro įtaką ne tik antioksidaciniam aktyvumui, bet kaip pigmentai ir spalvai. Oranžinė raudona ir mėlyna spalva susijusi su antocianinų, karotenoidų kiekiu uogose. Šių komponentų kiekiai priklauso nuo uogų rūšies, veislės, auginimo sąlygų, apdorojimo būdų bei kitų faktorių [156].

Tyrimo metu nustatytas šviesumas, kurį nusako rodiklis L^* – 22,67. Teigiamas a^* rodiklio reikšmė nurodo rausvumą, šis parametras siejasi su antocianinų kiekiu ($a^*=0,39$). b^* teigiamas rodiklis parodo polinkį į gelsvumą, tačiau šilauogių ekstrakte gauta -0,09 reikšmė, kuri siejama su mėlyna spalva. C^* ir h vertės nusako intensyvumą ir toną (C^* – 0,41; h – 18,20).

3.4. Jogurto desertų su šilauogių etanoliniu ekstraktu įvertinimas

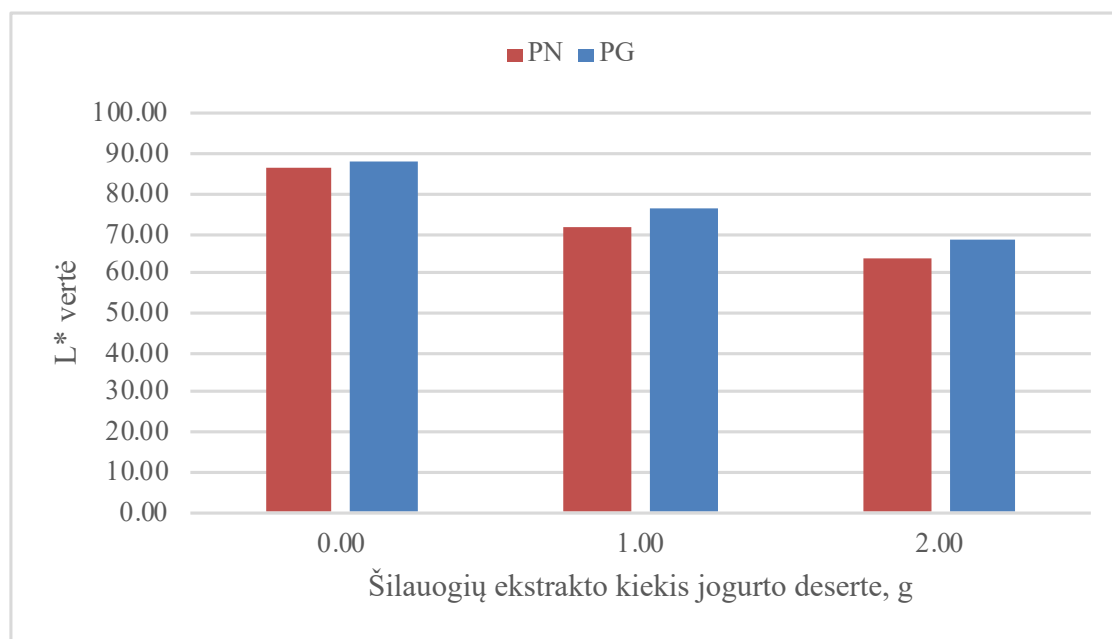
3.4.1. Spalvos rodiklių priklausomybė nuo ekstrakto kiekio gaminyje

Svarbus faktorius vertinant jogurtų ir jų produktų kokybę bei priimtinumą vartotojui – spalva. Siekiant pagerinti gaminio išvaizdą šiuolaikinėje maisto pramonėje stengiamasi naudoti natūralius dažiklius [157]. Vienas svarbiausių šilauogių komponentų lemiančių spalvą – antocianinai. Šių bioaktyvių junginių stabilumą lemia temperatūra, pH, vandens aktyvumas, šviesa bei mikrobiologiniai faktoriai [158].

Vizualiai vertinant jogurto deserto spalvos pokyčius pastebėtas spalvos intensyvėjimas didinant naudojamo šilauogių ekstrakto kiekį. Įmaišius ekstraktą į jogurto deserto sudėtį, spalva kinta iš melsvos į rusvą. Remiantis literatūros šaltiniais, šiuos pokyčius galimai nulėmė antocianinų

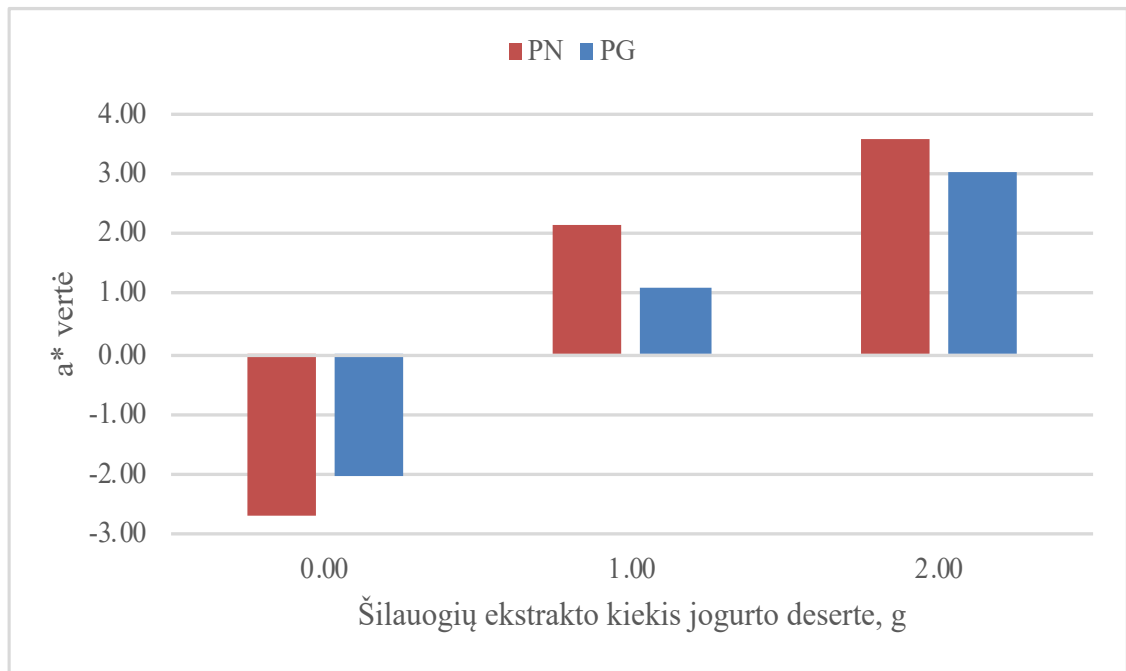
degradacija dėl reakcijos su deguonimi maišymo metu [133]. Kitas šių bioaktyvių junginių degradacijos veiksnys – pH pokytis. Cabrita ir kt. tyrime pastebėta, jog antocianidin – 3 – glukozydai pasižymi didesniu stabilumu ir spalvos intensyvumu, kai pH 2,4 – 3,2 lyginant su pH 4 – 5 [159]. Moksliniuose straipsniuose taip pat teigiama, jog spalvai įtakos turi chlorogeninės rūgšties oksidacija, kuri lemia antocianinų degradaciją [160].

Didinant šilauogių išspaudų ekstrakto kiekį skirtingos sudėties jogurto desertuose atitinkamai keitėsi L* rodiklio reikšmė (žr. 13 pav.). Jogurtuose be ekstrakto nustatytos vertės panašios (PG – 86,43; PN – 88,13). Didėjant ekstrakto koncentracijai gaminiuose pastebimas L* rodiklio mažėjimas. Įdėjus 1 g šilauogių etanolinio ekstrakto: PN – 71,46; PG – 76,09. Įmaišius 2 g ekstrakto: PN – 63,88; PG – 68,23. L* rodiklio reikšmės mažėjimas, parodo jogurto gaminio tamsėjimą. Lyginant PG (10 % rieb.) ir PN (2 % rieb.) duomenis, galima teigti, jog naudoto jogurto riebumas turėjo įtakos galutinio produkto šviesumui, kadangi receptūroje, kurioje naudojamas riebesnis produktas (graikinis jogurtas) visos L* vertės yra didesnės. Remiantis, moksline literatūra, galima numanyti, jog bėgant laikui šis rodiklis turėtų didėti. Šibz ir kt. (2019) tyrimuose, parodomas, L* rodiklio augimas 8 savaičių laikotarpyje šilauogių bei kitų rūšių uogų jogurtuose. Pagaminus šilauogių jogurtą gauta 55,6 reikšmė, po 8 savaičių – 56,7. Tokie pokyčiai paaiškinti antocianinų degradacija bėgant laikui.



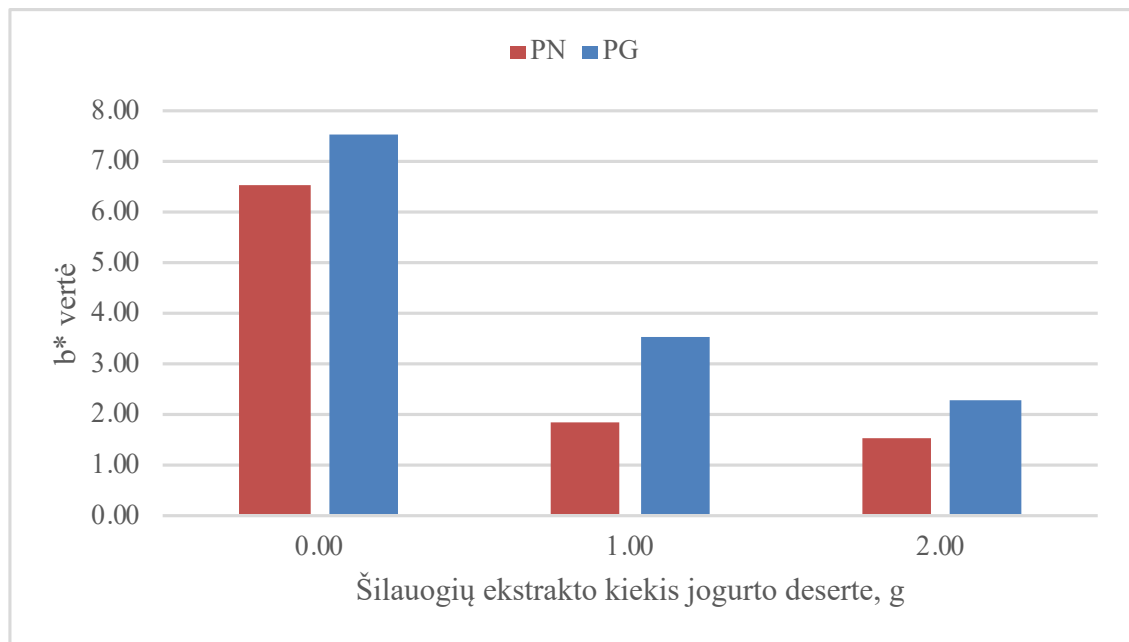
13 pav. L* rodiklio reikšmės pokytis didinant ekstrakto koncentraciją

Vertinant a* reikšmės pokytį pastebimas didėjimas (žr. 14 pav.). Jogurto gaminiuose be ekstrakto nustatytos reikšmės yra neigiamos. Pridėjus ekstrakto pastebėtas vertės didėjimas ir perėjimas į teigiamą pusę. Kontroliniuose gaminiuose be ekstrakto gautos a* reikšmės (PN – -2,67; PG – -2,04) parodo, jogurto gaminio polinkį į žalsvumą. Vertinant jogurto produktus su 1 g (PN – 2,13; PG – 1,12) bei 2 g (PN – 3,58; PG – 3,03) uogų išspaudų ekstrakto, nustatyta rausva spalva. Lyginant jogurto deserto rūšis, pastebėta, jog naudojant natūralų jogurtą, kurio riebumas ir pH yra mažesni, gauti rezultatai didesni, spalva intensyviau raudona.



14 pav. a* rodiklio reikšmės pokytis didinant ekstrakto koncentraciją

Keičiant jogurto desertų sudėtį, pakito ir b* rodiklio reikšmė (žr. 15 pav.). Didėjant šilauogių ekstrakto koncentracijai b* vertės mažėjo. Teigiama šio rodiklio reikšmė parodo geltonos spalvos intensyvumą. Didžiausia šio rodiklio vertė nustatyta jogurto desertuose be išspaudų (PN – 6,54; PG – 7,55). Reikšmės gautos su 1 g ir 2 g išspaudų pastebimai sumažėjo. Toks rezultatas, parodo, jog nors į jogurto desertus buvo pridėta šilauogių ekstrakto, kuris pasižymėjo mėlyna spalva, tačiau gaminyje išliko geltonos spalvos dominavimas.



15 pav. b* rodiklio reikšmės pokytis didinant ekstrakto koncentraciją

3.4.2. pH pokyčio įvertinimas jogurto desertuose keičiant ekstrakto kiekį

Tyrimo metu, įvertintas pH pokytis jogurto desertuose didinant šilauogių ekstrakto kiekį (žr. 13 lentelė). Ekstrakte nustatyta pH vertė – 3,05. Mokslinėje literatūroje tokia pH reikšmė vertinama teigiamai, kadangi tai yra nepalanki terpė daugintis daugeliui neutralioje aplinkoje augančių mikroorganizmų [161]. Pagal lentelėje pateiktus duomenis, matomas pH mažėjimas didinant ekstrakto kiekį jogurto desertuose nepriklausomai nuo receptūros. Remiantis moksline literatūra, galima teigti, jog antocianinų degradaciją ir spalvos pokyčius jogurto desertuose lėmė pakankamai aukštas jogurto be išspaudų pH (5,32 – 5,49) [158].

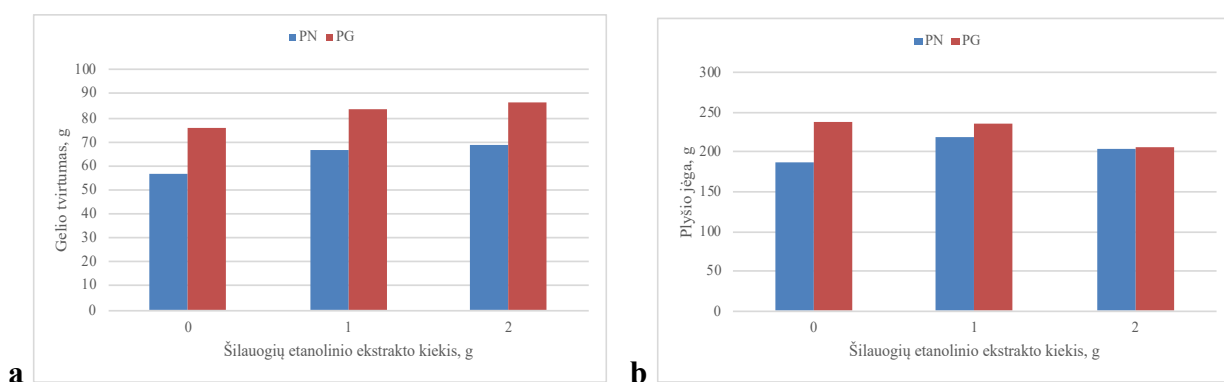
13 lentelė. pH pokyčio įvertinimas

Šilauogių etanolinio ekstrakto kiekis, g	PN	PG
0	5,32±0,02	5,49±0,02
1	5,27±0,01	5,47±0,02
2	5,15±0,01	5,41±0,01

3.4.3. Tekstūros rodiklių palyginimas naudojant skirtingą ekstrakto kiekį

Vertinant jogurto desertų su šilauogių etanoliniu ekstraktu tekstūrą, pasitelkti keturi rodikliai – gelio tvirtumas, plyšio jėga, tamprumas bei lipnumas. Visi parametrai įvertinti abejose gaminių receptūrose su skirtingu naudojamu ekstrakto kiekiu.

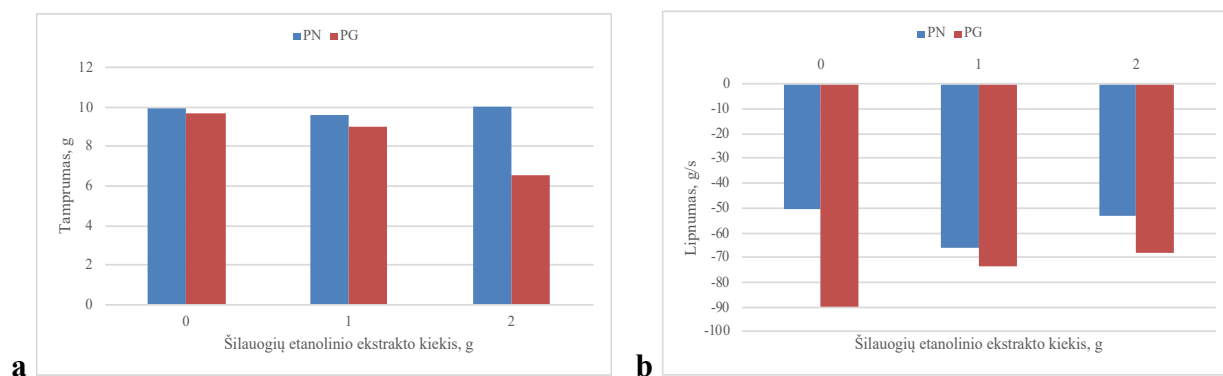
Didinant šilauogių ekstrakto koncentraciją pasikeitė gelio tvirtumo savybės (žr. 16 pav.). Kuo didesnis ekstrakto kiekis, tuo tvirtesnis gautas gaminys. Lyginant naudojamus jogurtus, produktai, kuriuose naudojamas graikinis jogurtas nuo pat tyrimo pradžios pasižymėjo didesniu tvirtumu. Vertinant plyšio jėgą, jogurto desertuose, matoma, jog gaminiuose su graikiniu jogurtu šis rodiklis didesnis ir didinant ekstrakto koncentraciją mažėja. Produktuose su natūraliu jogurtu, rodiklio vertė padidėjo lyginant su kontrolinio gaminiu, tačiau didžiausia – su 1 g ekstrakto.



16 pav. Tekstūros rodiklių įvertinimas keičiant naudojamo ekstrakto kiekį. (a) Gelio tvirtumas; (b) plyšio jėga

Vertinant tamprumo vertę pastebėti dideli skirtumai tarp naudojamų jogurtų rezultatų vertės (žr. 17 pav.). PG jogurto gaminiuose, didinant ekstrakto kiekį, atitinkamai mažėjo rodiklio reikšmė. Produkte su natūraliu jogurtu, tamprumo reikšmė nebuvo pastovi, kontroliniame gaminyje ir jogurto desertuose su 2 g ekstrakto išliko panaši, tačiau naudojant 1 g – sumažėjo. Vertinant lipnumo rodiklį,

PG gaminiuose, didėjant ekstrakto kiekiui – vertė didėjo, PN produktuose didžiausia vertė gauta nenaudojant ekstrakto.



17 pav. Tekstūros rodiklių įvertinimas keičiant naudojamo ekstrakto kiekį. (a) Tamprumas; (b) lipnumas

IŠVADOS

1. Nustatyta, kad nuriebalintose uogų išspaudose yra nemažai baltymų: šaltalankių - 20,07 %, šilauogių - 13,23 %, mėlynių - 12,54 %, gervuogių - 9,47 %. Išspaudos taip pat yra geras mineralinių medžiagų šaltinis: gervuogių išspaudose jų nustatyta 2,08 %, šaltalankių - 1,98 %
2. Uogų išspaudos turėjo įtakos duonos gaminių minkštimo aktyvumo rodikliams. Šaltalankių išspaudos išsiskyrė teigiamu poveikiu duonai ir stipriu aktyvumo (82,3 %) bei tūrio padidiniu. Mėlynių (74,9 %) ir gervuogių (77,3 %) išspaudos pakenkė duonos gaminių kokybei bei aktyvumui – gauti rezultatai neviršijo kontrolinio kepinio be išspaudų (79,4 %).
3. Visų uogų išspaudos padidino duonos bendrą fenolinių junginių kiekį bei antioksidacinį aktyvumą. Didžiausias fenolinių junginių kiekio padidėjimas, lyginant su kontroline duona be išspaudų, nustatytas gaminyje su mėlynių išspaudomis. Atitinkamai, didžiausiu antioksidaciniu aktyvumu taip pat pasižymėjo mėlynių išspaudos bei duonos gaminiai.
4. Šilauogių etanolinis ekstraktas pasižymėjo dideliu BFJK (17,05 mg GRE/g) bei antioksidaciniu aktyvumu (59,21 mg TE/g ekstrakto). Nustatyti dideli antocianinų (125,3 mg/100g) bei proantocianidinų kiekiai (172,44 mg/g).
5. Didelis antocianinų kiekis, ekstrakto koncentracijos didinimas bei jogurto tipas turėjo įtakos jogurto desertų spalvos vertėms nustatytoms Lab metodu. Lyginant su kontroliniais gaminiais, jogurto deserto su šilauogių ekstraktu spalva buvo tamsesnė (L^* sumažėjo), raudonos spalvos (a^*) vertė padidėjo, o geltonos (b^*) – sumažėjo.
6. Šilauogių etanolinio ekstrakto priedas sumažino jogurto desertų pH: receptūrose, kuriose naudotas natūralus jogurtas pH pakito nuo 5,32 (be ekstrakto) iki 5,15 (2 g ekstrakto/100g jogurto deserto), receptūrose su graikiniu jogurtu – nuo 5,49 (be ekstrakto) iki 5,41 (2 g /100g).
7. Didinant šilauogių ekstrakto priedo kiekį jogurto gaminyje, jo tekstūra keitėsi: gaminio tvirtumas padidėjo, o lipnumas ir plyšio jėga sumažėjo.

PADĖKA

Nuoširdžiai dėkoju magistro baigiamojo darbo vadovui Prof. dr. Petriui Rimantui Venskutoniui už darbo temos idėją, palaikymą bei mokslines konsultacijas tyrimų vykdymo ir darbo rengimo metu, Prof. Jose Angel Perez Alvarez bei visiems Ispanijos Miguel Hernandez universiteto darbuotojams už svetingumą, patarimus ir galimybę įgyvendinti idėjas.

Norėčiau padėkoti KTU Cheminės technologijos fakulteto darbuotojams: mokslo darbuotojoms Ritai Kazernavičiūtei, Ramutei Maždžierienei ir doktorantei Laurai Tamkutei už pagalbą atliekant tyrimus.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. CORY, H., et al. The role of polyphenols in human health and food systems: a mini-review. *Frontiers in nutrition* 2018, 5, 87. ISSN 2296-861X.
2. ROBERFROID, M.B. What is beneficial for health? The concept of functional food. In *Food and Chemical Toxicology*. 1999, 37(9–10), 1039–1041. ISSN 0278-6915.
3. MAJERSKA, J., et al. A review of new directions in managing fruit and vegetable processing by-products. *Trends in food science & technology*. 2019. ISSN 0924-2244.
4. ZEB, A. Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L. ssp. *turkestanica*) Seeds. Chemical and Physicochemical Properties. In: *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention* [interaktyvus]. Elsevier Inc., 2011, pp. 1003–1010 [žiūrėta 2020-04-05]. ISBN 9780123756886. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-375688-6.10119-7>.
5. SABIR, S.M., et al. Morphological and biochemical variation in Sea buckthorn *Hippophae rhamnoides* ssp. *turkestanica*, a multipurpose plant for fragile mountains of Pakistan. *South African Journal of Botany*. 2003, 69(4), 587–592. ISSN 02546299.
6. LI, T.S.C., et al. Sea buckthorn (*hippophae rhamnoides* l.): A multipurpose plant. *HortTechnology*. 1996, 6(4), 370–380. ISSN 10630198.
7. LI, T. S.C., et al. *Taxonomy, natural distribution and botany. Sea buckthorn (Hippophae rhamnoides L.). Production and utilization*. PRC Research Pres, 2003, ISBN 9780660190075.
8. DIENAITĖ, L., et al. Phytochemical Composition, Antioxidant and Antiproliferative Activities of Defatted Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) Berry Pomace Fractions Consecutively Recovered by Pressurized Ethanol and Water. *Antioxidants*. 2020, 9(4), 274. ISSN 0141-8130.
9. BAL, L.M., et al. Sea buckthorn berries: A potential source of valuable nutrients for nutraceuticals and cosmoceuticals. *Food Research International*. 2011, 44 (7), 1718–1727. ISSN 09639969.
10. ZEB, A. Chemical and Nutritional Constituents of Sea Buckthorn Juice. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2004, 3(2), 99–106. ISSN 16805194.
11. CHRISTAKI, E. *Hippophae Rhamnoides* L. (Sea Buckthorn): a Potential Source of Nutraceuticals. *Food and Public Health*. 2012, 2 (3), 69–72. ISSN 2162-9412.
12. BAL, L.M., et al. Sea buckthorn berries: A potential source of valuable nutrients for nutraceuticals and cosmoceuticals. *Food research international*. 2011, 44(7), 1718–1727. ISSN 0963-9969.
13. TELESZKO, M., et al. Analysis of Lipophilic and Hydrophilic Bioactive Compounds Content in Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) Berries. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2015, 63(16), 4120–4129. ISSN 1520-5118.
14. KIM, J. S., et al. Isolation and identification of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) phenolics with antioxidant activity and α -glucosidase inhibitory effect. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2011, 59(1), 138–144. ISSN 0021-8561.
15. SURYAKUMAR, G., et al. Medicinal and therapeutic potential of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *Journal of Ethnopharmacology*. 2011 138(2), 268–278. ISSN 03788741.
16. LI, L. et al. Comparative transcriptome sequencing and de novo analysis of *Vaccinium corymbosum* during fruit and color development. *BMC Plant Biology*. 2016, 16(1), 223. ISSN 1471-2229.
17. SONG, G., et al. Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). In: *Agrobacterium Protocols Volume 2*. Humana Press, 2007, pp. 263–272. ISBN 9781597451314.

18. ANISIMOVĪENĒ, N., et al. Antocianinai serbentų, vyšnių bei šilauogių uogose ir ekstraktų antioksidacinis aktyvumas. *Žemdirbystė-Agriculture*. 2009, 96(3), 158–167. ISSN 1392-3196.
19. HUI, Y.H. *Handbook of Fruits and Fruit Processing*. Wiley India Pvt. Limited, 2008. ISBN 9788126517886.
20. SKUPIENĪ, K. Chemical composition of selected cultivars of highbush blueberry fruit (*Vaccinium corymbosum* L.). *Folia Horticulturae*. 2006, 18(2), 47–56. ISSN 0867-1761.
21. STARAST, M, et al. Chemical composition and quality of cultivated and natural /bkueberry ruit in Estonia. *Biology*. 2007, 2. ISSN 2079-7737.
22. EHLENFELDT, M.K., et al. Unique organic acid profile of rabbiteye vs. highbush blueberries. *HortScience*. 1994, 29 (4), 321–323. ISSN 0018-5345.
23. TARUSCIO, T.G., et al. Content and profile of flavanoid and phenolic acid compounds in conjunction with the antioxidant capacity for a variety of northwest *Vaccinium* berries. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2004, 52(10), 3169–3176. ISSN 0021-8561.
24. ROURAY, W., et al. Blueberries and their anthocyanins: factors affecting biosynthesis and properties. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2011, 10(6), 303–320. ISSN 1541- 4337.
25. MOYER, R.A., et al. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: vaccinium, rubus, and ribes. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2002, 50(3), 519–525. ISSN 0021-8561.
26. MAZZA, G. *Anthocyanins in fruits, vegetables, and grains*. CRC press, 2018. ISBN 9781351095051
27. SCIBISZ, I, et al. Influence of freezing process and frozen storage on anthocyanin contents of highbush blueberries. *Zywnosc Nauka Technologia Jakosc*. 2007, 32(3), 280-304. ISSN 1425-6959.
28. MICHALSKA, A., et al. Bioactive Compounds of Blueberries: Post-Harvest Factors Influencing the Nutritional Value of Products. *International journal of molecular sciences*. 2015, 16(8), 18642–18663. ISSN 1422-0067.
29. LIU, Y., et al. Identification of Anthocyanin Components of Wild Chinese Blueberries and Amelioration of Light-Induced Retinal Damage in Pigmented Rabbit Using Whole Berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2011, 59(1),356–363. ISSN 0021-8561.
30. KALT, W, et al. Health functionality of blueberries. *HortTechnology*. 1997, 7(3), 216–221. ISSN 1943-7714.
31. SHAUGHNESSY, et al. Diets containing blueberry extract lower blood pressure in spontaneously hypertensive stroke-prone rats. *Nutrition research*. 2009, 29(2), 130–138. ISSN 1879-0739.
32. PATEL, S. Blueberry as functional food and dietary supplement: The natural way to ensure holistic health. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*. 2014, 7(1), 133–143. ISSN 1973–7998.
33. Monograph. *Vaccinium myrtillus* (bilberry). *Alternative medicine review : a journal of clinical therapeutic*. 2001, 6(5), 500–504. ISSN 1089-5159.
34. CHU, W. et al. Bilberry (*vaccinium myrtillus* L.). In *Herbal Medicine* . 2011. Vol. 20115386, p. 55–71.
35. Arctic Bilberry (2019). Šilauogės ir mėlynės skerspjuvis [paveikslas]. Prieiga per: <https://www.arcticbilberry.fi/en/arctic+bilberry/wild+bilberries+and+cultivated+blueberries/>.

36. MARTZ, F., et al. Phenolic composition and antioxidant capacity of bilberry (*Vaccinium myrtillus*) leaves in Northern Europe following foliar development and along environmental gradients. *Journal of chemical ecology*. 2010, 36(9), 1017–1028. ISSN 0098-0331.
37. NAVASAITIS, M. *Dendrologija: vadovėlis aukštųjų mokyklų miškininkystės, taikomosios ekologijos, architektūros specialybių studentams*. Vilnius: Margi raštai, 2004. ISBN 9986092868.
38. UPTON, R., et al. *Bilberry Fruit Vaccinium myrtillus L.: Standards of Analysis, Quality Control and Therapeutics*. American herbal pharmacopoeia, 1997. ISBN 1929425139.
39. KOLEHMAINEN, M., et al. Bilberries reduce low-grade inflammation in individuals with features of metabolic syndrome. *Molecular nutrition & food research*. 2012, 56(10), 1501–1510. ISSN 1613-4125.
40. RIIHINEN, K., et al. Organ-specific distribution of phenolic compounds in bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and ‘northblue’ blueberry (*Vaccinium corymbosum* x *V. angustifolium*). *Food chemistry*. 2008, 110(1), 156–160. ISSN 0308-8146.
41. LÄTTI, A.K., et al. Phenolic compounds in berries and flowers of a natural hybrid between bilberry and lingonberry (*Vaccinium* × *intermedium* Ruthe). *Phytochemistry*. 2011, 72(8), 810–815. ISSN 0031-9422.
42. LAAKSONEN, O., et al. Chemical factors contributing to orosensory profiles of bilberry (*Vaccinium myrtillus*) fractions. *European Food Research and Technology*. 2010, 231(2), 271–285. ISSN 1438-2377.
43. ZORATTI, L., et al. Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) ecotypes. In: *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*. Elsevier, 2016, pp. 83–99. ISBN 9780124081178.
44. QIN, Y., et al. Anthocyanin supplementation improves serum LDL- and HDL-cholesterol concentrations associated with the inhibition of cholesteryl ester transfer protein in dyslipidemic subjects. *The American journal of clinical nutrition*. 2009, 90(3), 485–492. ISSN 0002-9165.
45. MCDUGALL, et al. The inhibitory effects of berry polyphenols on digestive enzymes. *Biofactors*. 2005, 23(4), 189–195. ISSN 0951-6433.
46. SMERIGLIO, et al. Health effects of *Vaccinium myrtillus* L.: evaluation of efficacy and technological strategies for preservation of active ingredients. *Mini reviews in medicinal chemistry*. 2014, 14(7), 567–584. ISSN 1389-5575.
47. CLARK, J.R., et al. Blackberry Breeding and Genetics. *Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*. 2011, 5(1), 19–144. ISSN 1752-3419.
48. VELIČKOVIĆ, I., et al. In vitro antioxidant activity of dewberry (*Rubus caesius* L. var. *aquaticus* Weihe. & Nees.) leaf extracts. *Archives of Biological Sciences*. 2015, 67(4), 1323–1330. ISSN 0354-4664.
49. SASNAUSKAS, V. *Miško vaistiniai augalai*. Vilnius: Asveja, 2006. ISBN: 995546478X.
50. ACOSTA-MONTOYA, Ó., et al. Phenolic content and antioxidant capacity of tropical highland blackberry (*Rubus adenotrichus* Schltdl.) during three edible maturity stages. *Food Chemistry*. 2010, 119(4), 1497–1501. ISSN 0308-8146.
51. KAFKAS, E., et al. Analysis of sugars, organic acids and vitamin C contents of blackberry genotypes from Turkey. *Food Chemistry*. 2006, 97(4), 732–736. ISSN 0308-8146.
52. FAN-CHIANG, H., et al. Sugar and nonvolatile acid composition of blackberries. *Journal of AOAC International*. 2010, 93(3), 956–965. ISSN 1060-3271.

53. WU, X., et al. Concentrations of anthocyanins in common foods in the United States and estimation of normal consumption. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2006, 54(11), 4069–4075. ISSN 0021-8561.
54. GU, L., et al. Concentrations of proanthocyanidins in common foods and estimations of normal consumption. *The Journal of nutrition*. 2004, 134(3), 613–617. ISSN 0022-3166.
55. MAZUR, W.M., et al. Phyto-oestrogen content of berries, and plasma concentrations and urinary excretion of enterolactone after a single strawberry-meal in human subjects. *The British journal of nutrition*. 2000, 83(4), 381–387. ISSN 0007-1145.
56. WU, X, et al. Systematic identification and characterization of anthocyanins by HPLC-ESI-MS/MS in common foods in the United States: fruits and berries. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2005, 53(7), 2589–2599. ISSN 0021-8561.
57. CHO, M.J., et al. Flavonoid glycosides and antioxidant capacity of various blackberry, blueberry and red grape genotypes determined by high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. *Journal of the science of food and agriculture*. 2004, 84(13), 1771-1782. ISSN 0022-5142.
58. ESTERBAUER, H., et al. Relationships among oxidation of low-density lipoprotein, antioxidant protection, and atherosclerosis. *Advances in pharmacology*. 1997, 38, 425-456. ISSN 1054-3589.
59. KAUME, L., et al. The blackberry fruit: A review on its composition and chemistry, metabolism and bioavailability, and health benefits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012, 60(23), 5716–5727. ISSN 00218561.
60. DUTHIE, S.J. Berry phytochemicals, genomic stability and cancer: evidence for chemoprotection at several stages in the carcinogenic process. *Molecular nutrition & food research*. 2007, 51(6), 665–674. ISSN 1613-4125.
61. TATE, P., et al. Blackberry extracts inhibit UV-induced mutagenesis in *Salmonella typhimurium* TA100. *Nutrition Research*. 2006, 26(2), 100–104. ISSN: 0271-5317.
62. SHUKITT-HALE, B., et al. Effects of blackberries on motor and cognitive function in aged rats. *Nutritional neuroscience*. 2009, 12(3), 135–140. ISSN 1476-8305.
63. DING, M., et al. Cyanidin-3-glucoside, a natural product derived from blackberry, exhibits chemopreventive and chemotherapeutic activity. *Journal of Biological Chemistry*. 2006, 281(25), 17359–17368. ISSN 0021-9258.
64. PRIOR, R.L., et al. Whole berries versus berry anthocyanins: interactions with dietary fat levels in the C57BL/6J mouse model of obesity. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2008, 56(3), 647–653. ISSN 0021-8561.
65. KASPARAVIČIENĖ, G., et al. Kai kurie antioksidantų veikimo aspektai mažinant neigiamą laisvųjų radikalų poveikį. *Biomedicina*. 2002, 2(2), 187–191. ISSN 1648-2077
66. DIDŽIAPETRIENĖ, J., et al. Antioksidantų vartojimo galimybės onkologijoje. *Sveikatos mokslai*. 2011, 21(7), 154–159. ISSN 1392-6373.
67. VARVUOLYTĖ, S., et al. Oksidacinė organizmo sistema ir laktazės aktyvumas. *Ketvirtinis žurnalas medikams*. 2007, 13(2), 170. ISSN 1390-1312.
68. LOBO, V., et al. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy reviews*. 2010, 4(8), 118. ISSN 0976-2787.
69. SEN, S., et al. Free radicals, antioxidants, diseases and phytomedicines: current status and future prospect. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*. 2010, 3(1), 91–100. ISSN 0976-044X.

70. KURŠVIETIENĖ, L., et al. Aktyviųjų deguonies formų ir antioksidantų poveikis biomolekulėms ir reikšmė ligų patogenezėje. *Visuomenės Sveikata*. 2016, 4(75), 10–14. ISSN 1392-2696.
71. RAUDONIS, R., et al. Antiradikalinio ir redukcinio aktyvumo nustatymo metodai (apžvalga). *Sodininkystė ir daržininkystė*. 2012, 31(3–4), 15–35. ISSN 2424-5771.
72. ATASOY, A.D., et al. Essential Element Contents of Turkish Black Tea. In: GRUMEZESCU A., et al. *Non-Alcoholic Beverages*. Elsevier, 2019, 63–72. ISBN 9780128152706
73. KALT, W., et al. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits. *Journal of agricultural and food chemistry*. 1999, 47(11), 4638–4644. ISSN 0021-8561.
74. HALLIWELL, B. Antioxidants in human health and disease. *Annual review of nutrition*. 1996, 16(1), 33–50. ISSN 0199-9885.
75. SKREDE, G., et al. Flavonoids from berries and grapes. In: SHI, J. *Functional foods: Biochemical and processing aspects*. Taylor & Francis Inc, 2002, 2, 71–133. ISBN 9781566769020.
76. POKORNÝ, J., et al. *Antioxidants in food: practical applications*. New York: CRC press, 2001. ISBN 1855736160.
77. MARTÍN, J., et al. Antioxidant capacity of anthocyanin pigments. *Critical reviews in analytical chemistry*. 2012. 42(2), p. 102–125. ISSN: 1040-8347
78. IBRAHIM, U.K., et al. The effect of pH on color behavior of brassica oleracea anthocyanin. *Journal of Applied Sciences*. 2011, 11(13), 2406–2410. ISSN 1812-5662
79. HÄKKINEN, S.H., et al. Content of the flavonols quercetin, myricetin, and kaempferol in 25 edible berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1999, 47(6), 2274–2279. ISSN 0021-8561.
80. HÄKKINEN, S. Flavonols and Phenolic Acids in Berries and Berry Products. Kuopio: University of Kuopio, 2000. ISBN 9517818017.
81. BENTO-SILVA, A., et al. Factors affecting intake, metabolism and health benefits of phenolic acids: do we understand individual variability? *European Journal of Nutrition*. 2019, 59(4), 1275-1293. ISSN 1436-6215.
82. ALENČIKIENĖ, G., et al. Maistinių skaidulų įtaka valgomųjų ledų savybėms. *Maisto chemija ir technologija*. 2005, 39(1), 5–11. ISSN 1392-0227.
83. MUDGIL, D., et al. Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review. *International journal of biological macromolecules*. 2013, 61, 1–6. ISSN 0141-8130.
84. JOINT, F.A.O. - COMMISSION, F.C.A. *Report of the 27th session of the Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses*. 2005.
85. JIMÉNEZ-ESCRIG, A., et al. Dietary fibre from edible seaweeds: Chemical structure, physicochemical properties and effects on cholesterol metabolism. *Nutrition Research*. 2000. 20(4), 585–598. ISSN 0271-5317.
86. OLSON, A., et al. Chemistry and analysis of soluble dietary fiber. *Food technology*. 1989, 41(2), 71-81. ISSN 0015-6639.
87. ARRANZ, S., et al. *Recent Advances in Cardiovascular Risk Factors*. Intech, 2012.. ISBN 9789535103219.

88. GUILLON, F., et al. Relationships between physical characteristics of sugar-beet fibre and its fermentability by human faecal flora. *Carbohydrate Polymers*. 1998, 37(2), 185–197. ISSN 0144-8617.
89. SANGNARK, A., et al. Chemical, physical and baking properties of dietary fiber prepared from rice straw. *Food research international*. 2004, 37(1), 66–74. ISSN 0963-9969.
90. TUDORICA, C.M., et al. The effects of refined barley β -glucan on the physico-structural properties of low-fat dairy products: curd yield, microstructure, texture and rheology. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2004, 84(10), 1159–1169. ISSN 0022-5142.
91. MIEŽELIENĖ, A., et al. Prebiotinių skaidulų ir fermento ksilanazės priedų įtaka puskvietinės duonos tekstūros savybėms. *Veterinarija ir Zootechnika*. 2009, 48(70). ISSN 1392-2130.
92. ANDERSON, et al. Health benefits of dietary fiber. *Nutrition reviews*. 2009, 67(4), 188–205. ISSN 0029-6643.
93. PEREIRA, M.A., et al. Dietary fiber and risk of coronary heart disease: a pooled analysis of cohort studies. *Archives of internal medicine*. 2004, 164(4), 370–376. ISSN 0003-9926.
94. BURKITT, D.P., et al. Dietary fiber and disease. *Jama*. 1974, 229(8), 1068–1074. ISSN 0098-7484.
95. HONGISTO, S.M., et al. A combination of fibre-rich rye bread and yoghurt containing *Lactobacillus GG* improves bowel function in women with self-reported constipation. *European journal of clinical nutrition*. 2006, 60(3), 319–324. ISSN 1476-5640.
96. AUNE, D., et al. Dietary fiber and breast cancer risk: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Annals of oncology*. 2012, 23(6), 1394–1402. ISSN 1569-8041.
97. GALANAKIS, C.M. *Valorization of Fruit Processing By-products*. Academic Press, 2019, 96-104. ISBN 0128173734.
98. SKREDE, G, et al. Changes in anthocyanins and polyphenolics during juice processing of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *Journal of food science*. 2000. 65(2), 357–364. ISSN 0022-1147.
99. STRUCK, S., et al. Berry pomace—a review of processing and chemical analysis of its polyphenols. *International Journal of Food Science & Technology*. 2016, 51(6), 1305–1318. ISSN 0950-5423.
100. NAWIRSKA, A., et al. Dietary fibre fractions from fruit and vegetable processing waste. *Food Chemistry*. 2005, 91(2), 221–225. ISSN 0308-8146.
101. DOBSON, G., et al. Lipophilic components in black currant seed and pomace extracts. *European journal of lipid science and technology*. 2012, 114(5), 575–582. ISSN 1438-7697.
102. MOTEVALI, A., et al. Evaluation of energy consumption in different drying methods. In *Energy conversion and management*. 2011, 52(2), 1192–1199. ISSN 0196-8904.
103. MAYER-MIEBACH, E., et al. Stability of chokeberry bioactive polyphenols during juice processing and stabilization of a polyphenol-rich material from the by-product. *Agriculture*. 2012, 2(3), 244–258. ISSN 2077-0472.
104. WAWER, I., et al. Solid state NMR study of dietary fiber powders from aronia, bilberry, black currant and apple. *Solid state nuclear magnetic resonance*. 2006, 30(2), 106–113. ISSN 0926-2040.
105. MARGARETA, E., et al. Importance of processing for physico-chemical and physiological properties of dietary fibre. *Proceedings of the Nutrition Society*. 2003, 62(1), 187–192. ISSN 1475-2719.

106. HOLTUNG, L., et al. Effect of processing of black currant press-residue on polyphenol composition and cell proliferation. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2011, 59(8), 3632–3640. ISSN 0021-8561.
107. KHANAL, R.C., et al. Effect of heating on the stability of grape and blueberry pomace procyanidins and total anthocyanins. *Food Research International*. 2010, 43(5), 1464–1469. ISSN 0963-9969.
108. TEMELLI, F., et al. Application of Supercritical Fluid Technology in Food Processing. *Food Chemistry*. 1995, 52(4), 345-352. ISSN 0308-8146
109. CACHON, R., et al. *Gases in Agro-food Processes*. Academic Press, 2019. ISBN 0128125616.
110. MENDES, M.F., et al. Extraction of the inuline from chicory roots (*Chicorium intybus* L.) using supercritical carbon dioxide. *Second Mercosur Congress on Chemical Engineering*. 2005.
111. VIČKAČKAITĖ, V. Ekstrakciniai mėginio paruošimo dujų chromatografinėi analizei metodai. *Vilnius: Vilniaus universitetas*, 2008. ISBN 9789955332770
112. ŠAUCIŪNAS, E., et al. Vaistinių (aromatinių) augalų eterinių aliejų ekstrakcijos metodų palyginimas. *Žmogaus ir gamtos sauga: 22-osios tarptautinės mokslinės-praktinės konferencijos medžiaga*. LŽUŪ, 2016, 22.
113. KAUFMANN, B., et al. Recent extraction techniques for natural products: microwave-assisted extraction and pressurised solvent extraction. *Phytochemical Analysis: An International Journal of Plant Chemical and Biochemical Techniques*. 2002, 13(2), 105–113. ISSN 0958-0344.
114. SEKMOKIENĖ, D., et al. Funkcionalusis maistas ir jo veikliosios dalys. In *Veterinarija ir zootechnika*. 2007, 37(59). ISSN 1392-2130.
115. JANUŠKEVIČIENĖ, G., et al. Sveika gyvensena ir funkcionalusis maistas. *Visuomenės sveikata*. 2009 4(47), 51–60. ISSN 1392-2696.
116. HUNTER, D.C., et al. Fruit-based functional foods II: the process for identifying potential ingredients. *International journal of food science & technology*. 2008, 43(12), 2123–2129. ISSN 0950-5423.
117. YILDIZ, Ö., et al. Functional components of berry fruits and their usage in food technologies. *African Journal of Agricultural Research*. 2009 4(5), 422–426. ISSN 1991-637X.
118. KAUR, S., et al. Functional foods: an overview. *Food Science and Biotechnology*. 2011, 20(4), 861. ISSN 1226-7708.
119. SIVAM, A.S., et al. Properties of bread dough with added fiber polysaccharides and phenolic antioxidants: a review. *Journal of food science*. 2010, 75(8), 163–174. ISSN 0022-1147.
120. STRUCK, S., et al. Interaction of wheat macromolecules and berry pomace in model dough: Rheology and microstructure. *Journal of Food Engineering*. 2018, 223, p. 109–115. ISSN 0260-8774.
121. WALKER, R., et al. Physicochemical, nutritional, and sensory qualities of wine grape pomace fortified baked goods. *Journal of food science*. 2014, 79(9), 1811–1822. ISSN 0022-1147.
122. ALBA, K., et al. Dietary fibre from berry-processing waste and its impact on bread structure: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2019, 99(9), 4189–4199. ISSN 0022-5142.
123. GÓMEZ, M., et al. Fruit and vegetable by-products as novel ingredients to improve the nutritional quality of baked goods. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2018, 58(13), 2119–2135. ISSN 1040-8398.

124. O'SHEA, N., et al. The rheology, microstructure and sensory characteristics of a gluten-free bread formulation enhanced with orange pomace. *Food & function*. 2013, 4(12), 1856–1863. ISSN 2042-6496
125. GAWLIK-DZIKI, U., et al. Quality and antioxidant properties of breads enriched with dry onion (*Allium cepa* L.) skin. *Food Chemistry*. 2013, 138(2–3), 1621–1628. ISSN 0308-8146.
126. KALUŠEVIĆ, A., et al. Raspberry and blackberry pomaces as potential sources of bioactive compounds. *Ukrainian Food Journal*. 2016, 5(3), 485–491. ISSN 2304974X.
127. SKREDE, G., et al. Antioxidative properties of commercial fruit preparations and stability of bilberry and black currant extracts in milk products. *Journal of food science*. 2004, 69(9), 351–356. ISSN 0022-1147.
128. KARAASLAN, M., et al. Phenolic fortification of yogurt using grape and callus extracts. *LWT-Food Science and Technology*. 2011, 44(4), 1065–1072. ISSN 0023-6438.
129. RAIKOS, V., et al. Antioxidant properties of a yogurt beverage enriched with Salal (*Gaultheria shallon*) berries and blackcurrant (*Ribes nigrum*) pomace during cold storage. *Beverages*. 2019, 5(1), 2. ISSN 2306-5710
130. MUNIANDY, P., et al. Influence of green, white and black tea addition on the antioxidant activity of probiotic yogurt during refrigerated storage. *Food Packaging and Shelf Life*. 2016, 8, 1–8. ISSN 2214-2894.
131. OLIVEIRA, A., et al. Incorporation of strawberries preparation in yoghurt: Impact on phytochemicals and milk proteins. *Food Chemistry*. 2015, 171, 370–378. ISSN 0308-8146.
132. TOLEDO, N.M.V., et al. Potentials and pitfalls on the use of passion fruit by-products in drinkable yogurt: Physicochemical, technological, microbiological, and sensory aspects. *Beverages*. 2018, 4(3), 47. ISSN 2306-5710
133. WALLACE, T.C., et al. Determination of color, pigment, and phenolic stability in yogurt systems colored with nonacylated anthocyanins from *Berberis boliviana* L. as compared to other natural/synthetic colorants. *Journal of Food Science*. 2008, 73(4), 241–248. ISSN 0022-1147.
134. LST 1129:2003. Duonos ir pyrago gaminiai. Akytumo nustatymas. Vilnius:Lietuva.
135. RE, R., et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*. 1999, 26(9–10), 1231–1237. ISSN 0891-5849.
136. SINGLETON, V.L., et al. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in enzymology*. Elsevier, 1999, 152–178. ISBN 0076-6879.
137. PRIOR, R.L., et al. Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORACFL)) of plasma and other biological and food samples. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2003, 51(11), p. 3273–3279. ISSN 0021-8561.
138. KALLIO, H., et al. Effects of different origins and harvesting time on vitamin C, tocopherols, and tocotrienols in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002, 50(21), 6136–6142. ISSN 0021-8561.
139. GUSTINELLI, G., et al. Supercritical CO₂ extraction of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) seed oil: Fatty acid composition and antioxidant activity. *The Journal of Supercritical Fluids*. 2018, 135, 91–97. ISSN 0896-8446.
140. REISSNER, A., et al. Composition and physicochemical properties of dried berry pomace. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2019, 99(3), 1284–1293. ISSN 0022-5142.

141. CALABUIG JIMÉNEZ, L., et al. Effect of particle size of blueberry pomace powder on its properties. *IDS 2018. 21st International Drying Symposium Proceedings*. Universitat Politècnica de València, 2018, 1131–1138.
142. ELIASSON, L., et al. Effect of drying technique and particle size of bilberry press cake on the extraction efficiency of anthocyanins by pressurized carbon dioxide extraction. *LWT-Food Science and Technology*. 2017, 85, 510–516. ISSN 0023-6438.
143. ALI, A., et al. Yeast, its types and role in fermentation during bread making process-A. *Pakistan Journal of Food Sciences*. 2012, 22(3), 171–179. ISSN 1680-5194
144. KATIĆ, S., et al. Variation of protein, cellulose and mineral contents of lucerne as influenced by cultivar and cut. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2009, 25(5-6-2), 1189–1195. ISSN 1450-9156.
145. MATSUSHITA, K., et al. The bread making qualities of bread dough supplemented with whole wheat flour and treated with enzymes. *Food Science and Technology Research*. 2017, 23(3), 403–410. ISSN 1344-6606.
146. FIDRIANNY, I., et al. Antioxidant activities of various fruit extracts from three solanum sp. using DPPH and ABTS method and correlation with phenolic, flavonoid and carotenoid content. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. 2015, 7(5), 666–672. ISSN 0975-7384.
147. KITRYTĖ, V., et al. Consecutive high-pressure and enzyme assisted fractionation of blackberry (*Rubus fruticosus* L.) pomace into functional ingredients: Process optimization and product characterization. *Food Chemistry*. 2020, 312, 126072. ISSN 0308-8146.
148. KITRYTĖ, V., 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. *Food Chemistry*. 2020, 126767. ISSN 0308-8146.
149. BECCARO, G., et al. Phenolic and anthocyanin content and antioxidant activity in fruits of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and of highbush blueberry (*V. corymbosum* L.) cultivars in North Western Italy. *VIII International Symposium on Vaccinium Culture*. 2004, 553–558.
150. BURDULIS, D., et al. Comparative study of anthocyanin composition, antimicrobial and antioxidant activity in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) fruits. *Acta poloniae pharmaceutica*. 2009, 66(4), 399–408. ISSN 0001-6837.
151. HIDALGO, G., et al. Red fruits: extraction of antioxidants, phenolic content, and radical scavenging determination: a review. *Antioxidants*. 2017, 6(1), 7. ISSN 2076-3921
152. STEVENSON, D., et al. Anthocyanin composition and content of blueberries from around the world. *Journal of Berry Research*. 2012, 2(4), 179–189. ISSN 1878-5093.
153. ANISIMOVIEŅĒ, N., et al. Anthocyanins in currants, cherries, blueberries, and antioxidative activity of berry extracts. *Agriculture*. 2009, 96(3), 158–167. ISSN 1392-3196.
154. TAPIA, M.S., et al. *10 Effects of Water Activity (a_w) on Microbial Stability: As a Hurdle in Food Preservation*. In: Water activity in foods. 2008, 239. ISBN 9780470376454.
155. KOSCELKOVSKIENĖ, et al. Maisto biochemijos laboratorinių darbų metodinė priemonė (1 dalis). Kaunas: Kauno kolegija, 2017.
156. KRAUJALYTĖ, V., et al. Antioxidant properties, phenolic composition and potentiometric sensor array evaluation of commercial and new blueberry (*Vaccinium corymbosum*) and bog blueberry (*Vaccinium uliginosum*) genotypes. *Food chemistry*. 2015, 188, 583–590. ISSN 0308-8146.

157. GIUSTI, M.M., et al. Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. *Biochemical engineering journal*. 2003, 14(3), 217–225. ISSN 1369-703X.
158. ŚCIBISZ, I., et al. Color stability of fruit yogurt during storage. *Journal of food science and technology*. 2019, 56(4), 1997–2009. ISSN 0022-1155.
159. CABRITA, L., et al. Colour and stability of the six common anthocyanidin 3-glucosides in aqueous solutions. *Food chemistry*. 2000, 68(1), 101–107. ISSN 0308-8146.
160. KADER, F., et al. Mechanism of browning in fresh highbush blueberry fruit (*Vaccinium corymbosum* L). Role of blueberry polyphenol oxidase, chlorogenic acid and anthocyanins. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1997, 74(1), 31–34. ISSN 0022-5142.
161. KRISCH, J. Effect of fruit juices and pomace extracts on the growth of Gram-positive and Gram-negative bacteria. *Acta Biologica Szegediensis*. 2008, 52(2), 267–270. ISSN 1588-4082.