



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Sausų uogų išspaudų modifikavimas ir pritaikymas pieno produktų gamyboje

Baigiamasis magistro projektas

Adrija Narbutaitė

Projekto autorė

Doc. dr. Jonas Damašius

Vadovas

Kaunas, 2022



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Sausų uogų išspaudų modifikavimas ir pritaikymas pieno produktų gamyboje

Baigiamasis magistro projektas

Maisto mokslas ir sauga (6211FX011)

Adrija Narbutaitė

Projekto autorė

Doc. dr. Jonas Damašius

Vadovas

Doc. dr. Milda Pukalskienė

Recenzentė

Kaunas, 2022



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Adrija Narbutaitė

Sausų uogų išspaudų modifikavimas ir pritaikymas pieno produktų gamyboje

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

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

Adrija Narbutaitė

Patvirtinta elektroniniu būdu

Narbutaitė, Adrija. Sausų uogų išspaudų modifikavimas ir pritaikymas pieno produktų gamyboje. Magistro baigiamasis projektas / vadovas / doc. dr. Jonas Damašius; Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas.

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

Reikšminiai žodžiai: uogų išspaudos, įkapsuliavimas, purškiamasis džiovinimas, pieno produktai, jogurto gėrimas

Kaunas, 2022. 63 p.

Santrauka

Maisto produktų gamybos metu susidaranti šalutinė atlieka, dažnai pasižymi įvairiomis naudingomis funkcinėmis savybėmis, kurios galėtų būti panaudojamos funkcinio maisto produktų gamybai. Vienas iš gamybos sektorių, kuriame susidaro maisto šalutinių produktų, yra gėrimų sektorius. Uogos, tokios kaip juodieji serbentai ar spanguolės, vienos iš dažniausiai naudojamų žaliavų gėrimų gamybai. Gauti šalutiniai produktai iš tokių žaliavų, pasižymi dideliu skaidulinių medžiagų kiekiu bei sudėtyje turi įvairių biologiškai aktyvių komponentų. Pastarieji gali būti pritaikomi, kuriant pridėtinės vertės maisto produktus. Todėl šio baigiamojo magistro projekto tikslas – įvertinti sausų uogų išspaudų modifikavimą ir pritaikymą jogurto gėrimų gamybai.

Atliktais tyrimais įvertinta pradinė juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių cheminė sudėtis, spalva, dalelių dydis, polifenolinių medžiagų kiekis. Taip pat vertintos miltelių savybės, t.y., brinkinimo, vandens sulaikymo, aliejaus sulaikymo gebos, tirpumas, putų sudarymas ir stabilumas. Gautais pradiniais duomenimis, apibendrinta uogų išspaudų miltelių cheminė sudėtis ir jų savybės prieš miltelių modifikavimą.

Siekiant sukurti funkcinis uogų išspaudų miltelius, taikyta inovatyvi uogų išspaudų modifikavimo technologija, naudojant netirpių dalelių įkapsuliavimą ir purškiamąjį džiovinimą. Įkapsuliavimui pasirinktos šios kapsulės apvalkalų variacijos: išrūgų baltymai, maltodekstrino ir gumiarabiko bei maltodekstrino ir išrūgų baltymų mišiniai. Nustatyta, kad dalelių dydis yra esminis veiksnys limituojantis uogų išspaudų miltelių įkapsuliavimą (stabilios suspensijos suformavimui) ir džiovinimą (dėl mažo purkštuvinės galvutės skersmens). Naudojant polisacharidų apvalkalus (maltodekstrino ir gumiarabiko mišinį), po džiovinimo skaidulinių medžiagų kiekis milteliuose ypač sumažėja. Nustatyta, kad didžioji dalis išpurškiamos suspensijos, veikiant oro srautui neišdžiūva ir nusėda džiovinimo kameroje, todėl ši kapsulės variacija yra netinkama. Tuo tarpu, tinkamas modifikavimas, gautas naudojant kapsules iš išrūgų baltymų. Atlikus tyrimus ir palyginus su pradiniais duomenimis, sukurti tinkami funkciniai uogų išspaudų milteliai (pakankamas skaidulinių medžiagų kiekis, tinkama spalva ir geras tirpumas).

Sukurti geriamieji jogurtai be ir su modifikuotais išspaudų milteliais. Atliktais jusliniais ir fiziko-cheminiais tyrimais, nustatyti jogurtų gėrimų pH ir klampos vertės ir juslinio vertinimo parametrai. Jogurtai su nemodifikuotais išspaudų milteliais pasižymėjo ryškesnėmis spalvomis, tačiau nemaloniu „smėlėtumo“ skonio pojūčiu. Naudojant modifikuotus miltelius, spalva išlieka šviesesnė, tačiau skoninės savybės ypač pagerėja. Pagal juslinį vertinimą, jogurto gėrimas su modifikuotais juodųjų serbentų išspaudų milteliais, buvo įvertintas kaip priimtinausias. Šie tyrimai parodė, kad modifikuoti uogų išspaudų milteliai ateityje galėtų būti taikomi ir kitų funkcinio pieno produktų gamyboje.

Narbutaitė, Adrija. Modification of Dry Berry Pomace and Application in the Production of Dairy Products. Master's Final Degree Project / supervisor / assoc. prof. Jonas Damašius; Faculty of Chemical Technology, Kaunas University of Technology.

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

Keywords: berries pomace, encapsulation, spray-drying, dairy products, yogurt drink

Kaunas, 2022. 63 p.

Summary

By-products from food production often have a variety of useful functional properties that could be used in the production of functional foods. One of the manufacturing sectors where food by-products are produced is the beverage sector. Berries, such as black currants or cranberries, are one of the most commonly used raw materials for the production of beverages. The by-products obtained from such raw materials are characterized by a high content of fibrous materials and contain various biologically active components. The latter can be adapted to create value-added foods. Therefore, the aim of this final master's project is to evaluate the modification and application of dry berry pulp for the production of yoghurt drinks.

The initial chemical composition, color, particle size and polyphenolic content of blackcurrant and cranberry cake powder were evaluated. The properties of the powder, i.e. swelling, water holding, oil retention capacity, solubility, foaming and stability, were also evaluated. Based on the obtained initial data, the chemical composition of berry pulp powder and its properties before powder modification were summarized.

Innovative berry pulp modification technology using encapsulation of insoluble particles and spray drying was used to create a functional berry pulp powder. The following capsule shell variations were selected for encapsulation: whey protein, mixtures of maltodextrin and gum arabic, and maltodextrin and whey protein. Particle size was found to be a key factor limiting the encapsulation of berry cake powder (to form a stable suspension) and drying (due to the small diameter of the spray head). The use of polysaccharide coatings (a mixture of maltodextrin and gum arabic) significantly reduces the amount of fiber in the powder after drying. It has been found that most of the sprayed suspension does not dry out and settles in the drying chamber under the action of the air stream, making this variation of the powder unsuitable. Meanwhile, a suitable modification obtained using capsules from whey protein. After studies and comparison with the initial data, a suitable functional berry pulp powder (sufficient amount of fiber, suitable color and good solubility) was developed.

Developed drinking yoghurts without and with modified pulp powder. Sensory and physico-chemical tests were performed to determine the pH and viscosity values and sensory evaluation parameters of yoghurt drinks. Yoghurts with unmodified pulp powder had a brighter color, but an unpleasant "sandy" taste. When using a modified powder, the color remains lighter, but the taste properties are particularly improved. According to sensory evaluation, drinking yogurt with modified black currant cake powder was rated as the most acceptable. These studies have shown that modified berry pulp powder could be used in the production of other functional dairy products in the future.

TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS	7
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	8
SANTRUMPŲ IR TERMINŲ APRAŠAS	9
ĮVADAS	10
1. LITERATŪROS APŽVALGA	12
1.1. MAISTINIŲ ŠALUTINIŲ PRODUKTŲ PANAUDOJIMAS	12
1.1.1. Uogų ir jų išspaudų charakteristika	13
1.2. ŽALIAVOS KAPSULĖMS IR JŲ CHARAKTERISTIKA	16
1.2.1. Maltodekstrinas	17
1.2.2. Gumiarabikas	18
1.2.3. Išrūgų baltymai	19
1.3. ĮKAPSULIAVIMAS IR DŽIOVINIMAS	20
1.4. NETIRPIŲ DALELIŲ ĮKAPSULIAVIMAS	23
1.4.1. Purškiamojo džiovinimo parametrų įtaka miltelių kokybei	23
1.5. ĮKAPSULIUOTŲ MILTELIŲ PANAUDOJIMAS MAISTO PRIEDUOSE IR PRODUKTUOSE	24
1.6. LITERATŪROS APŽVALGOS APIBENDRINIMAS	26
2. TYRIMO METODAI IR MEDŽIAGOS	27
2.1. TYRIMO MEDŽIAGOS	27
2.2. TYRIMO OBJEKTAI	27
2.3. TYRIMO METODAI	30
2.3.1. Uogų išspaudų miltelių cheminė sudėtis	30
2.3.2. Uogų išspaudų miltelių bendras polifenolinių junginių kiekis	30
2.3.3. BRINKINIMO OPTIMIZAVIMAS	31
2.3.4. Uogų išspaudų miltelių spalvos nustatymas	31
2.3.5. Uogų išspaudų miltelių savybės	32
2.3.6. Uogų išspaudų miltelių antioksidacinis aktyvumas	33
2.3.7. Kapsulės atranka	33
2.3.8. Uogų išspaudų modifikavimas	33
2.3.9. Modifikuotų uogų išspaudų miltelių morfologija	34
2.3.10. Modifikuotų uogų išspaudų miltelių savybių tyrimai	34
2.3.11. Jogurto gėrimo gamyba	34
2.3.12. Statistinis duomenų apdorojimas	36
3. TYRIMŲ REZULTATAI	37
3.1. UOGŲ IŠSPAUDŲ MILTELIŲ CHEMINĖS SUDĖTIES IR SAVYBIŲ NUSTATYMAS	37
3.1. BRINKINIMO OPTIMIZAVIMAS	39
3.2. UOGŲ IŠSPAUDŲ MILTELIŲ MODIFIKAVIMO TECHNOLOGINIAI SPRENDIMAI	42
3.2.1. Kapsulės atranka	42
3.2.2. Modifikuotų uogų išspaudų miltelių savybių vertinimas	45
3.3. MODIFIKUOTŲ UOGŲ IŠSPAUDŲ MILTELIŲ PRITAIKYMAS JOGURTO GĖRIMO GAMYBOJE	49
IŠVADOS	54
LITERATŪROS SĄRAŠAS	55
PRIEDAI	64

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Uogų išspaudų miltelių cheminė sudėtis	15
2 lentelė. Skirtingų išrūgų baltymų cheminės sudėties palyginimas	19
3 lentelė. Tyrimo metu naudotos medžiagos	27
4 lentelė. Brinkinimo optimizavimo eksperimento parametrai.....	31
5 lentelė. Gautų modifikuotų uogų išspaudų miltelių pavadinimų kodai	34
6 lentelė. Jogurto gėrimo gamybos receptūros	35
7 lentelė. Juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių cheminė sudėtis.....	37
8 lentelė. Juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių spalvos vertinimo rezultatai	38
9 lentelė. Juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių skaidulinių medžiagų kiekis.....	38
10 lentelė. Juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių tyrimų rezultatai	39
11 lentelė. Modifikuotų uogų išspaudų miltelių spalvos vertinimo rezultatai	46
12 lentelė. Modifikuotų uogų išspaudų miltelių cheminė sudėtis.....	47
13 lentelė. Modifikuotų uogų išspaudų miltelių skaidulinių medžiagų kiekis	47
14 lentelė. Modifikuotų uogų išspaudų miltelių funkcinių savybių nustatymo rezultatai	48
15 lentelė. Jogurto gėrimo savybių nustatymas	50

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Pasaulinis maisto atliekų pasiskirstymas vienam gyventojui per metus	12
2 pav. Uogų morfologija:.....	14
3 pav. Spanguolėse ir juoduosiuose serbentuose randami bioaktyvieji junginiai	16
4 pav. Galimos dalelių struktūros, gaunamos įkapsuliavimo metu	16
5 pav. Maltodekstrino cheminė struktūra	17
6 pav. Senegalinės akacijos morfologija (lot. <i>Acacia senegal</i>).....	18
7 pav. Fermentinių sūrių gamybos schema.....	20
8 pav. Principinė purškiamojo džiovavimo schema	22
9 pav. Purškiamosios džiovyklės galvutė	22
10 pav. Apibendrinta planuojamų tyrimų schema (1)	28
11 pav. Apibendrinta planuojamų tyrimų schema (2)	29
12 pav. Purkštuvinio džiovavimo, taikant uogų išspaudų milteliams modifikuoti, pavyzdys.....	34
13 pav. Jogurto gamybos schema	35
14 pav. Uogų išspaudų miltelių pavyzdžiai	37
15 pav. Uogų išspaudų miltelių dalelių dydžio kreivės	40
16 pav. Uogų išspaudų miltelių dalelių dydžio pasiskirstymas nuo brinkinimo laiko.....	41
17 pav. Uogų išspaudų miltelių dydžio priklausomybė nuo brinkinimo sąlygų.....	42
18 pav. Juodųjų serbentų išspaudų miltelių su kapsule dalelių dydžio priklausomybė nuo brinkinimo laiko ir homogenizavimo	43
19 pav. Spanguolių išspaudų miltelių su kapsule dalelių dydžio priklausomybė nuo brinkinimo laiko ir homogenizavimo	44
20 pav. Modifikuotų išspaudų miltelių pavyzdžiai.....	45
21 pav. Modifikuotų juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių SEM pavyzdžiai	46
22 pav. Juodųjų serbentų išspaudų miltelių polifenolinių junginių ir antioksidacinio aktyvumo nustatymo rezultatai	49
23 pav. Jogurto gėrimų pavyzdžiai	50
24 pav. Dalelių dydžio pasiskirstymas skirtinguose jogurto gėrimų mėginiuose	51
25 pav. Geriamasis jogurtas su modifikuotais ir nemodifikuotais juodųjų serbentų išspaudų milteliais	52
26 pav. Geriamasis jogurtas su modifikuotais ir nemodifikuotais spanguolių išspaudų milteliais	52

SANTRUMPŲ IR TERMINŲ APRAŠAS

IB — išrūgų baltymai

MD — maltodekstrinas

GA — gumiarabikas

ĮVADAS

Padidėjus pramonės gamybos ir vartojimo mastams, susidaro didžiuliai kiekiai ir įvairių rūšių pramoninių atliekų. Jungtinių Tautų maisto ir žemės ūkio organizacija (angl. *FAO*) teigia, kad kiekvienais metais pasaulyje prarandama arba iššvaistoma apie 1,3 milijardo maisto produktų. Jungtinės Tautos (angl. *UN*) darnaus vystymosi strategijoje nustatė konkretų tikslą — perpus sumažinti pasaulio maisto švaistymą vienam gyventojui ir sumažinti maisto nuostolius gamybos ir tiekimo grandinėse iki 2030 m. [1]. Nors maisto švaistymas susidaro visoje maisto tiekimo grandinėje, išsivysčiusiose šalyse jų kiekis yra didesnis. Pavyzdžiui, 2018 m. JAV per dieną vienam gyventojui pagamino beveik 2,22 kg maisto atliekų, palyginti su mažesnes pajamas gaunančiomis šalimis, pavyzdžiui, Rytų Azijos ir Ramiojo vandenyno regiono šalimis, kurios generuoja apie 0,56 kg atliekų vienam gyventojui kiekvieną dieną.

Pirmiausia, pradimai atsiranda maisto perdirbimo, t. y., gamybos metu, esant nepakankamam žaliavų ir jų sudedamųjų dalių panaudojimui bei skirtinguose tiekimo grandinės etapuose. Švaistymo problema dažniausiai yra susijusi su pertekliniu vartojimu ir neracionaliu maisto naudojimu. Maisto švaistymas prisideda ir prie kitų globalių problemų, tokių kaip: klimato kaita, aplinkos tarša ir ekonominė nelygybė.

Maisto perdirbimo pramonėje, susidarantys šalutiniai maisto produktai / atliekos, turi didelį potencialą būti naudojami kaip žaliava biofinavimo gamyklose, gaminant aukštesnės pridėtinės vertės produktus (maisto ir kitas chemines medžiagas) [2].

Didžiausi kiekiai augalinės kilmės šalutinių maisto produktų / atliekų susidaro žemės ūkyje, juos perdirbant / paskirstant ir mažmeninėje prekyboje. Ypač aktualus gėrimų gamybos sektorius, kai gaminant įvairius sulčių ar alkoholio gėrimus lieka nepanaudotos uogų išspaudos. Vienos iš dažniausiai maisto gamybos sektoriuose naudojamų uogų yra juodieji serbentai bei spanguolės.

Uogų išspaudose randama daug lignoceliuliozės, taip pat baltymų, riebalų, cukrų ir įvairių bioaktyvių komponentų [3]. Taip pat uogų sudėtyje yra antocianinų junginių, kurie suteikia ryškią spalvą. Dėl šių uogų išspaudų savybių ir sudėtyje esančių vertingų komponentų, jos galėtų būti pritaikomos funkciniam maisto produktams kurti. Tačiau, uogų sudėtyje esančių netirpių skaidulinių medžiagų kiekis, suteikia produktams nemalonus juslines savybes. Siekiant praplėsti uogų išspaudų pritaikymo galimybes bei pagerinti jų skonines savybes, būtina pritaikyti technologinius sprendimus.

Vienas iš technologinių sprendimų, kuris galėtų būti taikomas išspaudų modifikavimui — įkapsuliavimas ir purškiamasis džiovinimas. Įkapsuliavimui naudojami įvairios rūšies kapsulės apvalkalai, atsižvelgiant į jų funkcines savybes. Jų paskirtis yra sukurti apsauginį apvalkalą, kuris pagerintų biologiškai aktyvių komponentų stabilumą, apsaugotų nuo jų degradacijos bei suteiktų geresnes skonines savybes.

Apsauginiam apvalkui sukurti gali būti naudojami išrūgų baltymai. Tai yra plačiai naudojamas šalutinis produktas, kuris pasižymi geromis stingimo, putų ir emulsijos susidarymo savybėmis, pasižymi dideliu tirpumu bei mažu klampumu, geru virškinamumu bei dideliu aminorūgščių kiekiu. Be to, išrūgų baltymai kartu su antocianiniais formuoja kompleksus, kurie užtikrina biologinį prieinamumą bei stabilumą. Taip pat gali būti naudojamos polisacharidinės medžiagos, kurios yra gerai tirpios, pigios bei pasižymi šiek tiek saldžiu skoniu. Purškiamojo džiovinimo metu,

naudojama suspensija, kuri dažniausiai paruošiama, naudojant įkapsuliuojamą ir įkapsuliuojančią medžiagą. Gauti milteliai padengiami apsaugine plėvele, kuri apsaugo nuo išorinio aplinkos poveikio [4].

Aptartas technologinis sprendimas naudojamas funkciniam milteliams kurti, kai skystis yra paverčiamas milteliais. Ši technologija yra ekonomiškai ir lengvai valdoma, užtikrinamas mikrobiologinis produkto stabilumas bei sumažinamas cheminis ir biologinis poveikis. Purškiamojo džiovimo metu pašalinama visa drėgmė, taip pat yra sumažinamos ir sandėliavimo bei transportavimo išlaidos.

Funkcinių miltelių pritaikymas gali būti įvairus. Viena iš maisto produktų grupių, kurioje galėtų būti pritaikomi funkciniai milteliai — pieno produktai. Jogurto gamyba yra gerai kontroliuojamas fermentacijos procesas, kuriame naudojami ingredientai: pienas, pieno milteliai, cukrus, vaisiai, kvapiosios medžiagos, dažikliai, emulsikliai, stabilizatoriai ir specifinės grynos pieno rūgšties bakterijų pradinės kultūros. Įprastinės jogurto pradinės kultūros padermės (t. y., *Streptococcus thermophilus* ir *Lactobacillus delbrueckii subs., Bulgaricus*) neturi gebėjimo prasiskverbti per žarnyno traktą, todėl negali kolonizuotis žmogaus žarnyne. Jogurto fermentacijos metu, kartu su pradinėmis bakterijų kultūromis, bandoma pridėti kitų probiotikų padermių, kad būtų padidintas probiotinis aktyvumas. Be to, jogurte ir pieno produktuose nėra skaidulų. Jos yra vaisių, grūdų, sėklų ir daržovių ląstelių sienos komponentas. Į pieno produktus dedama įvairių skaidulinių medžiagų, dėl jų vandens sulaikymo galimybių, tekstūros ir struktūros pagerinimo savybių [5]. Taip pat funkciniai milteliai gali būti taikomi kaip dažikliai, nes pasižymi ryškiomis spalvomis.

Funkciniai fermentuoti pieno pagrindo gėrimai, praturtinti augaliniais ekstraktais, turi bioaktyvių junginių, pasižyminčių antimikrobinėmis ir antioksidacinėmis savybėmis. Be to, pagerinamos juslinės savybės, prailginamas tinkamumo vartoti terminas ir kitos svarbios savybės.

Todėl šio **magistrinio baigiamojo projekto tikslas** – įvertinti sausų uogų išspaudų modifikavimą ir pritaikymą jogurto gėrimų gamybai. Šiam tikslui įgyvendinti užsibrėžti tokie **baigiamojo magistrinio baigiamojo projekto uždaviniai**:

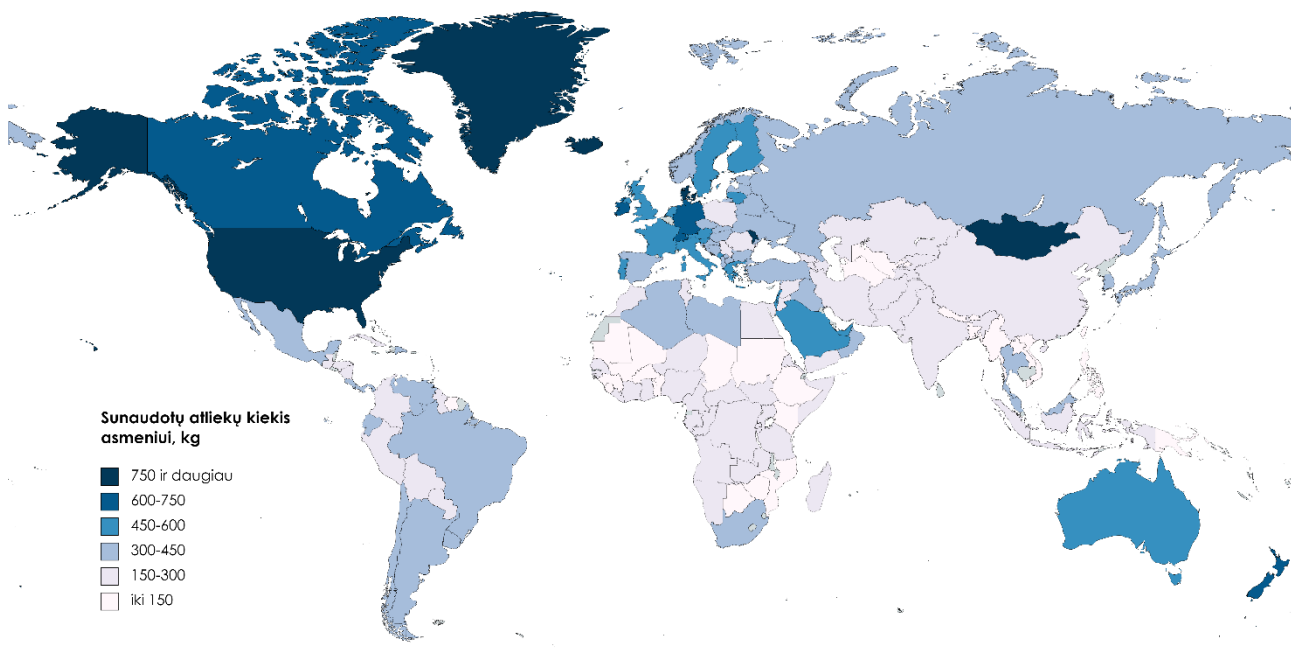
1. nustatyti skirtingų uogų išspaudų (juodųjų serbentų ir spanguolių) cheminę sudėtį ir savybes;
2. atlikti uogų išspaudų modifikavimą, įkapsuliuojant skirtingose kapsulėse;
3. nustatyti gautų sausų, įkapsuliuotų išspaudų miltelių cheminę sudėtį ir savybes;
4. pritaikyti modifikuotų išspaudų miltelius jogurto gėrimo gamyboje.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

Šiame skyriuje bus apžvelgiami šalutinių maisto produktų gamybos mastai, jų cheminės savybės, apdorojimo būdai bei jų pritaikymas funkcinių maisto produktų gamyboje.

1.1. Maistinių šalutinių produktų panaudojimas

Šiuo metu visuomenėje, dėl pernelyg patogaus maisto prieinamumo, sparčios plėtros, gerėjančių gyvenimo sąlygų, Jungtinių Tautų maisto ir žemės ūkio organizacijos (angl. *FAO*) duomenimis, išryškėjo problemų, susijusių su maisto švaistymu bei jo pertekliumi. Kasmet iššvaistoma arba prarandama apie trečdalis viso maisto, tai prilygsta maždaug 1,3 milijardo metrinių tonų per metus. Dėl per didelio susidariusio atliekų kiekio, kyla ekonominių, maisto aprūpinimo problemų, išnaudojama pernelyg daug žemės ploto, didėja šiltnamio efektas bei vyrauja nevienodas maisto paskirstymas. Maisto atliekų kiekio pasiskirstymas vienam gyventojui per metus (2016 metais) pateiktas 1 paveiksle [1].



1 pav. Pasaulinis maisto atliekų pasiskirstymas vienam gyventojui per metus [1]

Prognozuojama, kad iki 2050 m. maisto atliekų kiekis bus daugiau nei du kartus didesnis nei dabar. Dėl daugelio didelių krizių, tokių kaip pasauliniai karai ir klimato kaita, žmonės ateityje susidurs su kritiniu maisto trūkumu. Visame pasaulyje gali kilti maisto krizė, jei maisto pertekliaus ir atliekų problemos liks neišspręstos.

Kovojant su maisto švaistymo problema, Europos Sąjungos šalys įsipareigojo iki 2030 m. perpus sumažinti maisto atliekų susidarymą visoje maisto grandinėje. Maisto atliekų prevencija įtraukta į Europos Komisijos naują žiedinės ekonomikos paketą, kuris turėtų paskatinti pasaulinį konkurencingumą, tvarų augimą ir naujų darbo vietų kūrimą.

Pagrindiniai sektoriai, kuriuose susidaro maisto atliekos yra viešojo maitinimo įstaigos, mažmeninės bei didmeninės prekybos vietos bei namų ūkis. Iššvaistoma ne tik produktų gamybos metu, bet ir sandėliavimo, transportavimo, perdirbimo ar prekybos metu. Maisto produktų ir gėrimų gamybos metu susidaro įvairių maistinių atliekų, kurias būtų galima panaudoti tolimesniuose

gamybos grandinės etapuose. Gėrimų gamybos pramonėje, kasmet susidaro apie 38 mln. metrinių tonų vaisių išspaudų, kurios pasižymi didele maistine verte bei reikalauja daug sąnaudų gamybos procesuose. Šių atliekų panaudojimas sumažintų atliekų kiekį, padidintų įmonės pelningumą bei užtikrintų tvaresnę gamybą.

Vaisių išspaudos yra geras angliavandenių bei kitų funkciniu požiūriu svarbių medžiagų šaltinis. Mažai angliavandenių, daug baltymų ir daug polifenolinių medžiagų turintis maistas, gali būti vartojamas, siekiant kovoti su lėtinėmis ligomis. Komerciškai juodieji serbentai daugiausia yra naudojami perdirbimui, gaminant sultis, kurios pasižymi dideliu polifenolinių medžiagų kiekiu [6].

Be juodųjų serbentų, taip pat perdirbimui dažnai naudojamos ir spanguolės. Maisto įmonės šiuo metu siekia kurti funkcinius gėrimus, kuriuose yra daug skirtingų rūšių biologiškai aktyvių junginių. Pasaulinėje funkcinių gėrimų rinkoje tokių produktų vertė 2015 m. siekė 62 mlrd. JAV dolerių [7].

Pagrindiniai spanguolių tiekėjai 2019 m. buvo JAV (359110 t), Kanada (172440 t) bei Čilė (141338 t). Europoje spanguolių daugiausiai auginama Vokietijoje, Baltarusijoje, Latvijoje, Lietuvoje bei Rusijoje. Tik 5 % spanguolių, išaugintų JAV yra parduodamos šviežios, o likusioji dalis yra perdirbama sultims, padažams, džiovintiems vaisiams, dėl jų aitraus skonio [8].

Panaši tendencija vyrauja ir su juodaisiais serbentais — daugiausiai naudojami sulčių, sirupų ir džemų gamybai, mažiau naudojami švieži [9]. Daugiausiai auga šiaurinėje bei centrinėje Europos dalyje, kai kuriose Azijos šalyse. Juodųjų serbentų perdirbime pagrindinė eksportuotoja yra Lenkija — sudaro apie 80 % visų eksportuojamų šaldytų juodųjų serbentų ir 90 % sulčių koncentrato iš juodųjų serbentų pasaulyje [10].

1.1.1. Uogų ir jų išspaudų charakteristika

Vienos iš dažniausiai maisto pramonėje naudojamų uogų yra spanguolės ir juodieji serbentai. Dėl jų sudėtyje esančių vertingų komponentų, gali būti pritaikomos įvairių maisto produktų gamybai bei kūrimui.

Spanguolių (lot. *Vaccinium sp.*) stiebas gulsčias, kiek šakotas. Lapai ovalūs ir smulkūs, trumpo koto. Spanguolės žydi nuo gegužės pabaigos. Vaisių forma ovali, iš pradžių nusidažo gelsva spalva, o vėliau išryškėja tamsiai raudonos uogos. Prinoksta rugpjūčio pabaigoje, kai maži rausvi žiedai išauga ant kotelių [11].

Juodieji serbentai (lot. *Ribes nigrum*) agrastinių šeimos augalas. Aukštis 80—150 cm, vasaržalis krūmas. Lapai skiautėti, apatinėje pusėje su liaukutėmis, kurios išskiria eterinį aliejų. Žydi balandžio — gegužės mėn. Vaisius ovalios formos, sultingas, juodos spalvos su daug sėklų. Prinoksta liepos — rugpjūčio mėn. Lietuvoje dažna rūšis. Auga krūmuose, šlapiuose ir drėgnuose miškuose. Išvesta įvairių veislių [12, 13].

Medicinoje spanguolės labiausiai siejamos su šlapimo takų gydymu [14], taip pat apsaugo nuo dantų ėduonies, mažina uždegiminius procesus organizme, padeda virškinimui bei mažina cholesterolio kiekį. Juodieji serbentai yra siejami su širdies ir kraujagyslių bei vėžinių susirgimų mažinimu, dėl savo sudėtyje esančių fitochemikalų. Taip pat pasižymi antioksidacinėmis bei priešuždegiminėmis savybėmis [15]. Epidemiologinių tyrimu metu nustatyta, kad juodųjų serbentų vartojimas su maistu, sąlygojo 2 tipo cukrinio diabeto rizikos mažinimą. Gėrimai, kurių sudėtyje yra

juodųjų serbentų ekstraktų, sumažino gliukozės, insulino ir inkretino kiekį kraujyje po valgio. Nustatyta, kad juodųjų serbentų antocianinai turėjo reikšmingą slopinamąjį poveikį angliavandenių virškinimo fermentams, tokiems kaip α -amilazė ir α -gliukozidazė. Be to, Wu'is ir kt. 2021 metais atliktame tyrime, sistemingai apžvelgė juodųjų serbentų naudą sveikatai, pavyzdžiui, antibakterinį ir antioksidacinį poveikį [16].

Juodųjų serbentų ir spanguolių morfologija pateikta 2 paveiksle, o cheminė sudėtis pateikta 1 lentelėje.



2 pav. Uogų morfologija: a) spanguolės (lot. *Vaccinium oxycoccos*); b) juodieji serbentai (lot. *Ribes nigrum*)

Angliavandeniai. Didžiąją dalį uogų sudaro vanduo (87 %) ir angliavandeniai (12 %), likusią dalį sudaro baltymai, riebalai ir skaidulinės medžiagos. Spanguolių sudėtyje daugiausiai yra gliukozės (60 %), kiek mažiau fruktozės bei sacharozės [14]. Yang'as ir kt. 2020 metais atliktame tyrime nustatė, kad juoduosiuose serbentuose gausu arabinozės (47 %), ramnozės (27 %), galaktozės (18 %). Tame pačiame tyrime teigta, jog juodųjų serbentų polisacharidai pasižymi dideliu molekulinio svoriu ir mažu tirpumu vandenyje. Tai turi įtakos jų biologiniam aktyvumui ir panaudojimui *in vivo*. Tačiau atlikti tyrimai rodo, kad mažos molekulinės masės polisacharidai pasižymi geresniu biologiniu aktyvumu, todėl yra naudingi tiek medicinoje, tiek maisto pramonėje [16].

Riebalai. Spanguolių ir juodųjų serbentų sudėtyje riebalų randama mažais kiekiais. Spanguolėse yra tokių riebalų rūgščių kaip omega-3 ir omega-6 riebalų rūgščių, o juodųjų serbentų sudėtyje vyrauja omega — 3 bei γ -linolo rūgštys [16].

Skaidulinės medžiagos. Maistinės skaidulos dažniausiai yra angliavandenių polimerai, kurie yra atsparūs virškinimui ir absorbcijai žmogaus žarnyne. Maistinės skaidulos gali būti tirpios ir netirpios. Celiuliozė, hemiceliuliozė yra pagrindiniai netirpių skaidulinių medžiagų komponentai [17, 18, 19]. Pektinas ir ligninas priskiriami tirpioms skaiduloms [20]. Daugiausia skaidulinės medžiagos randamos dribsniuose, grūduose, ankštinėse daržovėse, sėklose, vaisiuose, grybuose ir

kt. Europoje, JAV ir Kanadoje skaidulų suvartojama apie 15—18 g per dieną žmogui – perpus mažiau nei rekomenduojama (25—38 g).

Pagal Europos Parlamento ir Tarybos reglamentą (EB) NR. 1924/2006 [21], nurodyta, jog maisto produktas laikomas skaidulinių medžiagų šaltinis, jei 100 g produkto yra mažiausiai 3 g skaidulinių medžiagų arba 100 kcal tenka mažiausiai 1,5 g skaidulinių medžiagų.

1 lentelė. Uogų išspaudų miltelių cheminė sudėtis [22]

Parametras	Spanguolių išspaudų milteliai	Juodųjų serbentų išspaudų milteliai
Drėgnis, %	5,57 ± 0,11	7,97 ± 0,10
Riebalai, %	9,83 ± 0,46	13,85 ± 0,27
Baltymai, %	7,4 ± 0,06	9,05 ± 0,26
Angliavandeniai, %	9,14	24,04
Pelenai, %	0,96 ± 0,04	3,82 ± 0,02
Skaidulinių medžiagų kiekis, %	72,67 ± 1,55	49,24 ± 0,95

Tirpstant skaiduloms, susidaro gelis, kuris gali pagerinti virškinimą. Tirpios skaidulos gali sumažinti cholesterolio ir cukraus kiekį kraujyje. Tai padeda kūnui padidinti gliukozės kiekį kraujyje, taip mažinant diabeto riziką. Netirpios skaidulos sugeria vandenį į išmatas, todėl jos tampa minkštesnės ir lengviau praleidžiamos, mažiau apkraunant žarnyną. Netirpios skaidulos gali padėti pagerinti žarnyno veiklą, stabdo patogeninės mikrofloros vystymąsi. Taip pat palaiko jautrumą insulinui ir, kaip ir tirpios skaidulos, gali padėti sumažinti diabeto susirgimo riziką [23—25].

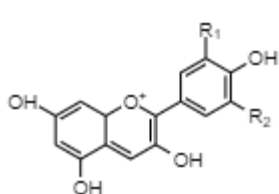
Bioaktyvieji junginiai. Uogose gausu fenolinių rūgščių, antocianinų, flavonų, flavonoidų, organinių rūgščių ir taninų. Fenolinių medžiagų kiekis priklauso nuo uogos rūšies, auginimo sąlygų, oro sąlygų, prinokimo laipsnio, derliaus nuėmimo laikotarpio bei laikymo sąlygų. Didžiausias fenolinių medžiagų kiekis randamas nokimo pradžioje bei auginant šaltesnėmis sąlygomis [14, 26]. Bioaktyvūs junginiai, kurie yra randami juodųjų serbentų ir spanguolių sudėtyje pateikti 3 paveiksle.

Spanguolės išsiskiria tuo, kad jų sudėtyje yra itin didelis kiekis proantocianinų, kurie stabdo bakterijų dauginimąsi šlapimo takuose. Šie junginiai pasižymi sutraukiamu, rūgščiu, kartoku, saldžiu skoniu bei keičia seilių klampumą. Taip pat sudėtyje gausu antocianinų, tokių kaip kvercetas, miricetas, kemferolis. Iš fenolinių rūgščių, daugiausiai randama urzolio, kavos, ferulo, *p*-kumarino, *p*-hidroksibenzoinės, galo rūgščių. Spanguolėse gausu vitamino E [11, 23—25, 26].

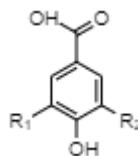
Juodieji serbentai iš kitų uogų išsiskiria savo antocianinų kiekiu. Dažniausiai pasitaikantys yra cianidinas, pelargonidinas, delfinidinas, malvidinas, peoninas, petunidinas. Dėl juodųjų serbentų sudėtyje esančių komponentų tokių kaip kvercetas, kurio didžiausi kiekiai randami žievelėje, gali būti jaučiamas „sutraukiamas“, kartus skonis [4, 8, 14]. Juoduosiuose serbentuose esantys antocianinai išlieka stabilūs net ir po technologinio apdorojimo, gaminant įvairius gėrimus ar džemus.

Juoduosiuose serbentuose, iš flavonolių, daugiausia randama kvercetino, rutino, yra itin didelis kiekis vitamino C. Juoduosiuose serbentuose sudėtyje esantys flavonoliai, naikina laisvuosius

radikalus ir sukuria chelatus su metalais, ypač su variu, kuris apsaugo vitaminą C nuo oksidacijos. Pagal *Europos Parlamento ir Tarybos reglamentą 1169/2011* [28], dėl informacijos apie maistą teikimo vartotojams, vitamino C referencinis vartojimo kiekis per parą yra 80 mg. Juoduosiuose serbentuose vitamino C kiekis varijuoja nuo 103 iki 284 mg/100g, todėl juodieji serbentai yra puikus vitamino C šaltinis [10]. Be to, sudėtyje yra ir kalcio, magnio ir kalio, kurie prisideda prie antioksidacinio aktyvumo bei geležies bei fosforo.

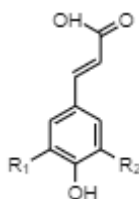


- Cianidinas
- Pelargonidinas
- Delfinidinas
- Malvidinas
- Peonidinas
- Petunidinas



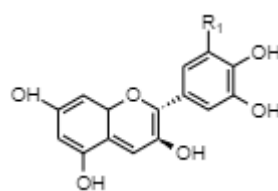
- *p*-hidroksibenzoinė rūgštis
- Galo rūgštis
- Elaginė rūgštis

ANTOCIANINAI



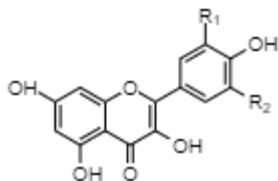
- *p*-kumarino
- Kavos rūgštis
- Ferulo rūgštis

HIDROKSIBENZOINĖS RŪGŠTYS



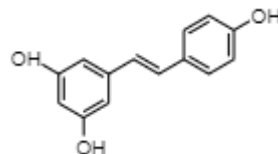
- Katechinai
- Epicatechins
- Epigallocatechin
- Epigallocatechin gallate

HIDROKSICINAMONO RŪGŠTYS



- Kemferolis
- Kvercetas
- Miricetas
- Rutinas

FLAVANOLIAI



- Resveratrolis

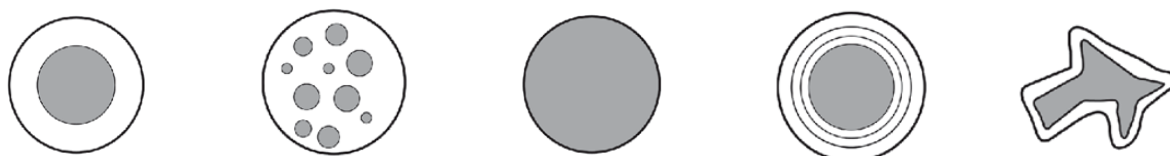
FLAVONOLIAI

STILBENAI

3 pav. Spanguolėse ir juoduosiuose serbentuose randami bioaktyvieji junginiai

1.2. Žaliavos kapsulėms ir jų charakteristika

Kapsuliuojama medžiaga vadinama šerdimi, o gaubiantis polimeras vadinamas matrica, kapsule, sienele, apvalkalu arba danga. Kapsuliuojama medžiaga gali būti kieta, skysta ir net dujinė. Gali būti skirtingo dydžio, o gautų miltelių morfologija ir struktūra gali skirtis, priklausomai nuo taikomos mikrokapsuliuojimo technikos (7 paveikslas). Dažnai naudojamos, gaminant miltelius, siekiant padidinti našumą bei pagerinti miltelių savybes [29].



4 pav. Galimos dalelių struktūros, gaunamos įkapsuliuojimo metu: a) branduolys su kapsule; b) su keliais branduoliais; c) matrica; d) branduolys su kelių sluoksnių kapsule; e) netaisyklingos formos [29]

Kapsulė veikia kaip fizinis barjeras tarp funkcionalaus ingrediento ir aplinkos sąlygų, kurios gali sukelti bioaktyvių komponentų degradaciją, bei išsaugo miltelių savybes. Šios medžiagos padidina

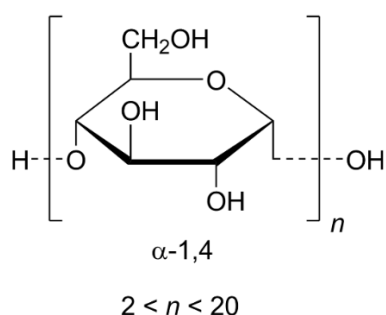
bioaktyvių komponentų stabilumą ir prailgina tinkamumo vartoti terminą. Pagerina kvapą bei skonį, apsaugo nuo temperatūros ir šviesos poveikio. Tokios medžiagos padidina miltelių išeigą 36 %. Nustatyta, jog naudojant didesnę kapsulės medžiagos koncentraciją, padidėja miltelių stabilumas, higroskopiškumas [30].

Vienas iš aspektų, renkantis apvaskalą — kad jis nereaguotų su šerdimi. Įprastai gali būti gaminamas iš baltymų, lipidų, sintetinių polimerų ir dažniausiai yra netirpus. Siekiant padengti pagrindinę medžiagą kapsule, ji yra naudojama skysčio pavidalu ir turi turėti geras plėvelės formuojančias savybes, kurios apsaugotų šerdį nuo deguonies, šviesos, vandens, slėgio, karščio ar kitų išorinių veiksnių [29, 31]. Kapsulės turi pasižymėti mažu higroskopiškumu, mažu klampumu, esant didelei kietųjų medžiagų koncentracijai, gebėjimu emulguoti ir stabilizuoti pagrindinę medžiagą, nereaktyvumu, geru plėvelės susidarymu, maksimalia apsauga nuo šviesos, pH ir deguonies, nemalonaus skonio ir kvapo nebuvimu bei maža kaina [32, 33].

1.2.1. Maltodekstrinas

Maltodekstrinai priklauso oligosacharidų mišinių grupei, kurie yra gaunami iš krakmolo. Dažniausiai tiekiami džiovintų produktų ir koncentruotų tirpalų pavidalu. Skysti produktai pasižymi panašiomis savybėmis kaip ir gliukozės sirupai, o džiovinti produktai — į gliukozės (kukurūzų) sirupo kietąsias medžiagas. Yra gerai tirpstantys vandenyje bei sudaro lipnius tirpalus. MD pasižymi šiek tiek saldžiu skoniu. Didėjant vidutiniam maltodekstrino grandinės ilgiui, saldumo laipsnis mažėja [34]. Cheminė MD struktūra pateikta 5 paveiksle.

MD turi santykiniai didelę molekulinę masę ir mažą redukcinę galią. Dėl didelės MD molekulinės masės, jų tirpalai pasižymi mažu osmosiniu slėgiu, dideliu klampumu ir mažu saldumu. MD beveik nedalyvauja Mailardo reakcijose, dėl mažos redukcinės galios. Nustatyta, kad MD yra naudingi perdurbant maisto produktus. Dėl didelio tirpalo klampumo, jie gali būti naudojami, siekiant pagerinti skonį, nepridedant saldumo. Pavyzdžiui, gali būti naudojamas pomidorų kokteiliuose, kad padėtų „sulaikyti“ pomidorų kietąsias medžiagas ir pagerintų skonį [35].



5 pav. Maltodekstrino cheminė struktūra [36]

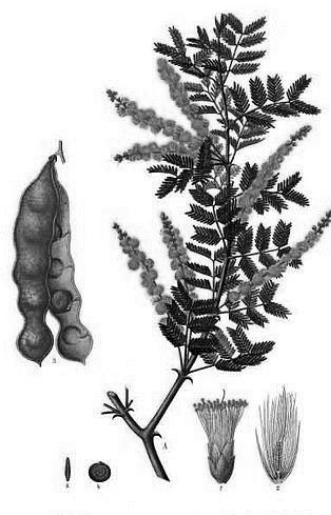
Pasižymi labai geromis tūrio bei plėvelės susidarymo savybėmis, pagerina skonines savybes, sujungia riebalus, sumažina pralaidumą deguoniui. Be to, MD gerai tirpsta vandenyje, todėl gali žymiai sumažinti klampumą [37].

Nustatyta, jog pritaikius maltodekstriną įkapsuliavimo procese, sumžinama antocianinų degradacija, keičiantis pH. Esant žemesniam pH, pastebimas didesnis stabilumas, prailginamas tinkamumo vartoti terminas bei sumažinamas degradacijos laipsnis [33, 38]. Nors ir turi gerų įkapsuliavimo

savybių, tačiau neturi emulsinių savybių, todėl dažnai, kartu su MD, naudojami lieso pieno milteliai arba gumiarabikas (GA).

1.2.2. Gumiarabikas

Gumiarabikas yra heteropolisacharidas, turintis polipeptidus. Gaunamas iš akacijų medžių (lot. *Acacia Senegal*) (6 paveikslas). Tai labai šakotas polimeras, sudarytas iš maždaug 2 % baltymų ir daug angliavandenių (*D*-galaktozės, *L*-ramnozės, *L*-arabinozės ir *D*-gliukurono rūgšties) [32]. Jis gali būti suskirstytas į skirtingas frakcijas, kurios skiriasi savo chemine sudėtimi, struktūra ir molekulinės masės pasiskirstymu. GA dažniausiai naudojamas kaip stabilizatorius ir emulsiklis maisto ir farmacijos pramonėje.



6 pav. Senegalinės akacijos morfologija (lot. *Acacia senegal*)

Artimuosiuose Rytuose ir Šiaurės Afrikoje šis polisacharidas buvo plačiai naudojamas medicinoje, siekiant sumažinti hemodializės poreikį ir dažnumą, gydant lėtiniu inkstų nepakankamumu sergančius pacientus, bei kaip burnos higienos priemonė.

GA milteliai gali būti panaudojami, kuriant įvairius funkcinius maisto produktus. Milteliai pasižymi geromis emulsinimo savybėmis, dideliu tirpumu, mažu klampumu ir geromis lakiųjų medžiagų sulaikymo savybėmis. Formuoja minkštus elastingus gelius, pasižymi silpnu tempimo stiprumu, hidrokoloidinis. Dėl šių savybių, GA galėtų būti naudojamas kaip kapsuliuojamoji medžiaga įkapsuliuavimo procese [39].

MD ir GA mišinys sumažina įkapsuliuotų miltelių lipumą, padidina miltelių išeigą [20, 32]. Polisacharidai yra naudojami dažniausiai, nes yra pigūs ir tinkami, didinant hidrofobinių šerdies medžiagų tirpumą vandenyje, kas yra svarbu, didinant biologinį prieinamumą. Į vieną polisacharidų sistemą dažnai pridedami kiti junginiai (pvz., baltymai), kad susidarytų kompaktiškos struktūros hibridinis apvalkalas, pagerinantis atsparumą deguoniui. Kryžminis ryšys leidžia slopinti pagrindinių medžiagų autooksidaciją ir išsiskyrimą. Be to, nustatyta, kad kryžminiai IB izoliatai yra atsparūs virškinimui skrandžio skystyje su pepsinu [4, 40–43]. Nustatyta, jog naudojant MD, užtikrinamas didesnis antocianinų stabilumas bei mažiausia skilimo greičio konstanta [44].

1.2.3. Išrūgų baltymai

Dėl didelių sūrio, varškės, kazeino gamybos mastų, gaunamas išrūgų baltymų kiekis kasmet vis didėja. Norint pagaminti 1 kg sūrio, reikia sunaudoti 10 kg pieno, iš kurio gaunama 9 kg sūrio išrūgų [16].

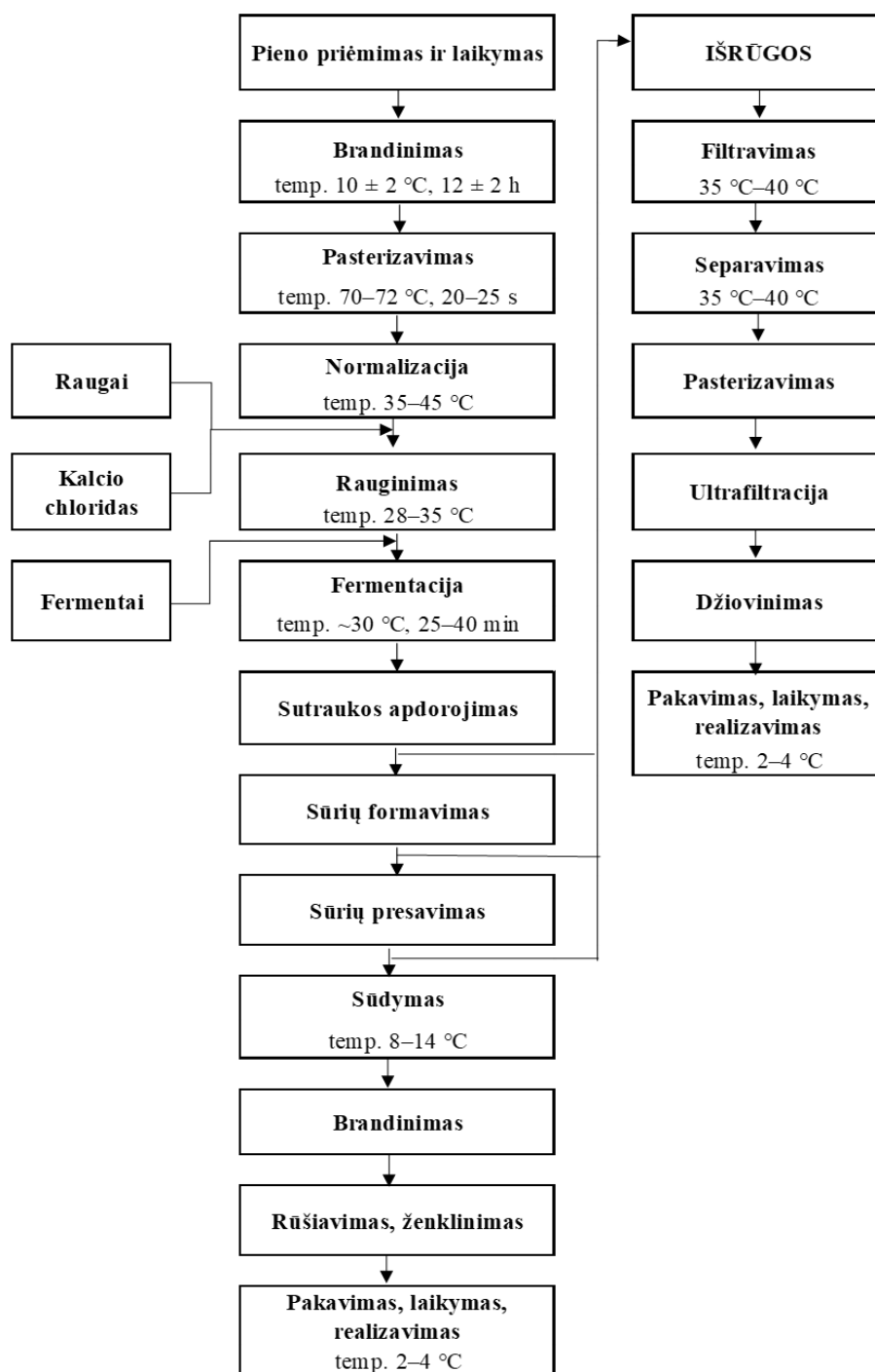
Išrūgos yra šalutinis gamyboje susidaręs produktas ir yra tinkamas maisto produktų praturtinimui. Skirtingų išrūgų rūšių cheminė sudėtis pateikta 2 lentelėje. Išrūgų sudėtyje gausu mineralinių medžiagų, laktozės, sausųjų medžiagų, fosforo, tirpių baltymų, pieno rūgšties, riebalų, o pH siekia nuo 3,3 iki 9. Be to, sudėtyje gali būti ir citrinų rūgšties, nebaltyminių azoto junginių bei B grupės vitaminų. Labiausiai paplitusi komercinė išrūgų baltymų forma yra išrūgų baltymų izoliatas (IB), kuriame baltymų kiekis yra ≥ 90 %. Taip pat gali būti naudojamas natrio kazeinatas [4, 6]. IB yra α -laktoalbumino, β -laktoalbumino, galvijų serumo albumino, laktoferino. Siekiant padidinti IB vertę, taikoma fermentinė regeneruotų ir išgrynintų išrūgų hidrolizė, kai gaunami baltymų hidrolizatai, kurie yra geriau virškinami ir absorbuojami žarnyne.

2 lentelė. Skirtingų išrūgų baltymų cheminės sudėties palyginimas [45]

Parametras	Standartinės išrūgos	Saldžios išrūgos	Rūgščios išrūgos	Sūrios išrūgos
Sausosios medžiagos, %	$2,5 \pm 0,01$	$16,8 \pm 0,01$	$2,86 \pm 0,07$	$8,9 \pm 0,01$
Pelenai, %	$0,2 \pm 0,003$	$0,7 \pm 0,08$	$0,21 \pm 0,01$	$1,7 \pm 0,11$
Baltymai, %	$2,2 \pm 0,01$	$10,8 \pm 0,4$	$1,73 \pm 0,01$	$1,0 \pm 0,1$
pH	$6,5 \pm 0,03$	$6,4 \pm 0,02$	$4,2 \pm 0,02$	$5,5 \pm 0,01$
Laktozė, %	$0,1 \pm 0,02$	$2,9 \pm 0,03$	$0,7 \pm 0,02$	$2,4 \pm 0,3$
Kalcis, mg/100g	40 ± 1	20 ± 3	140 ± 10	80 ± 1
Kalis, mg/100g	30 ± 1	100 ± 20	$10 \pm 0,0$	50 ± 6
Magnis, mg/100g	20 ± 1	10 ± 1	10 ± 1	10 ± 6
Natris, mg/100g	10 ± 4	400 ± 20	30 ± 10	1100 ± 50
Fosfatai, mg/100g	20 ± 2	30 ± 6	10 ± 3	20 ± 1

Išrūgos susidaro, gaminant varškę, fermentinius sūrius ar kazeiną, kaip gamybos antrinė žaliava. Surauginus pieną, vėliau atskiriama sutrauka, iš kurios gali būti gaminami IB. Išrūgų pH priklauso nuo rauginimo būdo: gaminant fermentinius sūrius, išrūgų pH siekia 5,9—6,6 (gaunamos saldžios išrūgos), o gaminant varškę, pH siekia 4,3—4,6 (gaunamos rūgščios išrūgos). Išrūgos susidaro kazeino baltymams koaguliavus, veikiant šliužo fermentui. Atsiskiria varškės grūdėliai, o likęs skystis vadinamas išrūgomis. Pavyzdinė išrūgų susidarymo schema pavaizduota 4 paveiksle. Jų spalva priklauso nuo pieno kokybės ir varijuoja nuo gelsvos, žalsvos, kartais net melsvos spalvos. Išrūgos gali būti gaunamos iš bet kokios rūšies pieno, tačiau dažniausiai perdirbamas yra karvės pienas.

Be to, IB pasižymi ir antibakterinėmis savybėmis, gali būti apdoroti į hidrogelius arba nanodaleles, pasižymi geromis emulsinimo ir gelinimo savybėmis ir yra tinkami naudoti baltyminių gėrimų gamyboje, dėl savo sudėtyje esančių aminorūgščių kiekio. Dėl šių savybių IB galėtų būti panaudojami antriniam perdirbimui, ypač funkciniais gėrimams kurti.



7 pav. Fermentinių sūrių gamybos schema

IB gali būti naudojami, kaip alternatyva, polisacharidinėms sienelėms kurti, kurios pasižymėtu didesniu funkcionalumu [4, 46, 47]. Naudojant IB kapules, skirtingai nei su maltodekstrinu (MD), išsaugomos polifenolinės medžiagos bei antioksidacinis aktyvumas viso virškinimo metu. Be to, IB molekulės turi siejančių savybių su antocianinais, kovalentiniais ir nekovalentiniais ryšiais, dėl ko yra formuojami kompleksai, atsakingi už molekulių stabilumą ir biologinį prieinamumą [34].

1.3. Įkapsuliavimas ir džiovinimas

Bendroji charakteristika. Mikrokapsuliavimas yra procesas, kurio metu pagrindinė medžiaga yra apgaubiamą kapsuliuojančios polimerinės medžiagos plėvelės ir susidaro nuo mikrometro iki milimetro dydžio dalelės [48].

Modifikavimo tikslas yra stabilizuoti įkapsuliuotas medžiagas, kontroliuoti jų oksidacines reakcijas, pagerinti skonines, kvapo ar išvaizdos savybes, prailginti tinkamumo vartoti terminą, mažinti lakumą, reaktyvumą, apsaugoti nuo vertingų komponentu netekimo, padidinti stabilumą.

Purškiamasis džiovinimas. Uogų išspaudos yra labai greitai gendančios medžiagos, dėl didelio drėgnumo, kuris siekia ~ 60–70 %. Todėl džiovinimas yra svarbus apdorojimo etapas, užtikrinantis produkto stabilumą bei funkcinių savybių išsaugojimą, tinkamumo vartoti termino atžvilgiu. Taip pat uogų išspaudose esančios fitocheminės medžiagos, gali būti dedamos tiesiai į maistą, tačiau, dėl savo jautrumo aplinkos veiksniams, dažnai jos gali būti papildomai apdorojamos, kad galėtų atlikti paskirtas funkcijas. Pavyzdžiui, antocianinai yra natūralūs vandenyje tirpūs dažai, kurie yra jautrūs pH pokyčiams. Be to, tokios medžiagos pasižymi nemalonių, sutraukiančių skoniu, todėl naudojama mikrokapsuliuavimo technika, kuri ne tik apsaugo nuo aplinkos poveikio, išsaugo komponentų stabilumą, bet ir suteikia malonesnį skonį [38, 49, 50].

Purškiamasis džiovinimas yra gerai žinomas, energiją taupantis ir lengvai valdomas džiovinimo būdas, kai skystis yra paverčiamas į miltelius. Dažniausiai naudojamas maisto pramonėje, ypač pieno sektoriuje, siekiant užtikrinti mikrobiologinį produkto stabilumą ir tuo pačiu išvengti cheminio bei biologinio poveikio, sumažinti sandėliavimo ir transporto išlaidas bei sukurti produktą, turintį specifinių savybių (pvz., padidintas tirpumas). Taip pat ši technika naudinga, siekiant pagerinti spalvą ir užmaskuoti nepageidaujamą skonį. Šios savybės yra gaunamos, dėl vandens kiekio ir aktyvumo sumažėjimo [40].

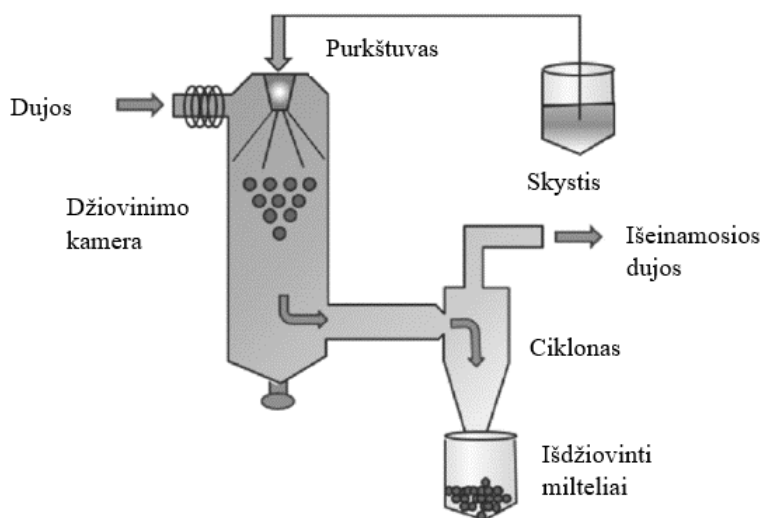
Purškiamasis džiovinimas gali būti taikomas labiliems, jautriems šviesai ir pH pokyčiams junginiams, apsaugoti nuo deguonies, šilumos bei metalo jonų pertekliaus įtakos [51, 52]. Džiovinimas purškiant pasirodė ypač naudingas farmakologiskai aktyvių medžiagų gamybai, kurios yra jautrios aukštai temperatūrai ir gali būti ištirpintos lakiam tirpiklyje [26].

Veikimo principas. Purškiamojo džiovinimo proceso principas – šerdies (saugomų junginių) ištirpinimas pasirinktos kapsulės dispersijoje. Vėliau, mišinys purškiamas į pašildytą orą, o tai skatina greitą tirpiklio (vandens) pašalinimą. Miltelių pavidalo dalelių kokybei įtakos turi naudojamos kapsulės tipas ir purškiamojo džiovinimo veikimo sąlygos, pvz., įleidimo ir išleidimo temperatūra, oro tiekimo srautas ir išleidžiamo oro srautas [32]. Nors ir yra naudojama aukšta temperatūra, tačiau ji išlieka tik trumpą laiką, todėl poveikis jautriems junginiams yra minimalus [53]. Principinė purškiamojo džiovinimo schema pateikta 8 paveiksle.

Pagrindiniai purškiamojo džiovinimo etapai. Kapsuliuavimas džiovinant susideda iš keturių pagrindinių etapų: stabilios emulsijos paruošimas, dispersijos homogenizavimas, emulsijos purškimas ir atomizuotų dalelių dehidracija. Paprastai pirmasis etapas atliekamas, ištirpinant sienines medžiagas distiliuotame vandenyje ir emulsuojant, arba disperguojant, naudojant magnetinį maišytuvą per naktį 25 laipsnių temperatūroje, siekiant užtikrinti visišką polimerų molekulių prisotinimą ir išvengti bet kokių temperatūros skirtumų sukeltų pokyčių. Prieš pradėdant antrąjį etapą, į paruoštą šerdinės medžiagos suspensiją, galima pridėti kapsulės medžiagų ir emulsiklių, atsižvelgiant į emulgavimo savybes. Susidariusi emulsija, turinti kapsulės medžiagų ir šerdies medžiagų, turi būti stabili iki džiovinimo etapo [30, 54].

Maža kaina, paprasta įranga bei geros kokybės miltelių gamyba [32, 55]. Nepaisant purškiamo džiovinimo procese sunaudotos energijos, šilumos atžvilgiu, įrodyta, kad purškiamasis džiovinimas yra efektyvesnis, nei džiovinimas užšaldant, o kaina yra 30–50 kartų mažesnė. Tačiau šiai

technikai reikalingos aukštos temperatūros sąlygos ir prieiga prie oro srauto. Nors purškimo džiovintuvo temperatūra yra aukšta, reikia tik trumpo veikimo laiko (kelių sekundžių), o vandens garavimas vyksta nuo 30 iki 50 laipsnių temperatūros [54]. Nustatyta, kad džiovinimas purškiant, stabilizuoja polifenolines medžiagas, dėl mažesnio drėgmės ir vandens aktyvumo kiekio, vandens pašalinimo padidėja aktyvių komponentų koncentracija, o kapsulės forma apsaugo polifenolines medžiagas nuo skilimo [56, 57].



8 pav. Principinė purškiamojo džiovinimo schema

Džiovinimo purškiant metu, dėl lašelių sukibimo, ant džiovinimo kameros sienelių gali susidaryti aglomeratai, dėl kurių gali sumažėti džiovinimo proceso efektyvumas. Dėl mažos molekulinės masės cukrų, atsiranda ir miltelių lipnumo problema.

Purškiamojo džiovinimo proceso parametrai turi įtakos (iš dalies arba visiškai) miltelių kokybei. Be to, yra ir kitų purškiamojo džiovinimo parametru, tokių kaip purkštuko tipas, skersmuo ir purškimo greitis. Pavyzdžiui, pneumatiniai purkštuko purkštukai gali padėti susidaryti labai mažiems lašeliams ir palengvinti bei pagreitinti džiovinimo procesą. Purškimo slėgis gali sumažinti lašelių dydį. Šis procesas leidžia gauti kompaktiškesnius miltelius su mažesniu poringumu. Purškiamojo džiovinimo galvutė pavaizduota 9 paveiksle. Norint, kad purškiamasis džiovinimas būtų kuo efektyvesnis ir našesnis, svarbu naudoti kuo smulčiau sumaltas daleles.



9 pav. Purškiamosios džiovyklės galvutė

Be to, kapsulės naudojimas yra dar vienas kritinis taškas džiovinimo metu. Ekstraktus, kuriuose gausu cukraus, sunku tiesiogiai išdžiovinti purškiant, nenaudojant nešiklio. Ekstraktai, kuriuose yra daug cukrų, gali padidinti lipnumą ir žemą stiklėjimo temperatūrą, todėl dalelės sunkiai džiūsta ir nusėda ant džiovinimo bunkerio sienelių. Viena iš dažniausiai pasitaikančių problemų purškiamo džiovinimo metu – augalų ekstraktų miltelių lipnumas ant džiovinimo kameros sienelių. Augalinės kilmės milteliai yra higroskopiški, nes purškiamos sausų miltelių dalelės gali lengvai sugerti

drėgmę iš aplinkos ir sukelti miltelių paviršiaus lipnumą. Taigi, proceso optimizavimas yra svarbus žingsnis, siekiant gauti reikiamos sudėties įkapsuliuotus miltelius [58].

Optimizavimas

Temperatūra yra vienas iš pagrindinių rodiklių purškiamajame džiovinyje. Temperatūra turi būti pakankamai aukšta, kad būtų pašalinama visa drėgmė iš mėginio, tačiau tuo pat metu išsaugomi bioaktyvieji komponentai. Padavimo temperatūra svyruoja nuo 100 iki 200°C temperatūros (dažniausiai 150 °C—190 °C). Naudojamas tiriamasis skystis tokioje temperatūroje išlieka labai trumpą laiką, todėl bioaktyvieji junginiai neturėtų būti pažeidžiami. Nepaisant to, aukšta temperatūra gali sukelti įvairius cheminius pokyčius. Nustatyta, jog, naudojant aukštesnę džiovavimo temperatūrą, sumažėja miltelių lipnumas, dėl sumažėjusio drėgmės kiekio, pagerinama miltelių išseiga, užtikrinamas geresnis džiovavimo efektyvumas ir geresnės miltelių savybės [53].

Suspensijos srauto greitis bei koncentracija taip pat svarbūs parametrai. Per didelis srauto greitis gali neigiamai paveikti miltelių savybes ir sumažinti išseigą, tačiau per mažas srauto greitis gali lemti neefektyvų energijos panaudojimą. Dėl didelio srauto greičio, gali padidėti neišdžiovintų dalelių kiekis. Tačiau, srauto greitis ypač svarbus džiovinant žemesnėje temperatūroje. Nustatyta, jog srauto greitis turi įtakos susidariusių miltelių dalelių dydžiui bei formai [53].

Oro srauto greičio įtaka džiovinant purškiamuoju džioviniu yra mažiau tiriamas parametras. Dažniausiai naudojamas 40, 45 ir 50 l/min oro srauto greitis. Nustatyta, jog naudojant didesnę oro srauto greitį, dėl sumažėjusio mėginio sąlyčio su džiovinamu oru, padidėja bendras fenolinių medžiagų kiekis. Be to, esant didesniam oro srautui, gaunamų miltelių drėgmės kiekis gaunamas mažesnis, nes susidaro mažesni purškiami lašeliai. Kontaktinis paviršius tarp lašelių ir karšto oro yra didesnis, vandens šalinimui reikia mažiau energijos. Nustatyta, jog didėjantis oro srautas sumažina vidutinį dalelių skersmenį ir pagerina miltelių takumą, pagerina miltelių išseigą ir džiovavimo efektyvumą.

1.4. Netirpių dalelių įkapsuliavimas

Šiuo metu kuriamos naujos technologijos, pritaikomos netirpių dalelių įkapsuliavimui. Osorio-Arias'o ir kt. 2020 metais atliktame tyrime buvo naudoti kavos tirščių milteliai, įkapsuliuoti su išrūgų baltymais. Gauti milteliai pasižymėjo geromis technologinėmis savybėmis, tokiomis kaip tirpumas, aliejaus sulaikymo geba bei tankis. Dėl tokių miltelių savybių, jie gali būti pritaikomi maisto produktų, emulsijos sistemos stabilizavimui, putų sudarymui (pvz., ledų, jogurto gamyboje) bei skaidulinių medžiagų kiekio praturtinimui [59].

1.4.1. Purškiamojo džiovavimo parametrų įtaka miltelių kokybei

Drėgmė. Mažas gautų miltelių drėgnumas yra vienas iš pagrindinių purškiamojo džiovavimo proceso tikslų. Pagrindinis purškiamojo džiovavimo parametras, turintis įtakos drėgmės kiekiui, yra įleidimo temperatūra. Nustatyta, kad žema džiovavimo temperatūra gali turėti įtakos aglomeracijai. Higroskopiskumas – tai miltelių gebėjimas sugerti drėgmę iš aplinkos. Sausuose ekstraktuose dažniausiai yra susijęs su miltelių poringumu arba cukraus kiekiu ir paprastai priklauso nuo stiklėjimo temperatūros [53, 60].

Spalva. Keli tyrimai parodė, kad naudojant aukštesnę džiovavimo temperatūrą milteliai gaunami tamsesni. Spalvos pokyčiai dažniausiai paaiškinami nefermentinėmis rudumo reakcijomis, tarp natūraliai esančių junginių džiovinant arba pigmento oksidacija [26].

Dalelių dydis. Miltelių dalelių dydis yra viena iš svarbiausių miltelių savybių. Nustatyta, kad esant žemesnei įėjimo temperatūrai, dalelės yra netaisyklingos formos su struktūriniais įtrūkimais, o aukštesnėje įleidimo temperatūroje gautos miltelių dalelės mažesnės ir sferinės formos. Dalelių dydis ir forma turi didelę įtaką miltelių suspaudimo ir tekėjimo savybėms ir turi tiesioginės įtakos miltelių geometrijai bei dalelių sąveikai. Gauti milteliai, purkšti aukštesnėje temperatūroje pasižymi stabilumu, nes sumažėja dalelių sluoksnio suspaudžiamumas ir takumas. Be to, įkapsuliuoti milteliai labiau tirpūs, dėl padidėjusio dalelių ir tirpiklio kontaktinio paviršiaus [53, 61].

Tirpumas. Gauti modifikuoti milteliai pasižymi dideliu tirpumu, kuris leidžia juos panaudoti gaminant gėrimus arba sirupus. Pavyzdžiui, MD plačiai naudojamas gaminant tirpią arbatą, nes, palyginti su kitomis dangos medžiagomis, gerai tirpsta vandenyje (daugiau kaip 75 %). Kai kuriais atvejais nustatyta, kad tirpumas buvo atvirkščiai proporcingas drėgmės kiekiui, kai mažas drėgmės kiekis turi įtakos greitam tirpumui [62].

1.5. Įkapsuliuotų miltelių panaudojimas maisto prieduose ir produktuose

Maisto priedai paprastai yra jautrūs šviesai, karščiui ir oksidacijai. Per pastaruosius tris dešimtmečius natūralūs priedai sulaukė daug dėmesio pramonėje ir rinkoje. Be to, vartotojai renkasi maistą, kuriame yra natūralių priedų.

Modifikuoti uogų išspaudų milteliai pasižymi didesniu stabilumu, sumažinamas įkapsuliuotų miltelių tūris, todėl sunaudojamos mažesnės sandėliavimo ir transportavimo sąnaudos. Gauti milteliai gali būti naudojami maisto papildų gamyboje arba įmaišomi į maisto produktus, siekiant gauti naujų funkcinių produktų. Gali būti naudojami kaip konservantai, maistiniai priedai, dažikliai, kvapiosios medžiagos, tekstūrą suteikiančios medžiagos ir įvairios medžiagos. Miltelius galima suspausti į piliulę arba sudėti į kapsules, skiesti iki sirupų. Nustatyta, kad skysto ekstrakto pavertimas milteliais ir suspaudimas į tabletes, užtikrina laikymo stabilumą, tikslų dozavimą ir organoleptinių savybių kontrolę [48, 63—65].

Įkapsuliuotų miltelių panaudojimas maisto prieduose

Dažikliai. Yra naudojami norint pagerinti spalvos parametrus. Šalutinės maisto atliekos, tokios kaip uogų išspaudos (aronijų, mėlynių, spanguolių ir kt.) gausu pigmentų, kurie yra tinkami pakeisti sintetinius dažus maiste, kosmetikoje ir vaistams. Be to, daugelis tyrimų rodo, kad natūralūs pigmentai, tokie kaip antocianinai, turi ir įvairių biologinių savybių.

Konservantai. Labiausiai ištirti natūralūs priedai yra antioksidantai ir antimikrobinės medžiagos, kurie apsaugo nuo gedimo, maistinių medžiagų irimo pašalinio skonio susidarymo, oksiduojantis riebalams maisto produktuose. Polifenoliai turi savybę pašalinti reaktyvius junginius ir sumažinti oksidacinį ląstelių pažeidimą. Praturtina maistinę vertę ir turi teigiamą poveikį kokybei (spalvai, aromalui, tekstūrai). Sėklų atliekose dažniausiai gausu aliejų, kurie yra chemiškai nestabilūs ir jautrūs, veikiami deguonies, šviesos, drėgmės ir aukštesnės temperatūros. Dėl oksidacinio skilimo prarandama maistinė kokybė, susidaro nepageidaujami skoniai ir sutrumpėja tinkamumo vartoti terminas. Taip pat kai kurie pigmentai (karotinoidai) ar vitaminai (askorbo rūgštis ir tokoferolis)

plačiai naudojami kaip apsauga nuo oksidacinės maisto produktų žalos. Antimikrobinio aktyvumo junginiai, gauti iš maisto atliekų, gali būti augalinės arba gyvūninės kilmės. Antimikrobinių medžiagų galima dėti ne tik į maisto produktą, bet ir į pakuotę.

Tekstūravimo medžiagos. Tai grupė skirtingų emulsiklių, stabilizatorių, tirštiklių, plačiai naudojamų maisto pramonėje, siekiant pakeisti bendrą maisto produktų tekstūrą ir skonį. Žievelės ir sėklų atliekų milteliai gali būti naudojami, siekiant pagerinti maisto produkto tekstūrą, dėl didelio pektinų ir skaidulų kiekio. Vaisių atliekos (minkštimas, išspaudos, žievelės) yra gerai žinomi maistinių skaidulų šaltiniai. Maistinių skaidulų naudojimas kasdienėje mityboje gali padėti išvengti ir gydyti daugybę ligų, įskaitant diabetą, virškinimo trakto ir širdies ir kraujagyslių ligas. Be to, jie turi daug funkcinių ir technologinių savybių, pavyzdžiui, želė sudarymas. Taip pat netirpios maistinės skaidulos gali būti fenolinių junginių nešikliai. Emulsiklius galima gauti iš įvairių šalutinių maisto produktų, tokių kaip žuvies pramonės atliekos, šamų atliekos, kiaušinių atliekos ir cukranendrių išspaudos.

Įkapsuliuotų miltelių panaudojimas maisto produktuose

Jogurte naudojami ingredientai, tokie kaip pienas, pieno milteliai, cukrus, vaisiai, kvapiosios medžiagos, dažikliai, emulsikliai, stabilizatoriai ir specifinės grynos pieno rūgšties bakterijų pradinės kultūros. Todėl dabartinė tendencija jogurto fermentacijos metu, kartu su pradine kultūra bakterijomis, pridėti kitų prebiotinių medžiagų (pvz., skaidulinių medžiagų), kad būtų suaktyvintos probiotinės savybės [48, 63—65].

Jogurte ir pieno produktuose nėra skaidulų. Jos yra vaisių, grūdų, sėklų ir daržovių ląstelių sienos komponentas. Į pieno produktus dedama įvairių šaltinių skaidulinių medžiagų, dėl jų vandens sulaikymo galimybių ir gebėjimo padidinti produkcijos derlingumą, sumažinti lipidų susilaikymą, pagerinti tekstūros savybes ir struktūrą bei sumažinti kalorijų kiekį [66].

Jogurtas - fermentuotas su *B. lactis* ir *L. acidophilus* bakterijomis ir praturtintas polifenolinėmis medžiagomis, pasirodė esąs priimtinas probiotinis pieno produktas. Buvo padaryta išvada, kad pridėdamas polifenolinių medžiagų, padidėjo probiotinis aktyvumas ir jogurto antioksidacinis aktyvumas. Toks jogurtas, gali veikti kaip natūralus aukštos kokybės antioksidantų ir bioaktyvių junginių šaltinis. Polifenoliniai junginiai galėtų tinkamai apsaugoti probiotines bakterijas, gaminant ir laikant jogurtą [42, 66].

Geriamieji jogurtai paprastai gaminami iš pieno, pridėdamas jogurto pradinių kultūrų, pieno miltelių, vaisių, grūdų ir baltymų. Pieno pramonė ir tyrėjai šiuo metu ieško produktų, kurių riebumas, cukraus kiekis būtų mažesnis ir kurie būtų praturtinti skaidulomis. Be to, įvairių ingredientų įvedimas į geriamus jogurto preparatus gali paveikti šių greitai gendančių maisto produktų tinkamumo vartoti terminą. Geriamuose jogurtuose su pasifloro skaidulomis buvo daug netirpių skaidulų ir mineralų, palyginti su kontroliniu jogurtu. Padidėjo geriamojo jogurto klampa ir sumažėjo sinerezė, dėl atitinkamo skaidulų kiekio padidėjimo. Laikymo metu, pH ir gyvybingų pieno rūgšties bakterijų skaičius sumažėjo, o sinerezė padidėjo, o numatomas produkto galiojimo laikas buvo 21 diena [32].

1.6. Literatūros apžvalgos apibendrinimas

Apžvelgus mokslinę literatūrą, galima teigti, jog maisto perdirbimo pramonėje, susidarantys šalutiniai maisto produktai, turi didelį potencialą būti naudojami, gaminant aukštesnės pridėtinės vertės produktus. Gėrimų sektoriuje likusios nepanaudotos uogų išspaudos turi daug skaidulinių medžiagų bei biologiškai aktyvių komponentų. Įkapsuliavimo technologija gali padėti išsaugoti bioaktyvių junginių kiekį bei pagerinti skonines savybes. Siekiant sudaryti plėvelę purškiamojo džiovavimo metu, gali būti naudojami išrūgų baltymai. Tai yra plačiai naudojamas šalutinis produktas, kuris pasižymi geromis stingimo, putų ir emulsijos susidarymo savybėmis, pasižymi dideliu tirpumu bei mažu klampumu, geru virškinamumu bei dideliu aminorūgščių kiekiu. Gautas produktas gali būti naudojamas jogurto gėrimų gamyboje. Be to, į jogurtus dedama įvairių skaidulinių medžiagų, dėl jų vandens sulaikymo galimybių, tekstūros ir struktūros pagerinimo savybių. Be to, rasta nedaug tyrimų, kuriuose būtų atliekamas netirpių skaidulų įkapsuliavimas, todėl šios technologijos tobulinimas yra svarbus funkcinių produktų kūrimui.

2. TYRIMO METODAI IR MEDŽIAGOS

Šiame skyriuje pateikti baigiamąjo magistro projekto metu naudotos medžiagos, išskirti tyrimo objektai bei pateiktos metodikos tyrimams atlikti.

2.1. Tyrimo medžiagos

Tyrimo metu naudotos medžiagos pateiktos 3 lentelėje.

3 lentelė. Tyrimo metu naudotos medžiagos

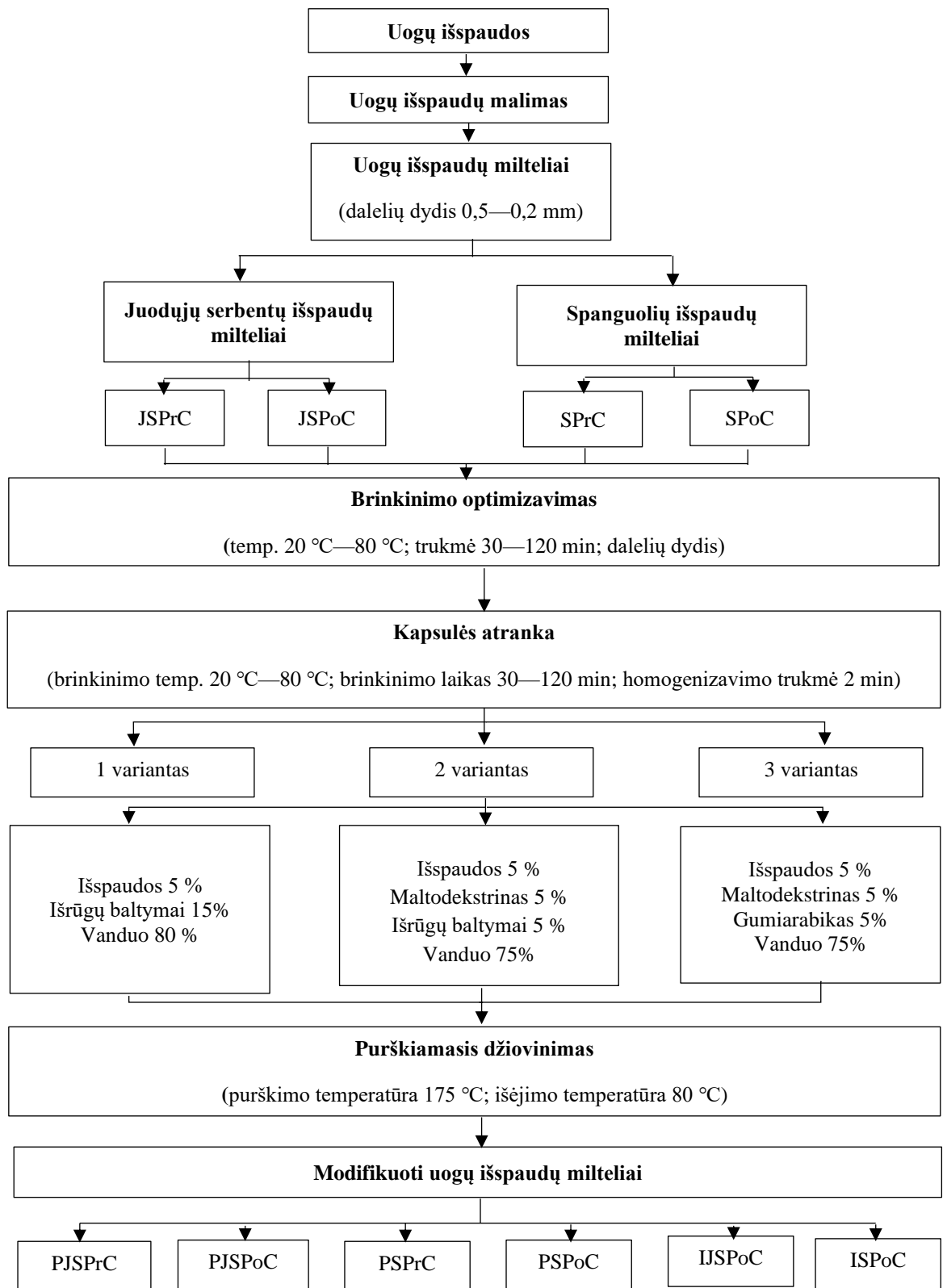
Nr.	Pavadinimas	Gamintojas
1.	Juodųjų serbentų išspaudos	UAB „Fudo“
2.	Spanguolių išspaudos	UAB „Fudo“
3.	Išrūgų baltymų izoliatas	UAB „Sveika energija“, Lietuva
4.	Gumiarabikas	„Fun Cakes“, Olandija
5.	Maltodekstrinas	„MyProtein“, Jungtinė Karalystė
6.	Skaidulų nustatymo rinkinys (K-TDFR-100A/K-TDFR-200A 04/17)	„Megazyme International“, Airija
7.	Natrio hidroksidas (NaOH)	„Reachem s.r.o“, Slovakija
8.	Druskos rūgštis (HCl)	„Sigma-Aldrich“, Vokietija
9.	Žemės ūkio kilmės etilo alkoholis (96%)	„Stumbras“, Lietuva
10.	Acetonas	„Reachem s.r.o“, Slovakija
11.	Koncentruota sieros rūgštis H ₂ SO ₄	„Sigma-Aldrich“, Vokietija
12.	Boro rūgšties tirpalas	„Sigma-Aldrich“, Vokietija
14.	Heksanas	„Reachem s.r.o“, Slovakija
15.	Pienas (1% riebi.)	„Farm Milk“, Lenkija
16.	Jogurto bakterijos (YC-X11)	„Chr. Hansen A/S“, Danija
17.	Folin-Ciocalteu reagentas	„Sigma-Aldrich“, Vokietija
18.	Trolox reagentas	„Sigma-Aldrich“, Vokietija
19.	Aliejus (saulėgrąžų)	„Vilnius“, Lietuva

2.2. Tyrimo objektai

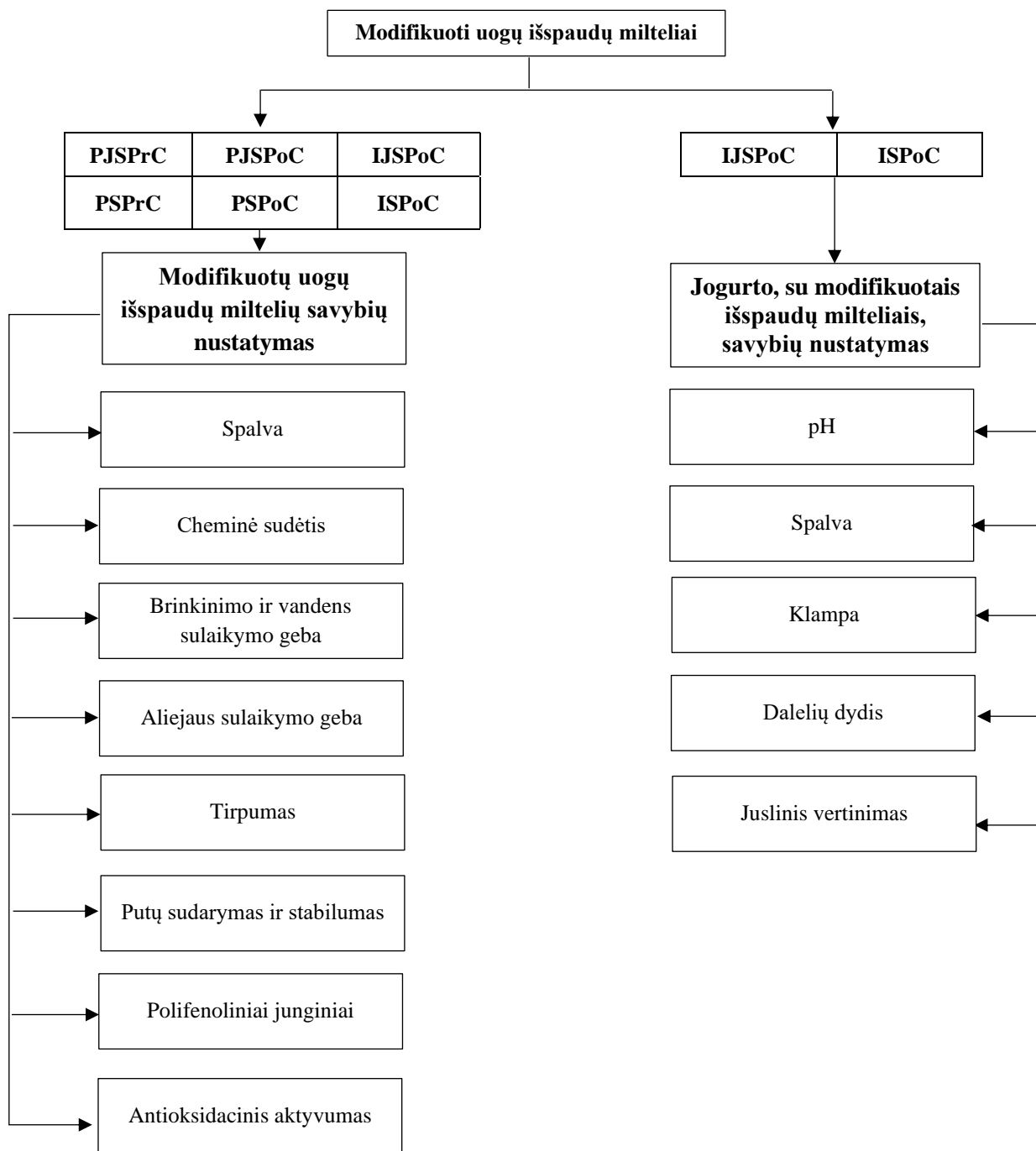
Kontroliniai tyrimo objektai yra juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų milteliai prieš ir po CO₂ ekstrakcijos.

1. Juodųjų serbentų išspaudų prieš CO₂ ekstrakciją milteliai (JSPrC);
2. Juodieji serbentų išspaudų po CO₂ ekstrakcijos milteliai (JSPoC);
3. Spanguolių išspaudų prieš CO₂ ekstrakciją milteliai (SPrC);
4. Spanguolių išspaudų po CO₂ ekstrakcijos milteliai (SPoC).

Apibendrinta laboratorinių tyrimų schema yra pateikta 10 ir 11 paveiksle.



10 pav. Apibendrinta planuojamų tyrimų schema (1)



11 pav. Apibendrinta planuojamų tyrimų schema (2)

2.3. Tyrimo metodai

Juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudos sumaltos naudojant 0,2 mm sietą. Pusė sumaltų juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių nuriebalinti, taikant superkritinę CO₂ ekstrakciją. Toliau tyrimuose naudoti prieš ir po CO₂ ekstrakcijos gauti juodųjų serbentų bei spanguolių išspaudų milteliai.

2.3.1. Uogų išspaudų miltelių cheminė sudėtis

Skaidulinių medžiagų kiekis

Tirpių ir netirpių skaidulinių medžiagų kiekis buvo nustatytas pagal AOAC Metodą 991.43 “Bendros, tirpios ir netirpios maistinės skaidulos maisto produktuose” ir AACC Metodą 32-07.01 “Tirpių, netirpių ir bendro skaidulų kiekio nustatymas maisto produktuose”.

Baltymų kiekis

Azoto kiekio nustatymas ir bendro baltymų kiekio apskaičiavimas buvo atliktas pagal LST EN ISO 8968-1:2014 „Pienas ir pieno produktai. Azoto kiekio nustatymas. 1 dalis. Kjeldalio principas ir baltymų skaičiavimas“ ir LST EN 12135:2001 „Vaisių ir daržovių sultys. Azoto kiekio nustatymas. Kjeldalio metodas“ standartizuotus metodus.

Riebalų kiekis

Riebalų kiekis nustatytas pagal ISO 11085:2015 „Grūdai, grūdų produktai ir gyvūnų pašarai. Riebalų ir bendro riebalų kiekio nustatymas Randall ekstrakavimo metodu“ standartizuotą metodą.

Angliavandenių kiekis

Angliavandenių kiekis (%) apskaičiuotas pagal pateiktą formulę:

$$A = 100 - B - R - M - D \quad (1)$$

čia: *B* – baltymų kiekis, %; *R* – riebalų kiekis, %; *M* – mineralinių medžiagų kiekis, %; *D* – drėgmės kiekis, %.

Drėgmės kiekis

Drėgmės kiekis nustatytas išdžiovinant mėginį iki pastovios masės pagal ISO 712:1998 „Grūdai ir grūdų produktai. Drėgmės kiekio nustatymas. Įprastas pamatinis metodas“.

2.3.2. Uogų išspaudų miltelių bendras polifenolinių junginių kiekis

Mėginiai bendram polifenolinių junginių kiekiui nustatyti paruošti pagal „Quencher“ principą pateiktą Wu‘o, Lu‘o ir kt. [67], skirtą kietiems maisto produktams tirti. Bendras polifenolinių junginių kiekis nmodifikuotuose juodųjų serbentų milteliuose nustatytas pagal Hatami‘o, Emami‘o ir Miraghaee‘s [68] metodiką. Paruošto mėginio 10 mg sumaišyta su 0,15 ml distiliuotu vandeniu, 0,75 ml Folin-Ciocalteu reagentu ir 0,6 ml Na₂CO₃. Tuščiam mėginiui paruošti naudota celiuliozė. Pilnai išmaišyti bandiniai 2 val. laikyti tamsoje. Tuomet bandiniai centrifuguoti 10 min 4500 aps./min greičiu ir optinė sugertis matuota 760 nm bangos ilgyje. Kalibracinei kreivei sudaryti naudota galo rūgštis (0–80 µg/ml) ir pagal ją apskaičiuotas bendras polifenolinių junginių kiekis bandiniuose (6 priedas).

2.3.3. Brinkinimo optimizavimas

Kieti, nebrinkinti uogų išspaudų milteliai gadino naudojamą įrangą, todėl, siekiant sukurti uogų išspaudų miltelių modifikavimo technologiją, pirmiausiai atrinktos optimalios išdžiovintų juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių prieš ir po CO₂ superkritinės ekstrakcijos brinkinimo sąlygos. Vertintas dalelių dydžio pokytis, kintant brinkinimo temperatūrai 20 – 60 °C ir brinkinimo laikui 30 – 120 min. Naudota „Design Expert 10„ programinė įranga bei taikytas paviršiaus atsako metodas (PAM) su centriniu kompoziciniu planu. Sudaryto eksperimento parametrai yra pateikti 4 lentelėje. Optimizavimo modelio patikimumas apskaičiuotas taikant dispersinę analizę (angl. ANOVA).

4 lentelė. Brinkinimo optimizavimo eksperimento parametrai

Eil. Nr.	Brinkinimo temperatūra, °C	Brinkinimo trukmė, min
1.	12	75
2.	20	30
3.	20	120
4.	40	11
5.	40	75
6.	40	75
7.	40	75
8.	40	75
9.	40	75
10.	40	138
11.	60	30
12.	60	120
13.	68	75

Dalelių dydis ir pasiskirstymas matuotas, naudojant lazerinės difrakcijos dalelių dydžio analizatorių „Malvern Mastersizer 2000“ („Malvern Instrument Ltd“, JK). Kiekvienas mėginys matuotas distiliuotame vandenyje esant 1400 aps./min. Parinkti optiniai parametrai tokie: dispersinės fazės lūžio rodiklis 1,465, lašelių absorbcija 0,01 ir skystojo skysčio (distiliuoto vandens) lūžio rodiklis 1,330, užtemimas buvo tarp 10 % ir 15 %. Vidutinės vertės ir standartiniai nuokrypiai apskaičiuoti naudojant *MS Excel 2016*.

2.3.4. Uogų išspaudų miltelių spalvos nustatymas

Nemodifikuotų spanguolių ir juodųjų serbentų išspaudų miltelių spalva nustatyta, naudojant spalvos matuoklį (Chroma meter CR-410, Konika Minolta, Tokyo, Japan), su 8mm diafragma ir D50 apšvietimu. Spalvos parametrai:

L^* — šviesumas / tamsumas

a^* — teigiamas = rausvumas / neigiamas = žalsvumas

b^* — teigiamas = gelsvumas / neigiamas = melsvumas

2.3.5. Uogų išspaudų miltelių savybės

Tirpumas

Nemodifikuotų juodųjų serbentų bei spanguolių išspaudų miltelių tirpumas nustatytas pagal Balci-Torun'ο ir Ozdemir'ο [69] metodiką su pakeitimais. 0,2 g bandinio užpilta 6 ml distiliuoto vandens, išmaišyta ir laikyta kambario temperatūroje 1 val. Po to mišinys nucentrifuguotas 10 min 5000 aps./min naudojant centrifugą (Universal 320 R, Andreas Hettich GmbH & Co.KG, Vokietija) ir surinktas supernatantas išpilstytas į Petri lėkšteles. Džiovinta termostate 70 °C temperatūroje, kol pasiekta pastovi masė. Tirpumas apskaičiuotas pagal pateiktą formulę:

$$\text{Tirpumas (\%)} = ((m_1 - m_2)/m_1) \cdot 100 \quad (2)$$

čia: m_1 – pradinis bandinio kiekis, g; m_2 – bandinio kiekis po džiovinimo, g.

Miltelių brinkimo geba

Nemodifikuotų juodųjų serbentų bei spanguolių išspaudų miltelių brinkimo geba įvertinta pagal modifikuotą Hussain'ο, Sharma'os ir Bhat'ο [70] metodiką. Pasverta 0,2 g bandinio, kuris sumaišytas su 6 ml distiliuotu vandeniu ir paliktas per naktį (18 val.) kambario temperatūroje (20 °C). Bandiniai centrifuguoti 20 min 5000 aps./min greičiu ir išmatuotas išbrinkusio mėginio tūris. Brinkimo geba ml/g apskaičiuota pagal pateiktą formulę:

$$\text{Brinkimo geba (ml/g)} = (V_1 - V_0)/m_{s.m.} \quad (3)$$

čia: V_1 – išbrinkusio bandinio užimamas tūris, ml; V_0 – pradinis sausio bandinio užimamas tūris, ml; $m_{s.m.}$ – sauso bandinio svoris, g.

Miltelių vandens sulaikymo geba

Nemodifikuotų juodųjų serbentų bei spanguolių išspaudų miltelių vandens sulaikymo geba nustatyta taikant Afrin'ο, Acharjee'ο ir Sit'ο [71] metodiką su pakeitimais. Pasverta 0,2 g bandinio ir sumaišyta su 6 ml distiliuoto vandens. Mėginys centrifuguotas 20 min 5000 aps./min greičiu ir skystis atskirtas nuo bandinio dekantuoju. Išbrinkęs bandinys pasvertas ir džiovintas termostate 105 °C temperatūroje iki pastovios masės. Vandens sulaikymo geba apskaičiuota pagal pateiktą formulę:

$$\text{Vandens sulaikymo geba, g/g mėginio sausųjų medžiagų} = m_1 - m_2 / m_2 \quad (4)$$

čia: m_1 – išbrinkusio bandinio svoris, g; m_2 – pradinis bandinio svoris, g.

Miltelių aliejaus sulaikymo geba

Nemodifikuotų juodųjų serbentų bei spanguolių išspaudų miltelių aliejaus sulaikymo geba nustatyta pagal Tang'ο ir kt. [72] metodiką su pakeitimais. Pasverta 0,2 g bandinio, kuris užpiltas 1 g saulėgrąžų aliejaus ir išmaišytas. Bandinys laikytas kambario temperatūroje (20 °C) 1 val. Tuomet bandiniai centrifuguoti 10 min 3000 aps./min greičiu ir atskirtas supernatantas dekantuoju. Aliejaus sulaikymo geba apskaičiuota pagal pateiktą formulę:

$$\text{Aliejaus sulaikymo geba, g/g mėginio sausųjų medžiagų} = m_1 - m_2 / m_2 \quad (5)$$

čia: m_1 – išbrinkusio bandinio svoris, g; m_2 – sauso bandinio svoris, g.

Miltelių putų sudarymo geba ir stabilumas

Nemodifikuotų juodųjų serbentų bei spanguolių išspaudų miltelių putų sudarymo geba ir stabilumas įvertintas pagal Vural'ο, Arda'os ir Vincenzo [73] metodiką su pakeitimais. Paruoštas 2 % 15 ml bandinys su distiliuotu vandeniu 50 ml centrifuginiame mėgintuvėlyje. Bandinys homogenizuotas 1 min 11 000 rpm greičiu naudojant IKA Model T 10 B homogenizatorių (IKA, Vokietija). Iškart išmatuotas susidariusių putų tūris. Tuomet, bandiniai išlaikyti 30 min kambario temperatūroje (20 °C) ir išmatuotas likęs putų tūris. Putų sudarymo geba ir stabilumas apskaičiuoti pagal pateiktas formules:

$$\text{Putų sudarymo geba (\%)} = (V_1 / V_0) \cdot 100 \quad (6)$$

$$\text{Putų stabilumas (\%)} = (V_2 / V_0) \cdot 100 \quad (7)$$

čia: V_0 – pradinis bandinio tūris, ml; V_1 – bandinio tūris po homogenizavimo, ml; V_2 – bandinio tūris po 30 min laikymo, ml.

2.3.6. Uogų išspaudų miltelių antioksidacinis aktyvumas

Mėginiai bendram antioksidaciniam aktyvumui nustatyti paruošti pagal „Quencher“ principą pateiktą Wu'ο, Lu'ο ir kt. [67] darbe. Paruošto mėginio 10 mg sumaišyta su 0,025 ml metanolio ir 1,5 ml ABTS⁺ reagento. Tuščiam mėginiui paruošti naudota celiuliozė. Pilnai išmaišyti bandiniai 2 val. laikyti tamsoje. Tuomet bandiniai centrifuguoti 10 min 4500 aps./min greičiu ir optinė sugertis matuota 734 nm bangos ilgyje. Kalibracinei kreivei sudaryti naudotas Trolox tirpalas (0–1500 μmol/l) ir pagal ją apskaičiuotas bandinių antioksidacinis aktyvumas (7 priedas).

2.3.7. Kapsulės atranka

Siekiant įvertinti tinkamiausią kapsulės apvalkalą uogų išspaudų milteliams, brinkinimo proceso optimizavimo metu vertintas išbrinkintų dalelių dydis su skirtinga kapsulės medžiaga. Paruoštos juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių prieš ir po CO₂ superkritinės ekstrakcijos suspensijos, sumaišant 3 % atitinkamų išspaudų miltelių su pateiktais kapsulės variantais, kurie atrinkti pagal pateiktus mokslinius šaltinius:

- 1) GA (5 g/100g) ir MD (5 g/100g) [74, 75];
- 2) MD (5 g/100g) ir IB mišinys (5 g/100g) [74];
- 3) bei IB (15 g/100g) [74, 76].

Paruoštos suspensijos po brinkinimo homogenizuotos 2 min 11 000 rpm greičiu naudojant IKA Model T10B homogenizatorių (IKA, Vokietija). Dalelių dydis su skirtingais kapsulės apvalkalais, nustatytas naudojant lazerinės difrakcijos dalelių dydžio analizatorių „Malvern Mastersizer 2000“ („Malvern Instrument Ltd“, JK). Kapsulės tinkamumas buvo vertinamas pagal dalelių dydį – kuo mažesnis dalelių dydis, tuo tinkamesnė kapsulė.

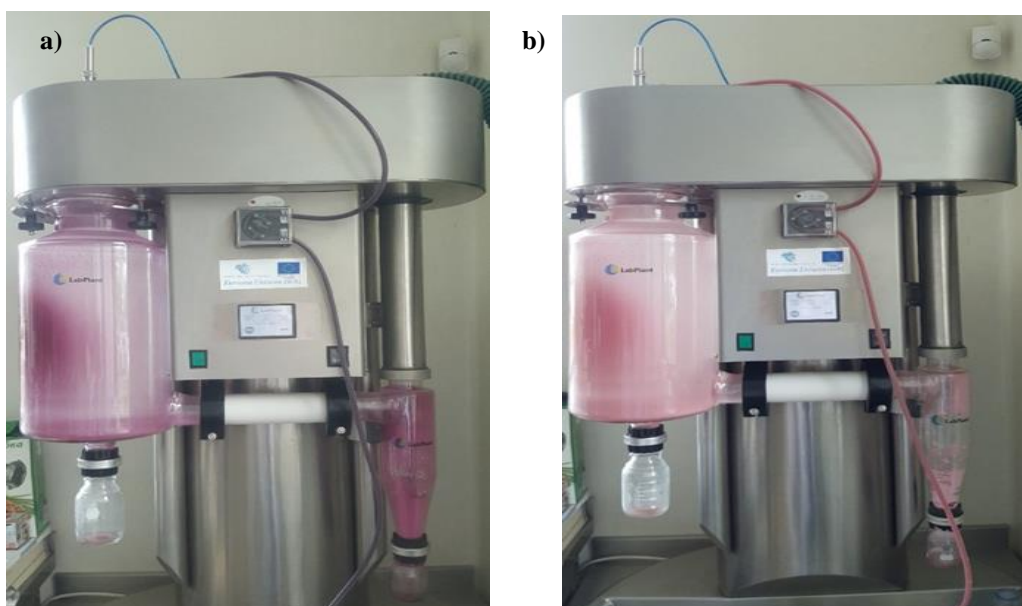
2.3.8. Uogų išspaudų modifikavimas

Atsižvelgus į brinkinimo optimizavimo ir kapsulės atrankos rezultatus, purkškiamojo džiovinimo metu, atliktas juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių prieš ir po CO₂ superkritinės ekstrakcijos, įkapsuliavimas. Paruošti atitinkami bandiniai, kuriuos sudarė:

- 1) 3 % juodųjų serbentų ar spanguolių išspaudų milteliai, GA 5 %, MD 5%;

2) 2 % juodųjų serbentų ar spanguolių išspaudų milteliai ir IB 5%.

Purškiamasis džiovinimas atliktas, naudojant mažo našumo purkštuvinę džiovyklą „LabPlant“ (Jungtinė Karalystė). Parinkti proceso parametrai: purškimo temperatūra 175 °C ir išėjimo temperatūra 80 °C. Modifikavimo proceso pavyzdys pateiktas 13 paveiksle.



12 pav. Purkštuvinio džiovinimo, taikant uogų išspaudų milteliams modifikuoti, pavyzdys: a) juodųjų serbentų išspaudų miltelių; b) spanguolių išspaudų miltelių

Gautų modifikuotų juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių sutrumpinimai pateikti 5 lentelėje.

5 lentelė. Gautų modifikuotų uogų išspaudų miltelių pavadinimų kodai

Sutrumpinimas	Paaiškinimas
PJSPrC	Juodųjų serbentų išspaudų milteliai prieš CO ₂ ekstrakciją, įkapsuliuoti su polisacharidais
PJSPoC	Juodųjų serbentų išspaudų milteliai po CO ₂ ekstrakcijos, įkapsuliuoti su polisacharidais
PSPrC	Spanguolių išspaudų milteliai prieš CO ₂ ekstrakciją, įkapsuliuoti su polisacharidais
PSPoC	Spanguolių išspaudų milteliai po CO ₂ ekstrakcijos, įkapsuliuoti su polisacharidais
IJSPoC	Juodųjų serbentų išspaudų milteliai po CO ₂ ekstrakcijos, įkapsuliuoti su išrūgų baltymais
ISPoC	Spanguolių išspaudų milteliai po CO ₂ ekstrakcijos, įkapsuliuoti su išrūgų baltymais

2.3.9. Modifikuotų uogų išspaudų miltelių morfologija

Modifikuotų juodųjų serbentų ir spanguolių miltelių paviršius buvo tirtas naudojant Hitachi S-3400N (Hitachi, Japonija) skenuojantį elektroninį mikroskopą (SEM) esant 3 kV įtampai po anglies padengimo. Vaizdas didintas x2.000 kartų.

2.3.10. Modifikuotų uogų išspaudų miltelių savybių tyrimai

Juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių savybės nustatytos pagal anksčiau pateiktas 2.3.1 — 2.3.2. ir 2.3.4—2.3.6 metodikas.

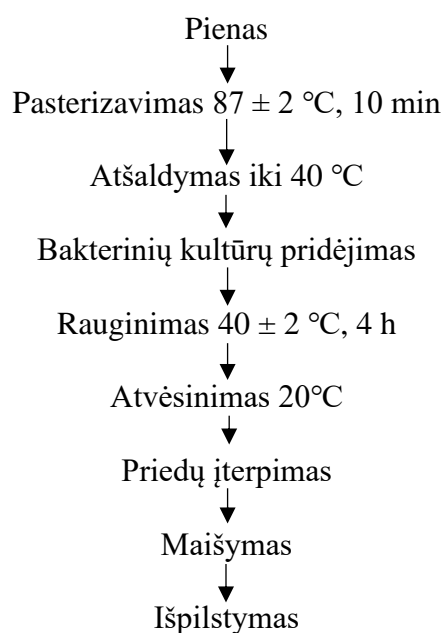
2.3.11 Jogurto gėrimo gamyba

Jogurto gėrimas gamintas su nmodifikuotais ir į išrūgas įkapsuliuotais juodųjų serbentų bei spanguolių išspaudų milteliais pagal 6 lentelėje pateiktas receptūras.

6 lentelė. Jogurto gėrimo gamybos receptūros

Jogurto gėrimų receptūrų sudėtis, g/50 g				
Žaliavos	Nr.1	Nr.2	Nr.3	Nr.4
Pienas	38,38	42,72	44,95	45,83
Bakterinės kultūros YC-X11	0,03	0,03	0,03	0,03
Išrūgų baltymai	8,28	5,18	—	—
Juodųjų serbentų išspaudų milteliai	3,31	—	—	—
Spanguolių išspaudų milteliai	—	2,07	—	—
Modifikuoti juodųjų serbentų išspaudų milteliai	—	—	5,02	—
Modifikuoti spanguolių išspaudų milteliai	—	—	—	4,14

Jogurto gėrimų gamybai naudotos termofilinių jogurto bakterijų mišinys YC-X11 (Chr. Hansen Holding A/S), o gamybos schema yra pateikta 14 paveiksle.



13 pav. Jogurto gamybos schema

Pagaminti jogurto gėrimai po išpilstymo laikyti šaltai 4 °C šaldytuve 24 h. Po laikymo, jogurtams atliktas fiziko-cheminių, reologinių ir juslinių savybių vertinimas.

JOGURTO GĖRIMO FIZIKO-CHEMINIŲ SAVYBIŲ VERTINIMAS

Jogurto gėrimų su modifikuotais spanguolių ir juodųjų serbentų išspaudų milteliais ir nmodifikuotais spanguolių išspaudų bei juodųjų serbentų milteliais pH vertės nustatytos naudojant pH matuoklį (HR 83). Matavimai atlikti kambario temperatūroje (19–20 °C) su iš šaldytuvo išimtais mėginiais, kurių temperatūra buvo 4 °C.

JOGURTO GĖRIMO REOLOGINIŲ SAVYBIŲ VERTINIMAS

Klampa

Klampos matavimas atliktas, esant 20 °C temperatūroje, iškart išėmus iš šaldytuvo, naudojant rotacinį reometrą (Physica MCR 502, Anton Paar, Stuttgart, Germany), pagal Greis'ės ir kt. metodiką [86] su pakeitimais. Srauto kreivės buvo gautos iš šlyties įtempių ir greičio (30 s-1) duomenų ir buvo analizuojamos, naudojant Herschel–Bulkley modelį, siekiant gauti klamos koeficientą (K), įtempį (τ_0) ir srauto elgsenos indeksą (n).

Spalva

Spalvos parametrai nustatyti, naudojant 2.3.4. pateiktą metodiką.

Dalelių dydis

Dalelių dydžio nustatymui jogurtuose, naudota „Design Expert 10“, programinė įranga bei taikytas paviršiaus atsako metodas (PAM) su centriniu kompoziciniu planu.

JOGURTO GĖRIMO JUSLINIŲ SAVYBIŲ VERTINIMAS

Jogurto gėrimų su modifikuotais spanguolių ir juodųjų serbentų išspaudų milteliais ir nemodifikuotais spanguolių išspaudų bei juodųjų serbentų milteliais juslinis vertinimas atliktas taikant 9 balų hedoninę skalę pagal Aghdasian'o [87] metodiką su pakeitimais. Iš viso vertintos 4 receptūros bei kontrolė (jogurto gėrimas be priedų) pagal parametrus tokius kaip spalva, skonis, tekstūra bei bendras priimtinumai skalėje nuo 1 iki 9. Juslinio įvertinimo anketa yra pateikta 5 priede.

2.3.12. Statistinis duomenų apdorojimas

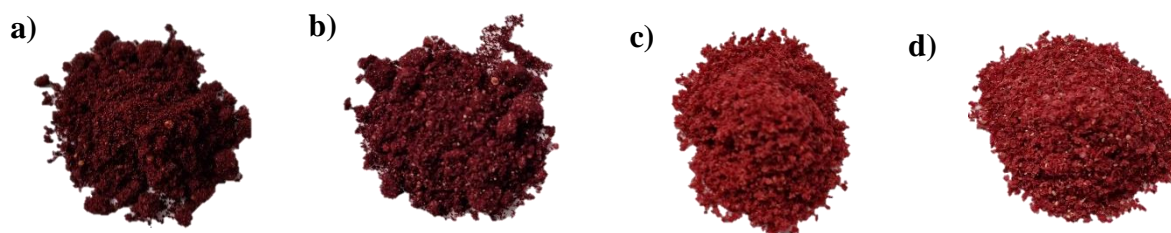
Statistinė duomenų analizė atlikta naudojant Statgraphics-19 programinę įrangą. Rezultatų aritmetiniai vidurkiai, standartiniai nuokrypiai ir statistinis reikšmingumas apskaičiuotas taikant vienfaktorę dispersinę analizę (angl. *ANOVA Single Factor*) ir *Tukey* analizę, kai $p \leq 0,05$.

3. TYRIMŲ REZULTATAI

Šiame skyriuje pateikiami baigiamojo magistro projekto eksperimentinių tyrimų rezultatai, jų analizė bei palyginimas su mokslinėje literatūroje pateiktais duomenimis.

3.1. Uogų išspaudų miltelių cheminės sudėties ir savybių nustatymas

Siekiant nustatyti pradinis uogų išspaudų spalvos parametrus, išanalizuoti juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių spalvos skirtumai. Juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių pavyzdžiai pateikti 14 paveiksle.



14 pav. Uogų išspaudų miltelių pavyzdžiai: a) juodieji serbentai prieš CO₂ ekstrakciją; b) juodieji serbentai po CO₂ ekstrakcijos; c) spanguolės prieš CO₂ ekstrakciją; d) spanguolės po CO₂ ekstrakcijos

Taip pat analizuota juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių cheminė analizė. Rezultatai pateikti 8 lentelėje.

7 lentelė. Juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių cheminė sudėtis

Mėginys	Drėgmės kiekis, %	Angliavandenių kiekis, %	Riebalų kiekis, %	Baltymų kiekis, %	Pelenų kiekis, %
JSPrC	10,11 ^c ± 0,93	71,09 ^a ± 0,63	9,55 ^b ± 0,25	6,12 ^a ± 0,02	3,13 ^b ± 0,07
JSPoC	8,79 ^d ± 0,01	72,37 ^a ± 0,19	7,77 ^a ± 0,18	7,72 ^b ± 0,36	3,34 ^c ± 0,00
SPrC	6,03 ^b ± 0,23	75,39 ^b ± 0,61	11,48 ^c ± 0,04	6,25 ^a ± 0,38	0,84 ^a ± 0,03
SPoC	5,23 ^a ± 0,06	76,40 ^b ± 0,44	10,93 ^c ± 0,54	6,51 ^a ± 0,16	0,93 ^a ± 0,00

*Skirtingos raidės rodo statistiškai reikšmingus skirtumus stulpelyje, $p < 0,05$.

Nustatyta, kad mažesnis drėgmės kiekis juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų milteliuose, atitinkamai $7,97 \pm 0,10$ g/100g ir $5,57 \pm 0,11$ g/100g, buvo nustatytas Jurevičiūtės ir kt. 2022 metais atliktame tyrime [22]. Drėgmės padidėjimą galėjo lemti dalelių pakartotinis sumalimas, dėl padidėjusio paviršiaus ploto. Didžiausias riebalų kiekis nustatytas nemodifikuotuose uogų išspaudų milteliuose. Spanguolių išspaudų milteliuose esantis riebalų kiekis nustatytas 1,65–1,1 % didesnis nei Jurevičiūtės ir kt. 2022 metais atliktame tyrime [22]. Tokių rezultatų skirtumą galėjo lemti pakartotinis išspaudų sumalimas, kuris pagerino ekstrahavimą. Pelenų didžiausias kiekis nustatytas juodųjų serbentų išspaudų milteliuose.

Palyginus gautą pelenų kiekį su Jurevičiūtės ir kt. 2022 metais atliktame tyrime [22], nustatyta, jog gauti rezultatai panašūs, kai spanguolių išspaudų milteliuose nustatytas pelenų kiekis buvo $0,96 \pm 0,04$ g/100g, o juodųjų serbentų išspaudų milteliuose pelenų kiekis gautas $3,82 \pm 0,02$ g/100g. Baltymų kiekis spanguolių išspaudų milteliuose nustatytas 1,35 % mažesnis, nei Varnaitės ir kt. 2022 metais [80] atliktame tyrime.

Atliktos spalvos parametrų analizės duomenys pateikti 7 lentelėje. Nustatyta, jog juodųjų serbentų išspaudų milteliai pasižymėjo tamsesniu atspalviu, nei spanguolių išspaudų milteliai, nes L^* vertės buvo beveik dvigubai mažesnės.

8 lentelė. Juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių spalvos vertinimo rezultatai

Kodas	L^*	a^*	b^*
JSPrC	21,61 ^a ± 0,15	17,63 ^a ± 0,16	4,06 ^a ± 0,09
JSPoC	25,88 ^b ± 0,28	22,55 ^b ± 0,2	4,72 ^b ± 0,02
SPrC	36,22 ^c ± 0,49	32,98 ^c ± 0,1	13,10 ^d ± 0,05
SPoC	40,3 ^d ± 0,07	32,49 ^c ± 0,26	12,14 ^c ± 0,15

*Skirtingos raidės rodo statistiškai reikšmingus skirtumus stulpelyje, $p < 0,05$.

Palyginus spanguolių išspaudų miltelių prieš CO₂ ekstrakciją gautus rezultatus su su Zielinska'os M. ir Zielinska'os D. gautais duomenimis 2019 metais atliktame tyrime [79], nustatyta, kad spanguolių išspaudų milteliuose L^* , a^* , b^* vertės gautos mažesnės atitinkamai 2,75%, 11,18 % ir 2,7 %. Palyginus juodųjų serbentų išspaudų miltelių gautus duomenis su Michalska'os ir kt. 2017 metais atliktame tyrime [8], nustatyta, kad juoduosiuose serbentuose a^* ir b^* vertės gautos mažesnės, atitinkamai 6,22 % ir 0,85 %, o L^* vertės gautos 2,16 % didesnės. Rezultatai gali skirtis, dėl naudojamų skirtingų žaliavų rūšies ir jų paruošimo metodikų.

Taip pat buvo nustatytas skaidulinių medžiagų kiekis juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų milteliuose. Rezultatai pateikti 9 lentelėje.

9 lentelė. Juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių skaidulinių medžiagų kiekis

Mėginys	Netirpios skaidulos, g/100g	Tirpios skaidulos, g/100g	Bendras skaidulinių medžiagų kiekis, g/100g
JSPrC	33,95 ^a ± 0,57	10,01 ^{abc} ± 0,37	43,88 ^{ab} ± 0,23
JSPoC	36,35 ^a ± 0,81	9,06 ^{ab} ± 0,37	45,41 ^a ± 0,44
SPrC	58,50 ^b ± 0,71	12,06 ^{bc} ± 1,27	70,56 ^{ab} ± 1,98
SPoC	59,12 ^b ± 1,07	13,36 ^c ± 1,24	72,47 ^b ± 0,18

*Skirtingos raidės rodo statistiškai reikšmingus skirtumus stulpelyje, $p < 0,05$.

Nustatyta, jog spanguolių išspaudų milteliai pasižymėjo didesniu skaidulinių medžiagų kiekiu, nei juodųjų serbentų išspaudų milteliai. Nustatytas spanguolių skaidulinių medžiagų kiekis, sutampa su Jurevičiūtės ir kt. [22] 2022 metais gautais duomenimis, kai bendrasis skaidulinių medžiagų kiekis gautas 72,69 ± 1,55 g/100 g. Panašūs duomenys gauti ir Gouw ir kt. 2017 metais [81] atliktame tyrime, netirpių skaidulinių medžiagų kiekis nustatytas 57,9—61,55 g/100g.

Juoduosiuose serbentuose skaidulinių medžiagų kiekis 11—13 % didesnis, nei Gagnetėn'o 2021 metais atliktame tyrime [13]. Tačiau Hui'o ir kt. 2021 metais atliktame tyrime [82], skaidulinių medžiagų kiekis nustatytas panašus—41,57 g/100g. Jurevičiūtės ir kt. 2022 metais atliktame tyrime [22], juodųjų serbentų miltelių skaidulinių medžiagų kiekis nustatytas 4—6 % didesnis.

Atlikti juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių savybių tyrimai. Rezultatai pateikti 10 lentelėje.

10 lentelė. Juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių tyrimų rezultatai

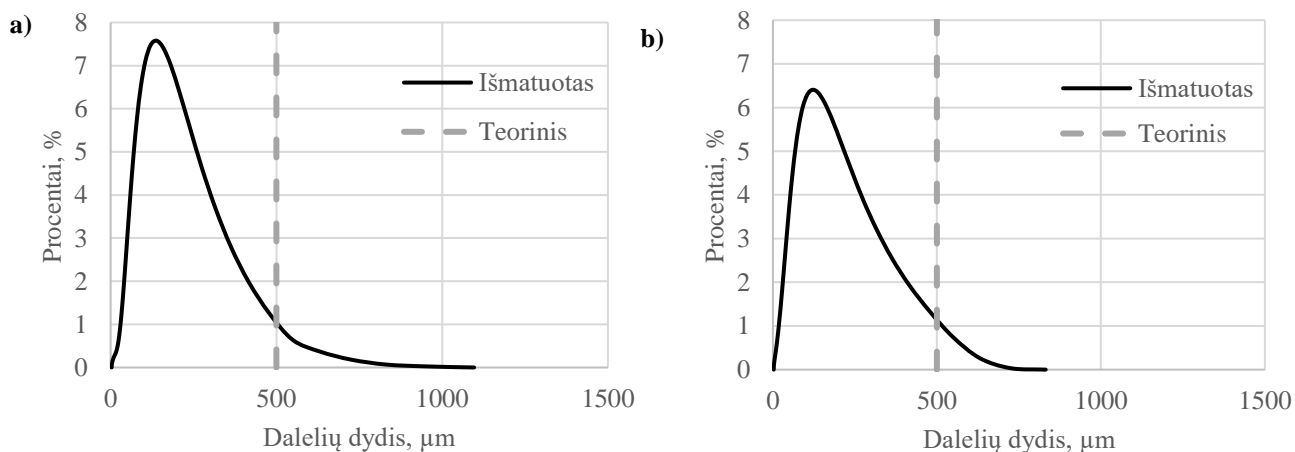
Mėginys	Brinkinimo geba, ml/g	Vandens sulaikymo geba, g/g	Aliejaus sulaikymo geba, g/g	Tirpumas, %	Putų sudarymo geba, %
JSPrC	0,5 ^a ± 0,00	7,16 ^a ± 0,65	2,53 ^a ± 0,66	54,25 ^d ± 0,35	–
JSPoC	1,13 ^a ± 0,18	8,36 ^a ± 0,67	2,61 ^a ± 0,08	52,75 ^c ± 0,35	–
SPrC	4,25 ^b ± 0,35	7,68 ^a ± 0,92	3,96 ^a ± 0,59	29,17 ^b ± 0,76	–
SPoC	3,63 ^b ± 0,18	8,54 ^a ± 0,50	3,92 ^a ± 0,81	27,25 ^a ± 0,35	–

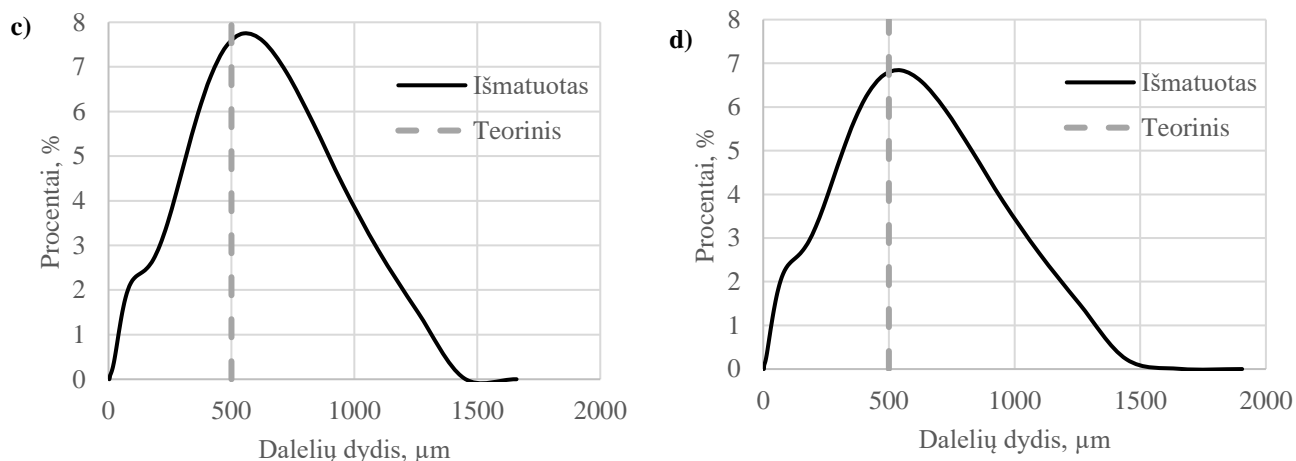
*Skirtingos raidės rodo statistiškai reikšmingus skirtumus stulpelyje, $p < 0,05$.

Nustatyta vandens sulaikymo geba spanguolių išspaudų milteliuose, atitinka Gouw ir kt. 2017 metais atliktame tyrime [81], kai vandens sulaikymo geba nustatyta 8,7 g/g. Tame pačiame tyrime gauta brinkinimo ir aliejaus sulaikymo geba gautos mažesnės, atitinkamai 5,87 ml/g ir 1,97 g/g. Juodųjų serbentų išspaudų milteliuose tirpumas nustatytas 10–12 % didesnis nei Michalska‘os ir kt. 2017 metais atliktame tyrime [8]. Tačiau Sadowska‘os ir kt. 2019 metais [10] atliktame tyrime, tirpumas juodųjų serbentų išspaudų milteliuose nustatytas panašus $49,86 \pm 1,35$ %. Rezultatų pokytį galėjo lemti pakartotinis sumalimas, kuris dar labiau sumažino dalelių dydį bei galėjo paveikti tirpumą. Juodųjų serbentų uogų išspaudų miltelių aliejaus sulaikymo gebos rezultatai gauti 0,5 % didesni nei Reißner ir kt. 2019 metais atliktame tyrime [18], tačiau Gouw ir kt. 2017 metais [81] atliktame tyrime rezultatai sutapo. Rezultatų skirtumai susiję su skaidulinių medžiagų savybių skirtumu, tokiais kaip kristališkumas, paviršiaus savybės (poringumas, tankis, polinės grupės) bei hidrofobiškumas.

3.1.1. Brinkinimo optimizavimas

Juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelius sudaro uogų žievelės, uogų sėklytės bei dalis minkštosios uogos dalies. Kadangi, uogų išspaudų milteliuose yra kietų netirpių dalelių, kurios komplikavo purškimo procesą, jas suminkštinti buvo atliktas brinkinimo procesas. Siekiant atrasti tinkamiausias išdžiovintų juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių brinkinimo sąlygas bei įvertinti dalelių dydžio priklausomybę nuo brinkinimo temperatūros ir brinkinimo laiko, atliktas brinkinimo proceso optimizavimas. Prieš atliekant išspaudų miltelių brinkinimą, išmatuotas pradinių juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių dalelių dydžio pasiskirstymas. Gauti rezultatai yra pateikti 15 paveiksle.





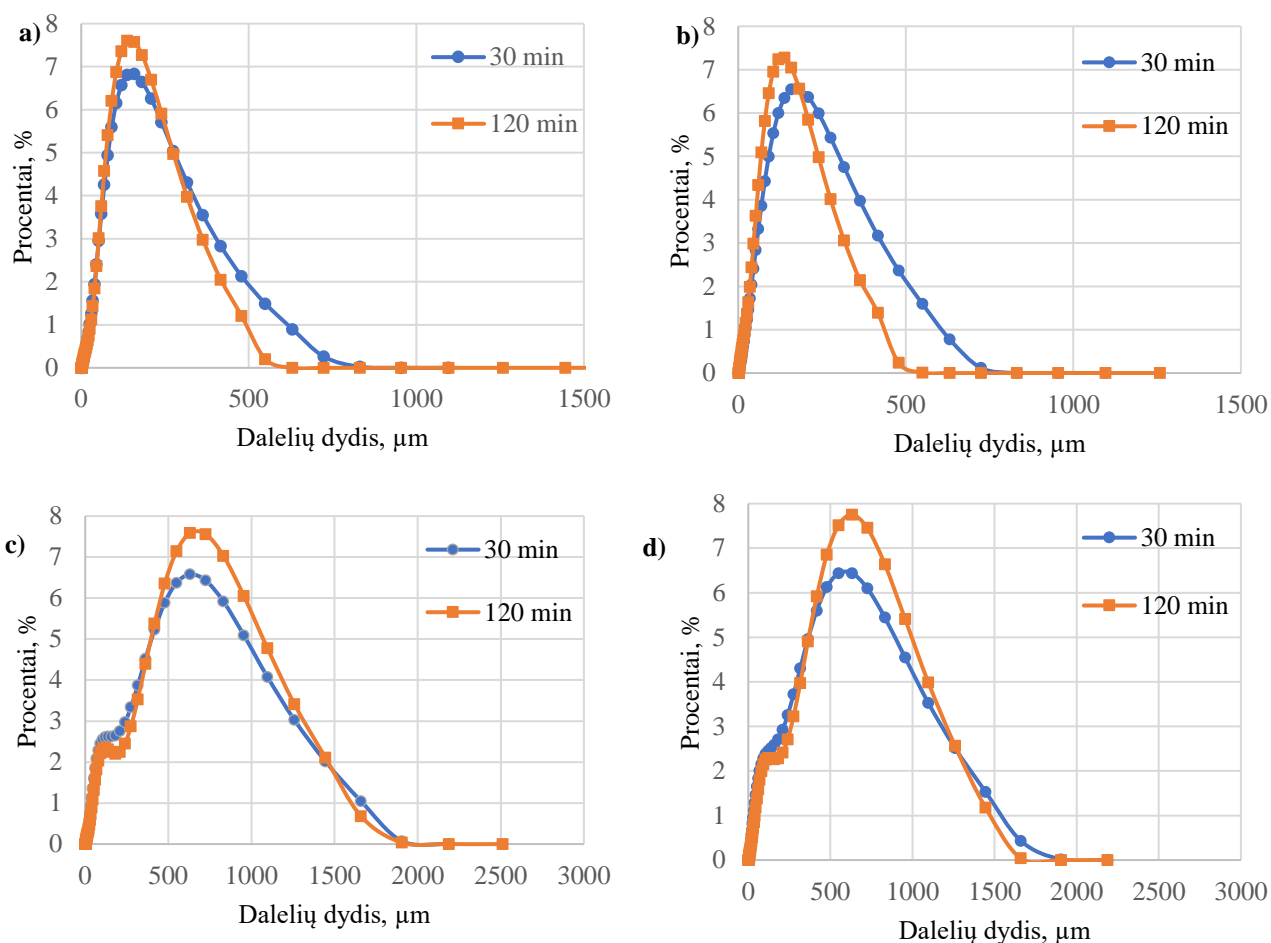
15 pav. Uogų išspaudų miltelių dalelių dydžio kreivės: a) juodųjų serbentų išspaudų miltelių prieš CO₂ superkritinę ekstrakciją; b) juodųjų serbentų išspaudų miltelių po CO₂ superkritinės ekstrakcijos; c) spanguolių išspaudų miltelių prieš CO₂ superkritinę ekstrakciją; d) spanguolių išspaudų miltelių po CO₂ superkritinės ekstrakcijos

Išspaudos buvo sumaltos, naudojant 500 μm sietą, tačiau nustatyta, kad didžioji dalis dalelių yra didesnės nei 500 μm. Gauti rezultatai rodo, kad juodųjų serbentų miltelių prieš ekstrakciją dalelių dydis svyravo iki 954 μm, o po ekstrakcijos dalelių dydis buvo šiek tiek mažesnis — iki 724 μm. Daugiausiai juoduosiuose serbentuose prieš CO₂ ekstrakciją nustatyta 138 μm dydžio dalelių, o po ekstrakcijos — 120 μm dydžio dalelių. Vertinant spanguolių išspaudų miltelius prieš ekstrakciją, nustatyta, jog dalelių dydis svyruoja iki 1445 μm, o po ekstrakcijos — 1659 μm. Daugiausiai spanguolių išspaudų milteliuose tiek prieš, tiek po CO₂ ekstrakcijos, nustatyta 549 μm dydžio dalelių. Išanalizavus gautus rezultatus nustatyta, kad juodųjų serbentų išspaudų miltelių dydis yra mažesnis nei spanguolių. Rezultatų skirtumus galėjo nulemti pačių uogų išspaudų miltelių sudėtis (žievelės sudėtis, kiekis, sėklų kiekis), nors buvo naudotas tokio pat diametro sietas abiem uogoms. Spanguolėse gausu netirpių skaidulinių medžiagų, tokių kaip celiuliozė, hemiceliuliozė bei tirpių skaidulinių medžiagų, tokių kaip pektinas, kurie galėjo apsunkinti dalelių smulkinimą [80, 81].

Vertinant brinkinimo priklausomybę nuo laiko, nustatyta, jog ilgiau brinkinant, juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių dalelių kiekis pagal dydį nežymiai padidėja (16 paveikslas). Tokį reiškinį galima paaiškinti tuo, kad pradiniuose juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų milteliuose galėjo būti agregatų, kurie brinkstant buvo suardyti. Reikšmingų skirtumų tarp prieš CO₂ ir po CO₂ vertintų brinkintų juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių rezultatų nenustatyta.

Juodųjų serbentų išspaudų miltelių prieš CO₂ ekstrakciją brinkinimo optimizavimo pagal dalelių dydį rezultatai yra pateikti 1 priede. Vertinant gautus rezultatus, didžiausias dalelių dydis nustatytas 60 °C temperatūroje, brinkinant 120 min, o mažiausias dydis nustatytas brinkinant 20 °C temperatūroje 30 min. Juodųjų serbentų išspaudų miltelių po CO₂ ekstrakcijos brinkinimo optimizavimo pagal dalelių dydį rezultatai yra pateikti 2 priede. Nustatyta, jog didžiausias dalelių dydis yra 40 °C temperatūroje brinkinant 138 min, o mažiausias – 12 °C brinkinant 75 min.

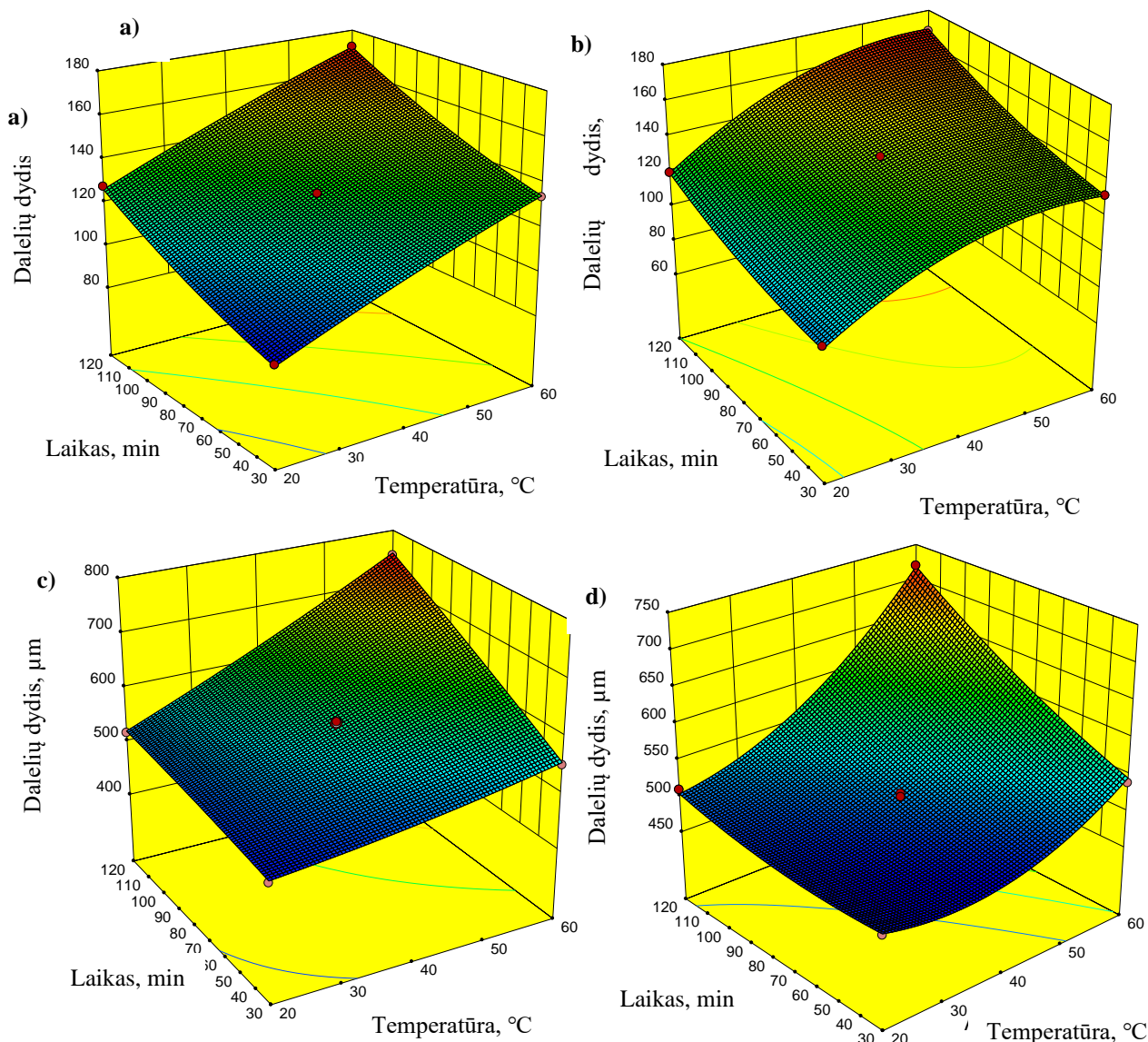
Spanguolių išspaudų miltelių prieš CO₂ ekstrakciją brinkinimo optimizavimo pagal dalelių dydį rezultatai yra pateikti 3 priede.



16 pav. Uogų išspaudų miltelių dalelių dydžio pasiskirstymas nuo brinkinimo laiko (kai temperatūra: 60 °C) kreivės: a) juodųjų serbentų išspaudų miltelių prieš CO₂ superkritinę ekstrakciją; b) juodųjų serbentų išspaudų miltelių po CO₂ superkritinės ekstrakcijos; c) spanguolių išspaudų miltelių prieš CO₂ superkritinę ekstrakciją; d) spanguolių išspaudų miltelių po CO₂ superkritinės ekstrakcijos

Nustatyta, jog didžiausias dalelių dydis gautas 60 °C temperatūroje brinkinant 120 min, o mažiausias – 20 °C temperatūroje, brinkinant 30 min. Spanguolių išspaudų miltelių po CO₂ ekstrakcijos brinkinimo optimizavimo pagal dalelių dydį rezultatai yra pateikti 4 priede. Nustatyta, jog didžiausias dalelių dydis gautas 60 °C temperatūroje, brinkinant 120 min, o mažiausias – 40°C brinkinant 11 min.

Įvertinus juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių dalelių dydžio priklausomybę nuo brinkinimo laiko ir temperatūros, optimaliausias laikas ir temperatūra pasirinkti pagal dalelių dydį – kuomet didesnė dalelė, tuo daugiau ji sugeria vandens, tuo tampa minkštesnė ir lengviau suardoma. Nustatyta, jog optimaliausios sąlygos, kai juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių dalelės išbrinksta labiausiai, yra 60 °C temperatūra ir brinkinimo laikas 120 min. Gauti juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių brinkinimo optimizavimo grafikai yra pateikti 17 paveiksle.



17 pav. Uoğų išspaudų miltelių dydžio priklausomybė nuo brinkinimo sąlygų (laiko ir temperatūros): a) juodųjų serbentų išspaudų milteliai prieš CO₂ ekstrakciją; b) juodųjų serbentų išspaudų milteliai po CO₂ ekstrakcijos; c) spanguolių išspaudų milteliai prieš CO₂ ekstrakciją; d) spanguolių išspaudų milteliai po CO₂ ekstrakcijos

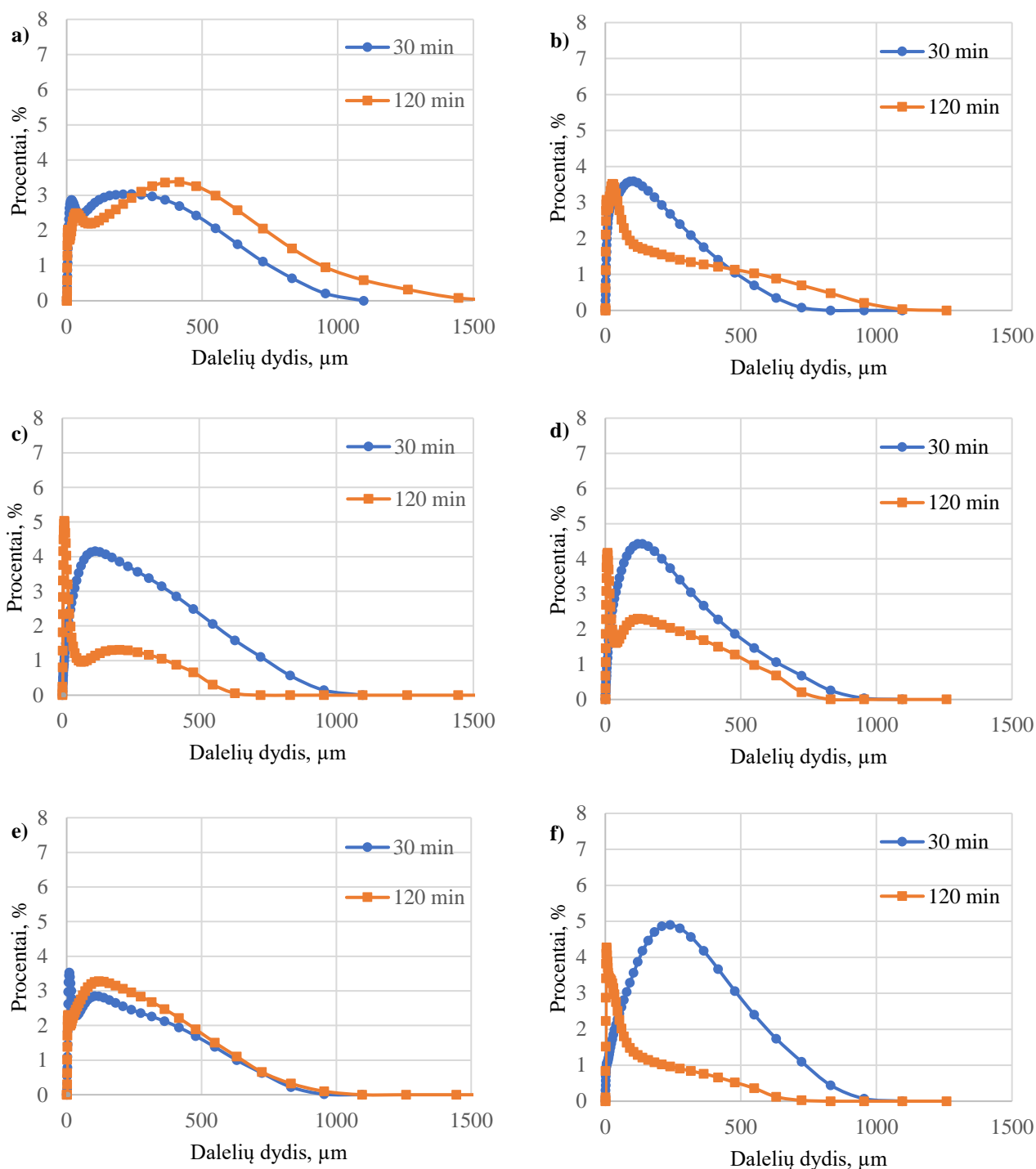
3.2. Uoğų išspaudų miltelių modifikavimo technologiniai sprendimai

Siekiant sukurti funkcinis miltelius, kurta gamybos technologija, atsižvelgus į atliktų tyrimų rezultatus.

3.2.1. Kapsulės atranka

Siekiant apsaugoti uoğų išspaudų miltelių daleles nuo aplinkos poveikio (temperatūros, šviesos, pH, deguonies ir kt.) bei padidinti dalelių stabilumą ir prailginti tinkamumo vartoti terminą, suteikiant geresnes skonines savybes, gali būti atliktas juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių įkapsuliavimo procesas. Prieš pradėdant įkapsuliavimą, būtina įvertinti juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų milteliams tinkamiausias kapsulės apvalkalus. Kapsulės tinkamumo vertinimas atliktas, atsižvelgiant į dalelių dydį, kuris turi įtakos purškiamojo džiovinimo procesui. Vertinimui naudotos trys kapsulės – IB (15 %), MD (5 %) ir IB (5 %) mišinys bei MD (5 %) ir GA (5 %)

mišinys. Juodųjų serbentų išspaudų miltelių, su skirtingomis kapsulėmis, dalelių dydžio nustatymo rezultatai pateikti 18 paveiksle.



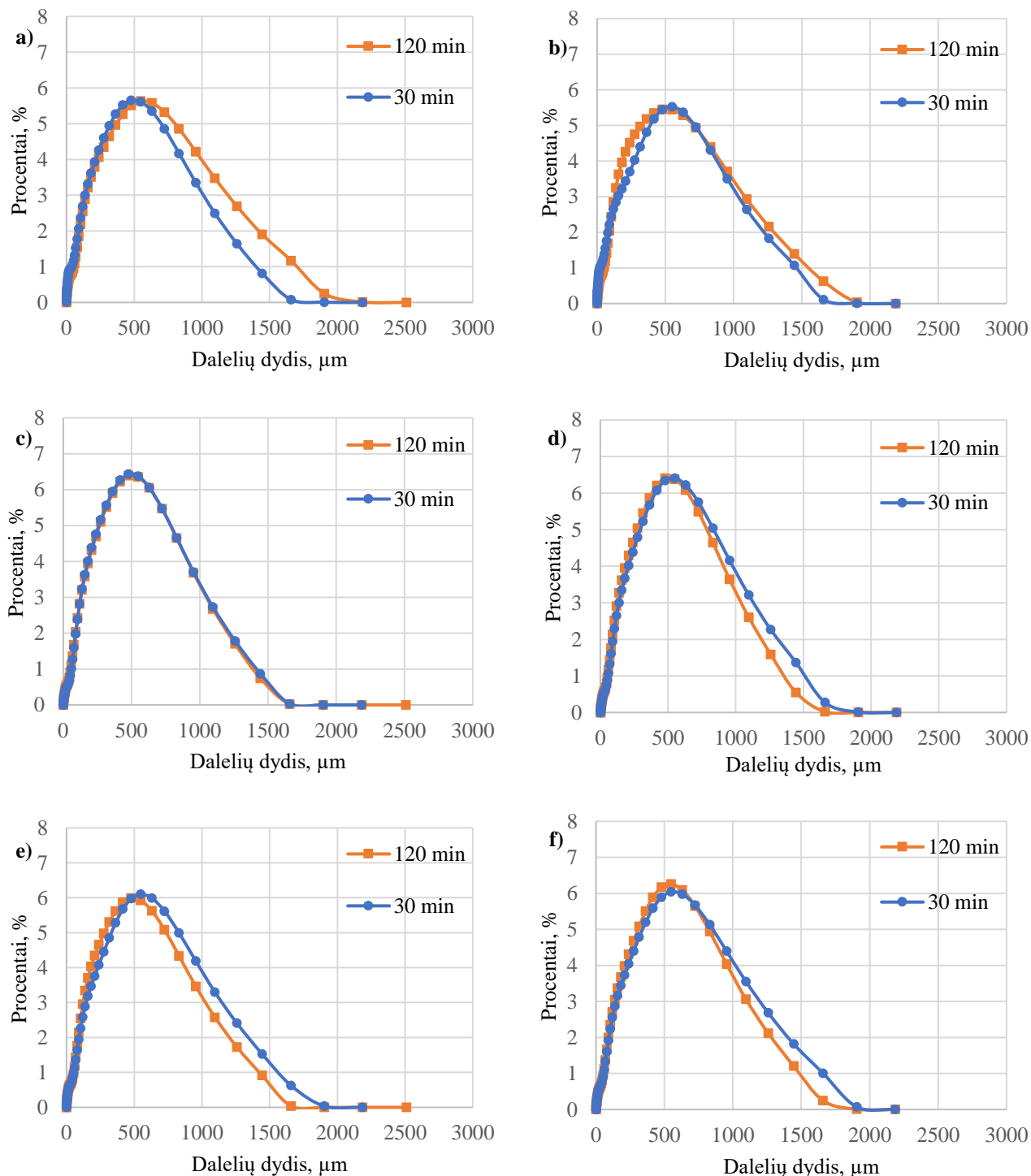
18 pav. Juodųjų serbentų išspaudų miltelių su kapsule dalelių dydžio priklausomybė nuo brinkinimo laiko ir homogenizavimo (60 °C, homogenizavimo laikas 2 min) kreivės:

- a) prieš CO₂ superkritinę ekstrakciją, su IB; b) po CO₂ superkritinės ekstrakcijos, su IB; c) prieš CO₂ superkritinę ekstrakciją, su MD ir GA; d) po CO₂ superkritinės ekstrakcijos, su MD ir GA e) prieš CO₂ superkritinę ekstrakciją, su IB ir MD; f) po CO₂ superkritinės ekstrakcijos, su IB ir MD

Įvertinus juodųjų serbentų išspaudų miltelių bei kapsulės medžiagos mišinio dalelių dydį prieš ir po CO₂ ekstrakcijos, nustatyta, jog po brinkinimo (120 min) ir homogenizacijos mažiausios dalelės

gautos, naudojant MD ir GA mišinį. Didžiausios dalelės gautos naudojant išrūgų baltymų kapsulę. Daryta išvada, jog homogenizavimas turi įtakos dalelių dydžio pokyčiui.

Spanguolių išspaudų miltelių, su skirtingomis kapsulėmis, dalelių dydžio nustatymo rezultatai pateikti 19 paveiksle.

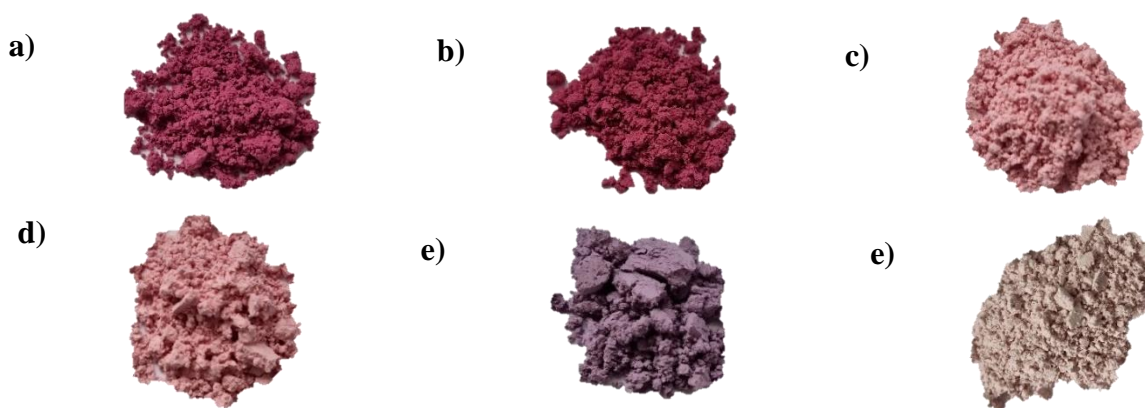


19 pav. Spanguolių išspaudų miltelių su kapsule dalelių dydžio priklausomybė nuo brinkinimo laiko ir homogenizavimo, kai temperatūra 60 °C, homogenizavimo laikas 2 min) pavyzdinės kreivės: a) prieš CO₂ superkritinę ekstraktiją, su IB; b) po CO₂ superkritinės ekstraktijos, su IB; c) prieš CO₂ superkritinę ekstraktiją, su MD ir GA; d) po CO₂ superkritinės ekstraktijos, su MD ir GA; e) prieš CO₂ superkritinę ekstraktiją, su IB ir MD; f) po CO₂ superkritinės ekstraktijos, su IB ir MD

Įvertinus spanguolių išspaudų miltelių bei kapsulės medžiagos mišinio dalelių dydį prieš ir po CO₂ ekstrakcijos, nustatyta, jog po brinkinimo (120 min) ir homogenizacijos mažiausios dalelės gautos, naudojant MD ir GA mišinį. Didžiausios dalelės gautos naudojant IB kapsulę. Reikšmingų skirtumų tarp spanguolių išspaudų miltelių dydžio, su skirtingomis kapsulėmis, prieš ir po CO₂ ekstrakcijos nenustatyta. Taip pat nustatyta, jog homogenizavimas nesumažina dalelių dydžio, dėl sudėtyje esančio didelio netirpių skaidulų kiekio. Apibendrinant gautus rezultatus, nustatyta, kad mažiausios juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių dalelės, po brinkinimo ir homogenizavimo, gautos su kapsuline medžiaga iš MD ir GA mišiniu. Taip pat nustatyta, kad po 120 min brinkinimo, išspaudų miltelių dalelės efektyviau suardomos, nei po 30 min brinkinimo.

Juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų milteliai buvo įkapsuliuoti į skirtingos rūšies kapsules. Atrinktos polisacharidų mišinio (MD ir GA) ir IB kapsulės. Modifikuoti juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų milteliai su skirtingomis kapsulės medžiagomis palyginti tarpusavyje. Pirmiausiai, nustatyta, kad 0,5 mm dydžio uogų išspaudų miltelių dalelės yra per didelės naudoti purškiamojo džiovinimo metu, nes įranga užsikemša. Todėl, juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų milteliai buvo susmulkinti iki 0,2 mm dydžio.

Gautų modifikuotų spanguolių ir juodųjų serbentų išspaudų miltelių pavyzdžiai yra pateiktas 20 paveiksle.



20 pav. Modifikuotų išspaudų miltelių pavyzdžiai: a) juodųjų serbentų išspaudų milteliai prieš CO₂ su polisacharidais b) juodųjų serbentų išspaudų milteliai po CO₂ su polisacharidais; c) spanguolių išspaudų miltelių prieš CO₂ su polisacharidais d) spanguolių išspaudų miltelių po CO₂ su polisacharidais; e) juodųjų serbentų išspaudų milteliai prieš CO₂ su IB; f) spanguolių išspaudų milteliai po CO₂ su IB

3.2.2. Modifikuotų uogų išspaudų miltelių savybių vertinimas

Atliktas juodųjų serbentų ir spanguolių uogų išspaudų miltelių spalvos parametrų vertinimas, siekiant išsiaiškinti galimus spalvos pokyčius milteliuose po modifikavimo. Gauti rezultatai yra pateikti 11 lentelėje.

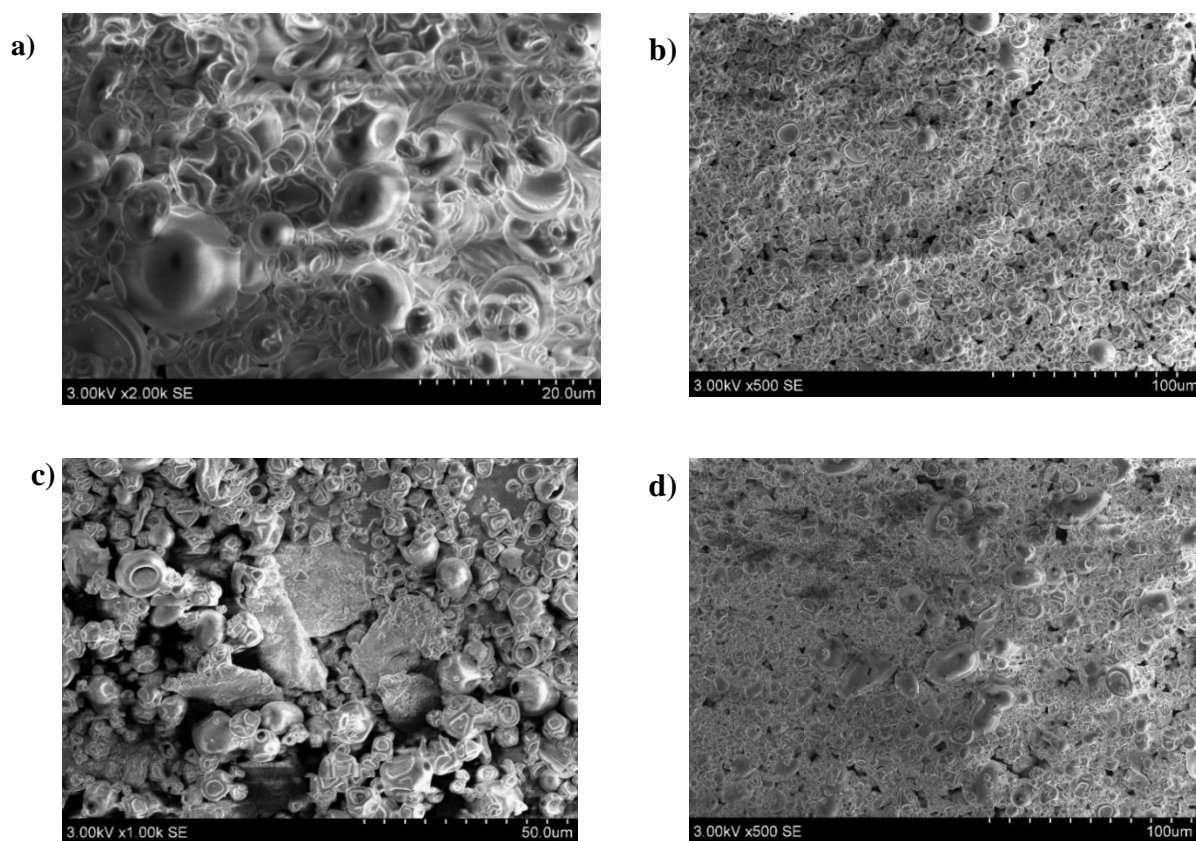
Vertinant juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių, įkapsuliuotų su polisacharidais spalvą, nustatyta, kad spalvos gaunamos ryškesnės, nei naudojant IB. Panašūs rezultatai gauti ir Michalska'os ir kt., 2018 metais atliktame tyrime [31], kai modifikuotų spanguolių išspaudų L^* ir b^* vertės nustatytos mažesnės, atitinkamai 5,24 % ir 2,54 %, o a^* vertės 10,03 % didesnės. Palyginus įkapsuliuotų su išrūgų baltymais juodųjų serbentų išspaudų miltelių spalvos parametrus su Wu'o ir kt. 2021 metais atlikto tyrimo gautais duomenimis [4], nustatyta, kad L^* vertės gautos 6,42 % didesnės, o a^* ir b^* vertės mažesnės, atitinkamai 6,94 % ir 1,16 %.

11 lentelė. Modifikuotų uogų išspaudų miltelių spalvos vertinimo rezultatai

Kodas	L^*	a^*	b^*
PJSPrC	$52,48^b \pm 0,03$	$36,33^f \pm 0,02$	$-2,86^b \pm 0,01$
PJSPoC	$51,53^a \pm 0,12$	$35,73^e \pm 0,1$	$-0,45^c \pm 0,01$
PSPrC	$76,84^d \pm 0,09$	$21,87^d \pm 0,02$	$2,96^f \pm 0,01$
PSPoC	$78,22^e \pm 0,05$	$21,13^c \pm 0,02$	$2,44^e \pm 0,01$
IJSPoC	$59,23^c \pm 0,34$	$15,86^b \pm 0,13$	$-11,74^a \pm 0,08$
ISPoC	$84,87^f \pm 0,10$	$5,27^a \pm 0,00$	$2,17^d \pm 0,01$

*Skirtingos raidės rodo statistškai reikšmingus skirtumus stulpelyje, $p < 0,05$.

Siekiant įvertinti, ar išspaudų miltelių įkapsuliavimas yra veiksmingas, atlikta modifikuotų miltelių morfologijos analizė. Gauti rezultatai yra pateikti 21 paveiksle.



21 pav. Modifikuotų juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių SEM pavyzdžiai: a) ir b) juodųjų serbentų išspaudų milteliai, įkapsuliuoti IB; c) ir d) spanguolių išspaudų milteliai įkapsuliuoti su IB

Vertinant modifikavimo procesą nustatyta, kad spanguolių išspaudų miltelių įkapsuliavimas yra techniškai sudėtingesnis nei juodųjų serbentų. Tai gali lemti pačių išspaudų miltelių sudėties skirtumai, kai net ir išbrinkusios bei suardytos dalelės užkemša įrangą. IB naudojant kaip kapsulės medžiagą, vizualiai įvertinta, kad bandinys yra tirštesnis nei su polisacharidais.

Išanalizavus gautus rezultatus, nustatyta, kad įkapsuliavimas yra veiksmingas, nes dalis išspaudų dalelių pasidengia kapsule. Neįkapsuliuotos 21 paveiksle matomos dalelės gali būti naudotos

kapsulės medžiagos pertekliaus milteliai, šiuo atveju, polisacharidai arba IB. Kadangi juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių įkapsuliavimas įvyksta, toliau įvertintos miltelių savybės.

Nustatyta modifikuotų juodųjų serbentų bei spanguolių išspaudų miltelių cheminė sudėtis. Gauti duomenys yra pateikti 12 lentelėje.

12 lentelė. Modifikuotų uogų išspaudų miltelių cheminė sudėtis

Mėginys	Drėgmės kiekis, %	Angliavandenių kiekis, %	Riebalų kiekis, %	Baltymų kiekis, %	Pelenų kiekis, %
PJSPrC	5,21 ^b ± 0,30	86,41 ^c ± 0,38	5,55 ^a ± 0,96	0,92 ^a ± 0,07	1,91 ^b ± 0,20
PJSPoC	4,56 ^d ± 0,18	86,23 ^c ± 1,66	7,14 ^a ± 1,55	0,09 ^a ± 0,04	1,98 ^b ± 0,11
PSPrC	5,09 ^e ± 0,08	87,31 ^c ± 0,16	4,80 ^a ± 0,29	0,76 ^a ± 0,06	2,04 ^b ± 0,01
PSPoC	4,52 ^d ± 0,14	86,23 ^c ± 0,86	6,88 ^a ± 1,26	0,67 ^a ± 0,58	1,71 ^{ab} ± 0,04
IJSPoC	8,72 ^c ± 0,07	18,16 ^b ± 0,13	6,61 ^a ± 1,69	63,26 ^b ± 1,61	3,25 ^c ± 0,02
ISPoC	7,41 ^a ± 0,04	10,63 ^a ± 0,07	8,35 ^a ± 1,02	73,25 ^c ± 0,8	1,1 ^a ± 0,06

*Skirtingos raidės rodo statistiškai reikšmingus skirtumus stulpelyje, p < 0,05.

Atlikus modifikuotų juodųjų serbentų bei spanguolių išspaudų miltelių cheminę analizę, nustatyta, kad po modifikavimo, drėgmės kiekis visuose milteliuose sumažėja, o juodųjų serbentų išspaudų milteliuose su polisacharidais sumažėjo beveik 5 %. Riebalų kiekis juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų milteliuose, įkapsuliuotų su IB, nustatytas 1—2 % didesnis, nei su polisacharidų kapsule. Tokių rezultatų pokytį galėjo lemti riebalų kiekis, esantis pačių IB milteliuose. Didžiausias baltymų kiekis nustatytas juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų milteliuose su IB. Panašūs rezultatai gauti ir Wu' o ir kt. 2021 metais atliktame tyrime [4], kai baltymų kiekis įkapsuliuotuose juoduosiuose serbentuose su IB, gautas 4,68 % didesnis. Mažiausias baltymų kiekis nustatytas juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų milteliuose su polisacharidais. Pelenų didžiausias kiekis nustatytas juodųjų serbentų išspaudų milteliuose, įkapsuliuotuose IB, nes juodųjų serbentų išspaudų milteliuose yra didesnis kiekis mineralinių medžiagų [22]. Panašūs duomenys gauti ir Wu' o ir kt. 2021 metais atliktame tyrime [4], kai pelenų kiekis buvo 0,4 % mažesnis.

Nustatytas modifikuotų ir nemodifikuotų juodųjų serbentų bei spanguolių išspaudų miltelių skaidulinių medžiagų kiekis. Rezultatai yra pateikti 13 lentelėje.

13 lentelė. Modifikuotų uogų išspaudų miltelių skaidulinių medžiagų kiekis

Mėginys	Netirpios skaidulos, g/100g	Tirpios skaidulos, g/100g	Bendras skaidulinių medžiagų kiekis, g/100g
PJSPrC	1,79 ^a ± 0,73	34,89 ^b ± 1,32	36,99 ^b ± 0,61
PJSPoC	1,87 ^{ab} ± 0,03	36,16 ^b ± 1,24	37,37 ^b ± 0,68
PSPrC	2,93 ^b ± 0,30	42,52 ^c ± 0,74	45,29 ^c ± 0,62
PSPoC	3,05 ^b ± 0,61	43,60 ^c ± 0,69	47,05 ^c ± 0,61
IJSPoC	22,06 ^c ± 0,65	7,89 ^a ± 0,58	29,90 ^a ± 0,31
ISPoC	28,81 ^d ± 0,33	7,43 ^a ± 0,07	36,24 ^b ± 0,40

Skirtingos raidės rodo statistiškai reikšmingus skirtumus stulpelyje, p < 0,05.

Nustatyta, jog, naudojant polisacharidų kapsulę, netirpių skaidulinių medžiagų kiekis sumažėja 19 kartų, o su IB — apie 2 kartus. Daryta prielaida, jog efektyvesnis įkapsuliavimo metodas, naudojant IB kapsulę. Naudojant išrūgų baltymų kapsulę pasiektas beveik 6 kartus didesnis įkapsuliavimo efektyvumas nei su polisacharidais. Su IB įkapsuliavimo efektyvumas atitinkamai siekė 61,3 % su juodaisiais serbentais ir 51,1 % su spanguolėmis (išspaudų milteliai po CO₂ ekstrakcijos).

Toliau atliktas modifikuotų ir nmodifikuotų juodųjų serbentų bei spanguolių išspaudų miltelių funkcinių savybių įvertinimas. Gauti rezultatai yra pateikti 14 lentelėje.

14 lentelė. Modifikuotų uogų išspaudų miltelių funkcinių savybių nustatymo rezultatai

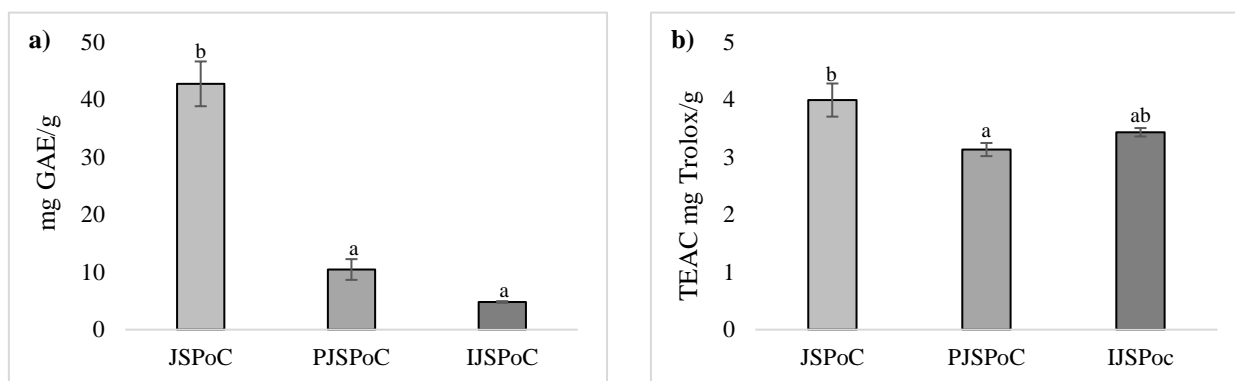
Mėginys	Brinkinimo geba, ml/g	Vandens sulaikymo geba, g/g	Aliejaus sulaikymo geba, g/g	Tirpumas, %	Putų sudarymo geba, %	Putų stabilumo geba, %
PJSPrC	–	–	2,91 ^a ± 0,37	95,17 ^{bc} ± 0,58	–	–
PJSPoC	–	–	3,04 ^c ± 0,24	95,83 ^c ± 0,76	–	–
PSPPrC	–	–	2,57 ^{ab} ± 0,32	93,50 ^b ± 0,71	–	–
PSPoC	–	–	3,68 ^b ± 0,55	93,00 ^c ± 0,50	–	–
IJSPoC	–	–	4,71 ^{ab} ± 0,18	93,67 ^b ± 0,76	66,67 ± 3,40	63,18 ± 1,57
ISPoC	–	–	4,55 ^c ± 0,25	91,75 ^a ± 0,35	37,04 ± 3,21	69,00 ± 1,41

Skirtingos raidės rodo statistiškai reikšmingus skirtumus stulpelyje, p < 0,05.

Nustatyta, jog modifikuotos juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudos, pasižymėjo itin dideliu tirpumu, todėl brinkinimo ir vandens sulaikymo gebos nebuvo įmanoma nustatyti. Panašūs duomenys gauti Sadowska'os ir kt. 2019 metais [10] atliktame tyrime, kai išpurkštų juodųjų serbentų išspaudų milteliai pasižymėjo labai maža vandens sulaikymo geba 0,27 ± 0,07 g/g. Be to, Gagneten'o ir kt. 2019 metais atliktame tyrime [26], nustatė, kad išpurškus juodųjų serbentų išspaudų miltelių tirpumas siekė 92,5 ± 2,2 %. Atsižvelgus į šiuos duomenis, galima teigti, jog neištirpusią dalį sudaro netirpios skaidulinės medžiagos. Putų sudarymo geba pasižymėjo tik bandiniai su IB, juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudos bei įkapuliuoti su polisacharidais juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų milteliai putų nesudaro. Baltymų putų sudarymas bei stabilumas yra paremtas greita difuzija oro ir vandens sąveikoje, kas sumažina oro burbuliukų paviršiaus įtempimą. Denatūravusiems baltymams susijungus su antocianiniais kovalentiniais ir nekovalentiniais ryšiais, suformuoja tirštesnį baltymų tinklą, kurie pasižymi geresnėmis putų stabilumo savybėmis [32]. Nustatyta vandens sulaikymo geba spanguolių išspaudų milteliuose, atitinka Jurevičiūtės ir kt., 2022 metais [22] pateiktuose duomenyse, kai vandens sulaikymo geba nustatyta 3,87 ± 0,18 g/g. Tačiau Sadowska'os ir kt. 2019 metais [10] atliktame tyrime, tirpumas liofilizavus juodųjų serbentų išspaudas nustatytas panašus 47,21 ± 0,29 %, o džiovavimo spintoje gautas 49,86 ± 1,35 %. Rezultatų pokytį galėjo lemti pakartotinis sumalimas, kuris dar labiau sumažino dalelių dydį bei galėjo paveikti tirpumą. Juodųjų serbentų uogų išspaudų miltelių aliejaus sulaikymo gebos rezultatai gauti 0,5 % didesni nei Reißner'io ir kt. 2019 metais atliktame tyrime [18], tačiau Sadowska'os ir kt. 2019 metais [10] atliktame tyrime rezultatai sutapo.

Atliktas modifikuotų ir nmodifikuotų juodųjų serbentų išspaudų po CO₂ ekstrakcijos polifenolinių junginių kiekio ir antioksidacinio aktyvumo vertinimas. Gauti rezultatai yra pateikti 22 paveiksle.

Išanalizavus gautus rezultatus nustatyta, kad polifenolinių junginių kiekis juodųjų serbentų išspaudose po CO₂ ekstrakcijos įkapsuliuotose su polisacharidais sumažėja 4 kartus, o su IB net 10 kartų, lyginat su nemodifikuotais išspaudų milteliais. Palyginus gautus rezultatus su Gagnetėn'o 2021 metais atliktame tyrimu [13], polifenolinių medžiagų kiekis juodųjų serbentų išspaudų milteliuose gautas 10 % didesnis. Tačiau palyginus gautus rezultatus su Azman'o ir kt. 2020 metais atliktu tyrimu [84], nustatyta, jog duomenys atitinka.



*Skirtingos raidės rodo statistiškai reikšmingus skirtumus stulpelyje, $p < 0,05$.

22 pav. Juodųjų serbentų išspaudų miltelių polifenolinių junginių ir antioksidacinio aktyvumo nustatymo rezultatai: a) polifenolinių junginių kiekis; b) antioksidacinis aktyvumas

Vertinant antioksidacinio aktyvumo rezultatus, nustatyta, kad reikšmingų skirtumų tarp bandinių nerasta. Antioksidacinio aktyvumo rezultatai varijuoja nuo 3,13 iki 3,99 TEAC mg Trolox/g. Tai rodo, jog sausų uogų išspaudų modifikavimas išsaugo juodųjų serbentų išspaudas po CO₂ ekstrakcijos antioksidacines savybes. Palyginus duomenis su Archaino'os ir kt. 2017 metais atliktu tyrimu [85], nustatyta, jog antioksidacinis aktyvumas juodųjų serbentų išspaudų milteliuose buvo 1,38 % didesnis. Rezultatai gali skirtis, dėl uogų veislės, auginimo sąlygų ar mėginio paruošimo.

3.3. Modifikuotų uogų išspaudų miltelių pritaikymas jogurto gėrimo gamyboje

Atlikus modifikuotų ir nemodifikuotų juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių tyrimus, buvo gaminami jogurtai bei atlikti jų tyrimai, siekiant įvertinti modifikuotų ir nemodifikuotų juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių įtaką jogurto savybėms. Jogurtų pavyzdžiai pateikti 23 paveiksle. Taip pat jogurto savybių nustatymo rezultatai pateikti 15 lentelėje.

Vertinant jogurtų klampą, nustatyta, jog panaudojus priedus, klampos parametrai pasikeičia nežymiai (0,01—0,04 Pa·s). Įvertinus jogurtų spalvą, nustatyta, jog šviesiausia spalva pasižymėjo kontroliniai mėginiai, o tamsiausia spalva pasižymėjo mėginiai su nemodifikuotais juodųjų serbentų išspaudų milteliais, atsižvelgiant į L^* vertes. Anot Vuong'o ir Hongsprabhas'o, [86], maisto baltymai neseniai buvo tiriami kaip galimas biopolimero pagrindu pagamintas nanodalelių nešiklis fenoliniams ir polifenoliniams junginiams. Be to, Vuong'o ir Hongsprabhas'o teigimu, vyksta nekovalentinės jėgos (*Van der Waals* jėgos, H—jungčių pokyčiai ir hidrofobinė sąveika) tarp kazeinų ir antocianino ekstraktų, kas turi įtakos spalvos stabilumui. Išoriniai veiksniai, tokie kaip cukrus, temperatūra, pH ir jonų stiprumas, taip pat turi įtakos baltymų ir fenolinių junginių bei polifenolinių junginių sąveikai.



23 pav. Jogurto gėrimų pavyzdžiai: a) kontrolė; b) su nemodifikuotais juodųjų serbentų išspaudų milteliais po CO₂ ekstrakcijos su IB; c) su modifikuotais juodųjų serbentų išspaudų milteliais po CO₂ ekstrakcijos; d) su nemodifikuotais spanguolių išspaudų milteliais po CO₂ ekstrakcijos su IB; e) su modifikuotais spanguolių išspaudų milteliais po CO₂ ekstrakcijos

Vertinant pH pokytį, nustatyta, kad jogurto pH padidėja, pridėjus tiek modifikuotų, tiek nemodifikuotų juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių. Tokį pH padidėjimą gali lemti aukštesnis išrūgų baltymų pH, kuris siekia 6,4 [29].

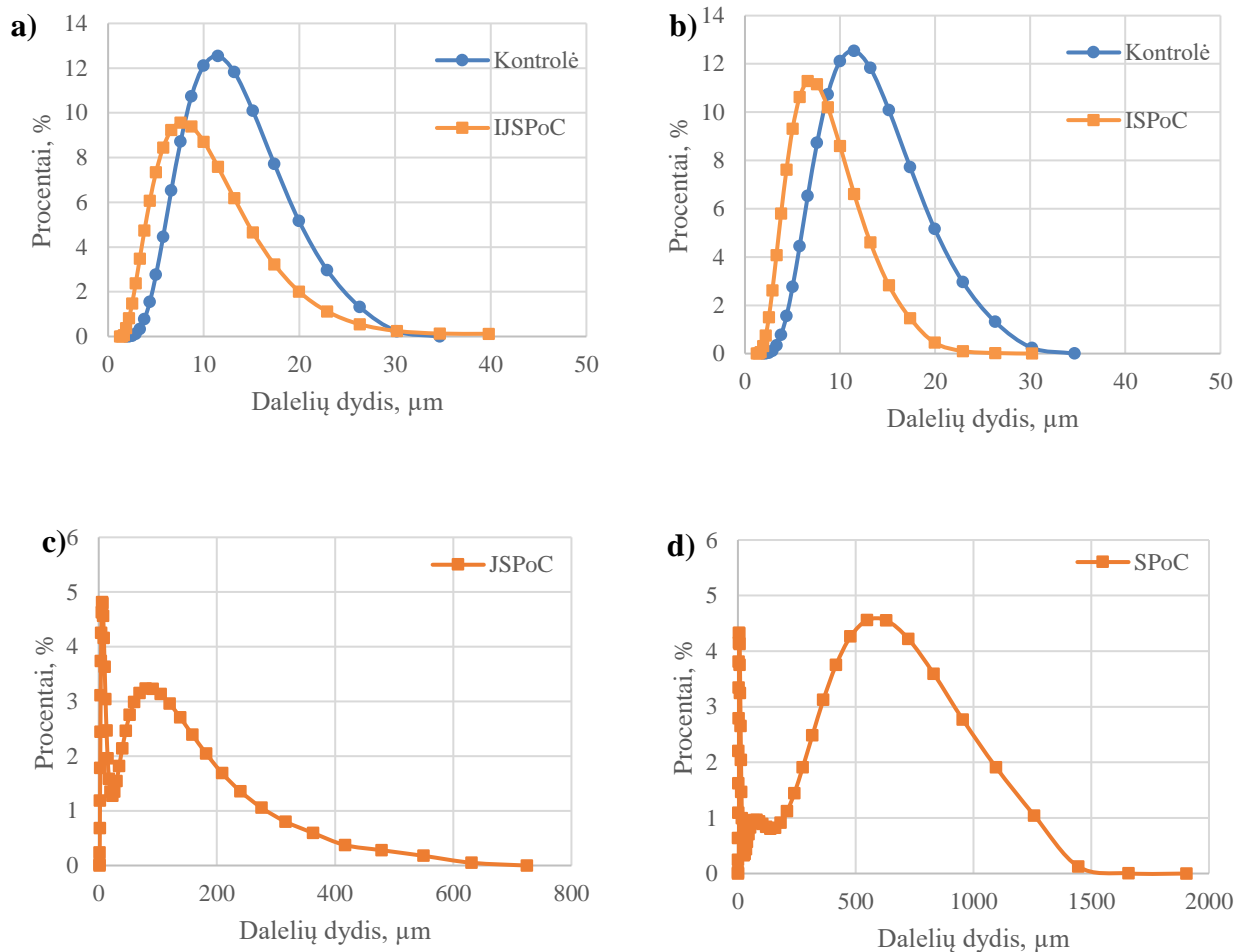
15 lentelė. Jogurto gėrimo savybių nustatymas

	pH		Spalva			Klampa, [Pa·s]
	24h	Po 9 dienų	L*	a*	b*	
Kontrolė	4,06 ^a ± 0,01	3,68 ^a ± 0,04	95,40 ^e ± 0,85	-4,22 ^a ± 0,05	11,23 ^e ± 0,06	0,04 ^c ± 0,01
JSPoC	4,08 ^a ± 0,01	4,03 ^b ± 0,04	30,45 ^a ± 0,56	13,93 ^d ± 0,17	-2,28 ^b ± 0,10	0,08 ^d ± 0,01
IJSPoC	4,08 ^a ± 0,01	4,04 ^{bc} ± 0,01	54,32 ^b ± 0,03	19,81 ^e ± 0,04	-4,53 ^a ± 0,01	0,01 ^a ± 0,01
SPoC	4,37 ^b ± 0,05	4,14 ^{cd} ± 0,01	67,34 ^c ± 0,13	12,25 ^c ± 0,42	1,86 ^c ± 0,07	0,03 ^b ± 0,01
ISPoC	4,33 ^b ± 0,04	4,19 ^d ± 0,03	73,62 ^d ± 0,54	10,95 ^b ± 0,12	5,25 ^d ± 0,02	0,02 ^b ± 0,01

*Skirtingos raidės rodo statistiškai reikšmingus skirtumus stulpelyje, p < 0,05.

Išanalizavus dalelių dydžio pasiskirstymą jogurtuose, nustatyta, jog didžiausios dalelės susidaro mėginiuose su nemodifikuotais spanguolių išspaudų milteliais, o modifikuotų juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių dalelių dydis panašus. Dalelių dydžio pasiskirstymas jogurto gėrimų mėginiuose pateiktas 24 paveiksle. Nustatyta, kad modifikuotų juodųjų serbentų išspaudų miltelių dalelių dydis, lyginant su homogenizuotų juodųjų serbentų išspaudų miltelių ir išrūgų baltymų mišinio suspensija, sumažėjo 4 kartus. Modifikuotų spanguolių išspaudų miltelių dydis nustatytas panašus, kaip ir modifikuotų juodųjų serbentų išspaudų miltelių. Tokie rezultatai gauti dėl brinkinimo ir homogenizavimo metu spanguolių išspaudų dalelių dydžio nesumažėjimo, todėl purškiant pro purkštuvinę galvutę patenka tik tos dalelės, kurios yra mažesnės nei 500 μm.

Nustatyta, jog jogurto dalelių dydis gautas panašus kaip ir Gilbert'o ir kt. 2020 metais atliktame tyrime [87] jogurto dalelių dydis varijuoja 35—50 μm. Osorio-Arias'o 2020 metais atliktame tyrime, kai modifikuotų dalelių dydis siekė 39,8—53,3 μm. Taip pat Goula'os 2015 metais atliktame tyrime [88], dalelių dydis modifikuotuose milteliuose sumažėjo 30 kartų, lyginant su pradiniais milteliais, atitinkamai 32 μm. Zotarelli'o ir kt. 2020 metais atliktame tyrime [89], purškiant mango išspaudų ir maltodekstrino suspensiją, dalelių dydis gautas 0,4—60 μm.

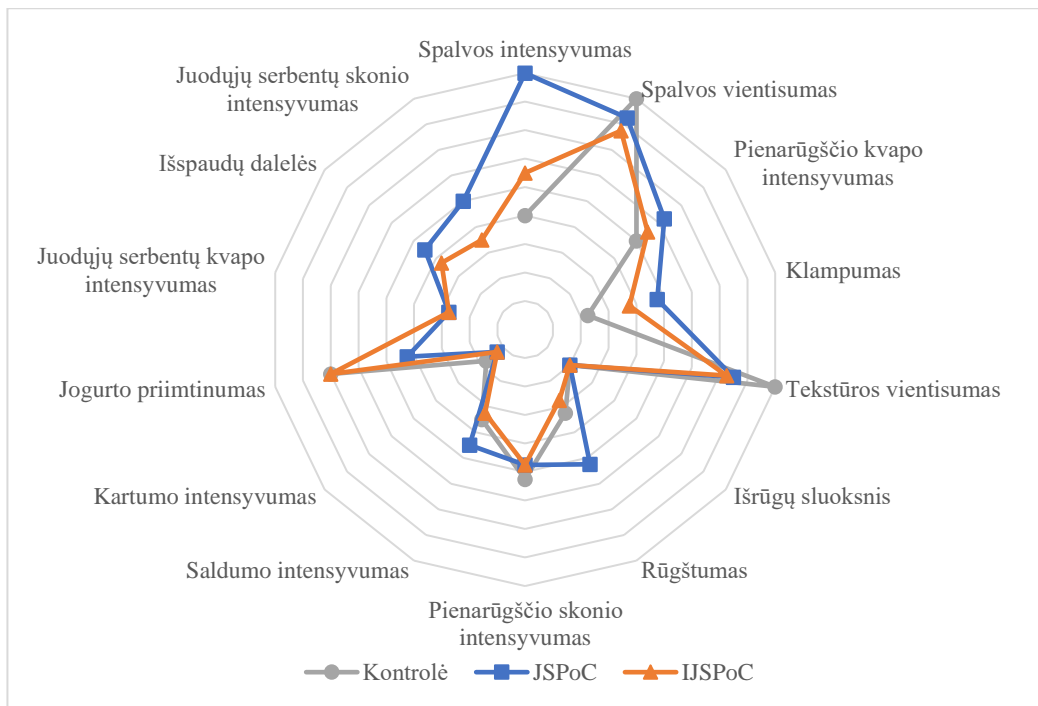


24 pav. Dalelių dydžio pasiskirstymas skirtinguose jogurto gėrimų mėginiuose:

- a) su modifikuotais juodųjų serbentų išspaudų milteliais; b) su modifikuotais spanguolių išspaudų milteliais; c) su nemodifikuotais juodųjų serbentų išspaudų milteliais ir IB; d) su nemodifikuotais spanguolių išspaudų milteliais ir IB

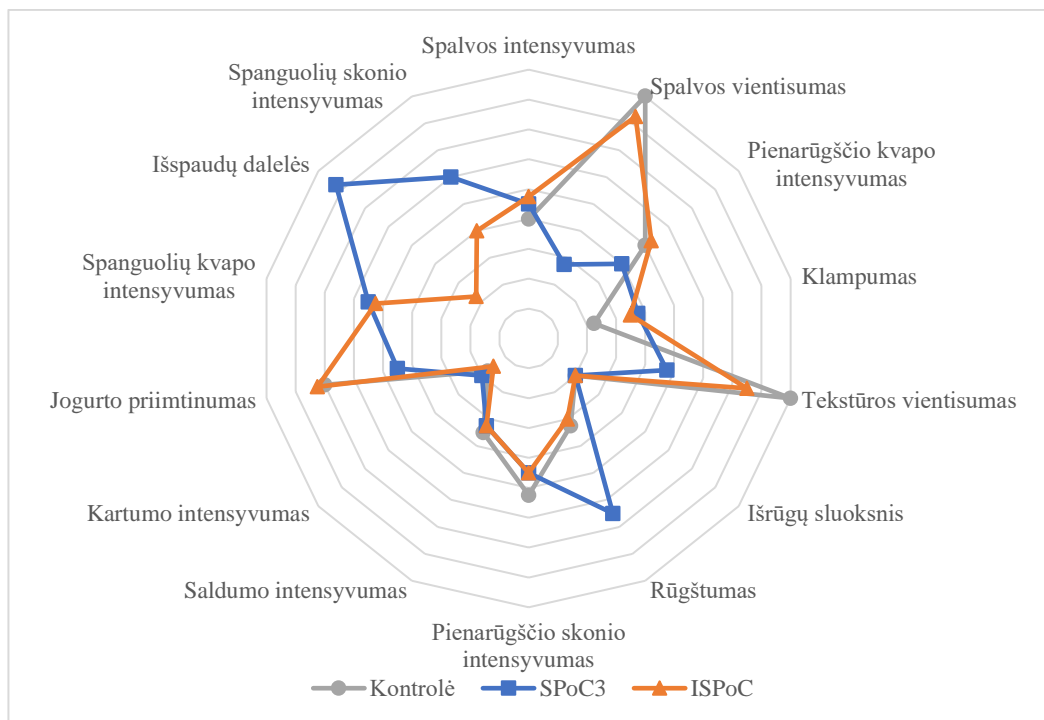
Atliktas jogurto gėrimų su modifikuotais ir nemodifikuotais juodųjų serbentų išspaudų milteliais juslinis vertinimas. Juslinio vertinimo anketa pateikta 5 priede. Jogurto gėrimo su juodųjų serbentų išspaudų milteliais juslinio vertinimo rezultatai pateikti 25 paveiksle.

Įvertinus jogurto gėrimus su modifikuotais ir nemodifikuotais juodųjų serbentų išspaudų milteliais, nustatyta, kad spalvos intensyvumas nemodifikuotuose milteliuose didesnis, nes L^* vertės juodųjų serbentų išspaudų milteliuose yra mažesnės nei modifikuotuose, atitinkamai $30,45 \pm 0,56$ ir $54,32 \pm 0,03$. Tačiau abiejuose mėginiuose spalvos vientisumas buvo panašus. Rūgštumas jaučiamas didesnis, naudojant nemodifikuotus juodųjų serbentų išspaudų miltelius. Išspaudų dalelės vizualiai sunkiai pastebimos abiejuose mėginiuose, tačiau su nemodifikuotais milteliais jaučiamas toks pat nemalonus skonis, kaip ir spanguolių mėginiuose. Modifikuotuose milteliuose sumažėja juodųjų serbentų skonio ir kvapo intensyvumas bei klampumas. Priimtinesniu jogurto gėrimu išrinktas jogurtas su modifikuotais juodųjų serbentų išspaudų milteliais.



25 pav. Geriamasis jogurtas su modifikuotais ir nemodifikuotais juodųjų serbentų išspaudų milteliais

Atliktas jogurto gėrimų su modifikuotais ir nemodifikuotais spanguolių išspaudų milteliais juslinis vertinimas. Juslinio jogurto gėrimo vertinimo rezultatai su spanguolių išspaudų milteliais pateikti 26 paveiksle.



26 pav. Geriamasis jogurtas su modifikuotais ir nemodifikuotais spanguolių išspaudų milteliais

Įvertinus jogurto gėrimus su modifikuotais ir nemodifikuotais spanguolių išspaudų milteliais, nustatyta, jog spalvos ryškumas gaunamas panašus, L^* vertės atitinkamai $67,34 \pm 0,13$ ir $73,62 \pm 0,54$. Naudojant nemodifikuotus spanguolių išspaudų miltelius, jogurto gėrime susidaro du sluoksniai — pastebimas spalvos ne vientisumas. Taip pat jaučiamas didesnis rūgštingumas, kietos

dalelės bei „smėlinga“ tekstūra. Jogurtuose su modifikuotais milteliais sumažėja spanguolių skonio ir kvapo intensyvumas bei klampumas. Priimtinesniu jogurto gėrimu išrinktas jogurtas su modifikuotais spanguolių išspaudų milteliais.

Palyginus visus jogurto gėrimus, spanguolių išspaudų milteliai pasižymi didesnėmis L^* vertėmis, todėl gautų jogurto gėrimų spalva yra šviesesnė nei mėginiuose su juodųjų serbentų išspaudų milteliais. Juodųjų serbentų išspaudų miltelių L^* vertės beveik dvigubai mažesnės nei spanguolių išspaudų miltelių, todėl gautų jogurto gėrimų spalva gauta ryškesnė. Vertinant skonį, mėginiai, kuriuose buvo naudoti nemodifikuoti išspaudų milteliai, pasižymėjo nemaloniu skoniu, jaučiamos kietos dalelės bei nemalonus, „smėlio“ poskonis.

Panašūs duomenys buvo gauti ir Dabija'os ir kt. 2018 metais atliktame tyrime [90], kai pridėjus į jogurtą skirtingų rūšių skaidulinių medžiagų, skonis buvo grūdėtos ir smėlingos tekstūros. Tačiau, naudojant modifikuotus išspaudų miltelius, skoninės savybės pagerėja, nejaučiamos kietos dalelės, gaunama švelnesnė tekstūra. Tolygesnė spalva įvertinta mėginiuose su modifikuotais juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų milteliais. Mėginiuose su nemodifikuotais juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų milteliais pastebėta, jog išspaudų dalelės yra ryškiai matomos ir nusėda mėginio dugne. Tuose pačiuose modifikuotuose mėginiuose dalelės nėra taip ryškiai matomos bei sumažėja jų kiekis. Tokius rezultatus galėjo lemti dispersijos susidarymas jogurte, todėl dalelės nenusėda mėgintuvėlio dugne. Nustatyta, jog pridėjus nemodifikuotų juodųjų serbentų bei spanguolių išspaudų miltelių, padidėja jogurto rūgštumas, tačiau pridėjus modifikuotus juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelius, rūgštumas išlieka panašus kaip kontroliniame mėginyje.

Atlikus bendrą jogurtų vertinimą, nustatyta, kad labiausiai jusliškai priimtinas yra jogurtas su modifikuotais juodųjų serbentų išspaudų milteliais: pasižymi maloniu skoniu, nejaučiamos kietos dalelės, gaunama priimtina, ryški spalva.

IŠVADOS

1. Atlikus juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelių analizę, nustatyta, kad reikšmingų skirtumų milteliuose prieš ir po CO₂ ekstrakcijos nenustatyta. Spanguolių išspaudų milteliuose yra beveik dvigubai didesnis skaidulinių medžiagų kiekis.
2. Juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų modifikavimui buvo nustatytos tinkamiausios brinkinimo sąlygos, siekiant suminkštinti dalelės. Tinkamiausios sąlygos dalelių brinkinimui, kai dalelės labiausiai išsiplečia ir gali būti lengvai suardomos, buvo 120 min ir 60 °C temperatūra. Bioaktyvių komponentų išsaugojimui bei skoninių savybių pagerinimui, atrinktos 2 kapsulės medžiagos — IB bei MD ir GA mišinys.
3. Įvertinus modifikuotų išspaudų miltelių savybes bei cheminę sudėtį, reikšmingų skirtumų prieš ir po CO₂ ekstrakcijos nenustatyta. Vertinant modifikuotų išspaudų miltelių savybes, nustatyta, kad ryškiausia spalva pasižymėjo mėginiai, kuriuose buvo naudotos polisacharidų kapsulės medžiagos. Nustatant įkapsuliuojimo veiksmingumą, atlikta morfologijos analizė, kuri parodė, jog išspaudų dalelės yra įkapsuliuojamos. Atlikus miltelių tyrimų analizę, nustatyta, jog modifikuoti milteliai pasižymėjo itin dideliu tirpumu, kuris siekė 81—95 %. Aliejaus sulaikymo geba mėginiuose su IB padidėjo dvigubai, nei kontroliniuose juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų milteliuose. Be to, putų susidarymas nustatytas tik mėginiuose, kuriuose buvo naudoti IB. Įvertinus cheminę sudėtį, nustatyta, kad naudojant išrūgų baltymų kapsulę, buvo pasiektas 6 kartus didesnis įkapsuliuojimo efektyvumas, nei su polisacharidais. Su IB įkapsuliuojimo efektyvumas siekė 61,3 % su juodųjų serbentų išspaudų milteliais ir 51,1 % su spanguolių išspaudų milteliais. Modifikuotuose milteliuose drėgmės kiekis sumažėjo dvigubai, o baltymų kiekis mėginiuose su polisacharidų kapsule siekia tik iki 1 %. Mėginiuose su IB kapsule baltymų kiekis siekė 63—73 %. Riebalų kiekis modifikuotuose milteliuose sumažėja beveik dvigubai. Polifenolinių medžiagų kiekis su polisacharidais sumažėja 4 kartus, o su IB 10 kartų, tačiau vertinant antioksidacinį aktyvumą, reikšmingų skirtumų tarp modifikuotų ir nemodifikuotų išspaudų miltelių nenustatyta.
4. Juodųjų serbentų ir spanguolių išspaudų miltelius, įkapsuliuotus su išrūgų baltymais, pritaikius jogurto gėrimo gamyboje, nustatyta, kad skoninės savybės ir priimtumas kardinaliai padidėja. Nejaučiamos kietos dalelės, nelieka nemalonaus poskonio. Vertinant spalvos parametrus, priimtinesni buvo juodųjų serbentų išspaudų milteliai, nes pasižymėjo ryškesne violetine spalva. Klampos parametruose reikšmingų skirtumų nenustatyta. Be to, naudojant modifikuotus išspaudų miltelius, prailginamas tinkamumo vartoti terminas.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. HUANG, C. H., LIU S. M., HSU N. Y. Understanding Global Food Surplus and Food Waste to Tackle Economic and Environmental Sustainability. *Sustainability* 12, no. 7: 2892 [interaktyvus]. Taiwan, 2020. [žiūrėta 2020-10-15]. Prieiga per: doi.org/10.3390/su12072892
2. TÖRRÖNEN, R., MCDOUGALL, G. J., DOBSON, G. ir kt. Fortification of blackcurrant juice with crowberry: Impact on polyphenol composition, urinary phenolic metabolites, and postprandial glycemic response in healthy subjects. *Journal of Functional Foods* [interaktyvus]. 2012. Volume 4, Issue 4, Pages 746-756 [žiūrėta 2020-10-15]. ISSN 1756-4646. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.jff.2012.05.001
3. MAY, N., GUENTHER, E. Shared benefit by Material Flow Cost Accounting in the food supply chain – The case of berry pomace as upcycled by-product of a black currant juice production. *Journal of Cleaner Production* [interaktyvus]. 2020. Volume 245, 118946 [žiūrėta 2020-10-15]. ISSN 0959-6526. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118946
4. WU, G., HUI, X., MU J. ir kt. Functionalization of whey protein isolate fortified with blackcurrant concentrate by spray-drying and freeze-drying strategies. *Food Research International* [interaktyvus]. 2021. Volume 141, 110025 [žiūrėta 2020-10-15]. ISSN 0963-9969. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.foodres.2020.110025
5. GAHRUIE, H. H., ESKANDARI, M. H., MESBAHI, G. ir kt. Scientific and technical aspects of yogurt fortification: A review, *Food Science and Human Wellness* [interaktyvus]. 2015. Volume 4, Issue 1, Pages 1-8 [žiūrėta 2020-10-15]. ISSN 2213-4530. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.fshw.2015.03.002
6. WU, G., HUI, X., WANG, R., DILRUKSHI, H. N. N. ir kt. Sodium caseinate-blackcurrant concentrate powder obtained by spray-drying or freeze-drying for delivering structural and health benefits of cookies. *Journal of Food Engineering* [interaktyvus]. 2021. Volume 299, 110466 [žiūrėta 2020-10-15]. ISSN 0260-8774. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110466
7. TÖRRÖNEN, R., MCDOUGALL, G. J., DOBSON, G. ir kt. Fortification of blackcurrant juice with crowberry: Impact on polyphenol composition, urinary phenolic metabolites, and postprandial glycemic response in healthy subjects, *Journal of Functional Foods* [interaktyvus]. 2021. Volume 4, Issue 4, Pages 746-756 [žiūrėta 2020-10-15]. ISSN 1756-4646, <https://doi.org/10.1016/j.jff.2012.05.001>
8. MICHALSKA, A., WOJDYŁO, A., LECH, K. ir kt. Effect of different drying techniques on physical properties, total polyphenols and antioxidant capacity of blackcurrant pomace powders. *LWT* [interaktyvus]. 2017. Volume 78, Pages 114-121 [žiūrėta 2020-10-16]. ISSN 0023-6438. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.lwt.2016.12.008
9. MAY, N., GUENTHER, E. Shared benefit by Material Flow Cost Accounting in the food supply chain – The case of berry pomace as upcycled by-product of a black currant juice production. *Journal of Cleaner Production* [interaktyvus] 2020. Volume 245, 118946 [žiūrėta 2020-10-16]. ISSN 0959-6526. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118946

10. SADOWSKA, A., RAKOWSKA, R., ŚWIDERSKI, F. Ir kt. Properties and microstructure of blackcurrant powders prepared using a new method of fluidized-bed jet milling and drying versus other drying methods. *CyTA - Journal of Food* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-11-05] 17:1, 439-446. Prieiga per: doi:10.1080/19476337.2019.1596985
11. SONA S., SUMCZYNSKI, D., MLCEK, J. ir kt. Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Different Types of Berries. *International Journal of Molecular Sciences* 16 [interaktyvus] 2015. No. 10: 24673-24706 [žiūrėta 2020-10-16]. Prieiga per: doi.org/10.3390/ijms161024673
12. TAHVONEN, R. L., SCHWAB, U. S., LINDERBORG, K. M. ir kt. Black currant seed oil and fish oil supplements differ in their effects on fatty acid profiles of plasma lipids, and concentrations of serum total and lipoprotein lipids, plasma glucose and insulin. *The Journal of Nutritional Biochemistry* [interaktyvus]. 2005. Volume 16, Issue 6, Pages, 353-359 [žiūrėta 2020-10-16]. ISSN 0955-2863. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.jnutbio.2005.01.004
13. GAGNETEN, M., ARCHAINA, D.A., SALAS, M.P. ir kt. Gluten-free cookies added with fibre and bioactive compounds from blackcurrant residue. *Int. J. Food Sci. Technol* 56: 1734-1740 [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2020-10-16]. Prieiga per: doi.org/10.1111/ijfs.14798
14. NEMZER, B. V., FADWA A. T., YASHIN, A. ir kt. Cranberry: Chemical Composition, Antioxidant Activity and Impact on Human Health: Overview. *Molecules* 27 [interaktyvus] no. 5: 1503 [žiūrėta 2020-10-16]. 2022. Prieiga per: doi.org/10.3390/molecules27051503
15. MAY, N., GUENTHER, E. Shared benefit by Material Flow Cost Accounting in the food supply chain – The case of berry pomace as upcycled by-product of a black currant juice production. *Journal of Cleaner Production* [interaktyvus]. 2020. Volume 245, 118946. ISSN 0959-6526. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118946
16. YANG, H., BAI, J., MA, C. Ir kt. Degradation models, structure, rheological properties and protective effects on erythrocyte hemolysis of the polysaccharides from *Ribes nigrum L.* *International Journal of Biological Macromolecules* [interaktyvus]. 2020. Volume 165, Part A, Pages 738-746. ISSN 0141-8130 [žiūrėta 2020-10-16]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.09.093
17. MENG, X., LIU, F., YAO XIAO, Y. ir kt. Alterations in physicochemical and functional properties of buckwheat straw insoluble dietary fiber by alkaline hydrogen peroxide treatment. *Food Chemistry* [interaktyvus]. 2019. Volume 3, 100029. ISSN 2590-1575 [žiūrėta 2020-10-16]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.fochx.2019.100029
18. REIßNER, A.M., AL-HAMIMI, S., QUILES, A., ir kt. Composition and physicochemical properties of dried berry pomace. *J. Sci. Food Agric.* 99: 1284-1293 [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-10-16]. Prieiga per: doi.org/10.1002/jsfa.9302
19. REIßNER, A. M., BEER, A., STRUCK, S. AND ROHM, H. Pre-Hydrated Berry Pomace in Wheat Bread: An Approach Considering Requisite Water in Fiber Enrichment. *Foods* 9, no. 11: 1600 [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-10-17]. Prieiga per: doi.org/10.3390/foods9111600

20. ALBA, K., MACNAUGHTAN, W., LAWS, A. P. ir kt. Fractionation and characterisation of dietary fibre from blackcurrant pomace. *Food Hydrocolloids* [interaktyvus]. Volume 81, Pages 398-408. 2018. ISSN 0268-005X [žiūrėta 2020-10-17]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.03.023
21. EUROPOS PARLAMENTO IR TARYBOS REGLAMENTAS (EB) NR. 1924/2006
22. JUREVIČIŪTĖ, I., KERŠIENĖ, M., BAŠINSKIENĖ, L. ir kt. Characterization of Berry Pomace Powders as Dietary Fiber-Rich Food Ingredients with Functional Properties. *Foods* 11, no. 5: 716 [interaktyvus]. 2022 [žiūrėta 2020-10-18]. Prieiga per: doi.org/10.3390/foods11050716
23. JIN D., LIU T., DONG W. Ir kt. Dietary feeding of freeze-dried whole cranberry inhibits intestinal tumor development in Apcmin/+ mice. *Oncotarget* [interaktyvus] 2017. 8: 97787-97800 [žiūrėta 2020-10-19]. Prieiga per: <https://www.oncotarget.com/article/22081/text/>
24. HUGHES, K. B., SMITH, J. S. Polyphenol Stability and Physical Characteristics of Sweetened Dried Cranberries. *Foods* 9, no. 5: 551 [interaktyvus] [žiūrėta 2020-10-18]. Prieiga per: <https://doi.org/10.3390/foods9050551>
25. DIAZ-GARCIA, L., RODRIGUEZ-BONILLA, L., PHILLIPS, M. ir kt. Comprehensive analysis of the internal structure and firmness in American cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) fruit. *PLoS ONE* 14(9): e0222451 [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-10-18]. Prieiga per: doi.org/10.1371/journal.pone.0222451
26. GAGNETEN, M., CORFIELD, R., MATTSON, M. G. ir kt. Spray-dried powders from berries extracts obtained upon several processing steps to improve the bioactive components content. *Powder Technology* [interaktyvus]. 2019. Volume 342, Pages 1008-1015. ISSN 0032-5910 [žiūrėta 2020-10-18]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.powtec.2018.09.048
27. SKROVANKOVA, S., SUMCZYNSKI, D., MLCEK, J. ir kt. Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Different Types of Berries. *International journal of molecular sciences*, 16(10), 24673–24706 [interaktyvus]. 2015. Prieiga per: doi.org/10.3390/ijms161024673
28. EUROPOS PARLAMENTO IR TARYBOS REGLAMENTAS (ES) Nr. 1169/2011
29. OZKAN, G., FRANCO, P., MARCO, I. Ir kt. A review of microencapsulation methods for food antioxidants: Principles, advantages, drawbacks and applications. *Food Chemistry* [interaktyvus]. 2019. Volume 272, Pages 494-506. ISSN 0308-8146 [žiūrėta 2022-10-02]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.205
30. BARROS FERNANDES, R. V., BORGES, S. V., BOTREL, D. A. Gum arabic/starch/maltodextrin/inulin as wall materials on the microencapsulation of rosemary essential oil. *Carbohydrate Polymers* [interaktyvus]. 2014. Volume 101, Pages 524-532. ISSN 0144-8617 [žiūrėta 2022-10-14]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.09.083
31. MICHALSKA, A., WOJDYŁO, A., HONKE, J., ir kt. Drying-induced physico-chemical changes in cranberry products. *Food Chemistry* [interaktyvus]. 2018. Volume 240, Pages 448-455. ISSN 0308-8146 [žiūrėta 2021-08-13]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.050

32. SANTOS, S.S., RODRIGUES, L.M., COSTA, S.C. ir kt. Antioxidant compounds from blackberry (*Rubus fruticosus*) pomace: Microencapsulation by spray-dryer and pH stability evaluation. *Food Packaging and Shelf Life* [interaktyvus]. 2019. Volume 20, 100177. ISSN 2214-2894 [žiūrėta 2022-10-28]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.foodpack.2017.12.001
33. ARENAS-JAL, M., SUÑÉ-NEGRE, J.M., GARCÍA-MONTOYA, E. An overview of microencapsulation in the food industry: opportunities, challenges, and innovations. *Eur Food Res Technol* 246, 1371–1382 [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-08-13]. Prieiga per: doi.org/10.1007/s00217-020-03496-x
34. WU, G., HUI, X., LIANG, J. ir kt. Combination of rehydrated whey protein isolate aqueous solution with blackcurrant concentrate and the formation of encapsulates via spray-drying and freeze-drying: Alterations to the functional properties of protein and their anticancer properties. *Food Chemistry* [interaktyvinis]. 2021. Volume 355, 129620. ISSN 0308-8146 [žiūrėta 2022-10-25]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129620
35. SHISHIR, M. R. I., XIE, L., SUN, C. Ir kt. Advances in micro and nano-encapsulation of bioactive compounds using biopolymer and lipid-based transporters. *Trends in Food Science & Technology* [interaktyvus]. 2018. Volume 78, Pages 34-60. ISSN 0924-2244 [žiūrėta 2022-10-25]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.tifs.2018.05.018
36. Katarzyna O., Basa, A., Katarzyna. W. Success Depends on Your Backbone—About the Use of Polymers as Essential Materials Forming Orodispersible Films. *Materials* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2022-05-17]. 14. 4872. Prieiga per: 10.3390/ma14174872
37. SOUZA, A. L. R., HIDALGO-CHÁVEZ, D. W., PONTES, S. M. ir kt. Microencapsulation by spray drying of a lycopene-rich tomato concentrate: Characterization and stability. *LWT* [interaktyvus]. 2018. Volume 91, Pages 286-292. ISSN 0023-6438 [žiūrėta 2022-10-25]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.053
38. YANG, H., BAI, J., MA, C. Ir kt. Degradation models, structure, rheological properties and protective effects on erythrocyte hemolysis of the polysaccharides from *Ribes nigrum L.* *International Journal of Biological Macromolecules* [interaktyvus]. 2020. Volume 165, Part A, Pages 738-746. ISSN 0141-8130 [žiūrėta 2022-10-28]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.09.093>
39. CORRÊA-FILHO, L. C., LOURENÇO, S. C., DUARTE, D. F. Ir kt. Microencapsulation of Tomato (*Solanum lycopersicum L.*) Pomace Ethanolic Extract by Spray Drying: Optimization of Process Conditions. *Applied Sciences* 9, no. 3: 612 [interaktyvus] [žiūrėta 2022-10-28]. Prieiga per: doi.org/10.3390/app90306122019
40. OZKAN, G., FRANCO, P., MARCO, I. ir kt. A review of microencapsulation methods for food antioxidants: Principles, advantages, drawbacks and applications. *Food Chemistry* [interaktyvus]. 2019. Volume 272, Pages 494-506. ISSN 0308-8146 [žiūrėta 2022-10-14]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.205
41. BANOŽIĆ, M., VLADIĆ, J., BANJARI, I. ir kt. Spray Drying as a Method of Choice for Obtaining High Quality Products from Food Wastes– A Review. *Food Reviews International* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2022-10-14]. Prieiga per: DOI: 10.1080/87559129.2021.1938601

42. BANJARE, I. S., GANDHI, K., SAO, K., SHARMA, R. Spray-Dried Whey Protein Concentrate-Iron Complex: Preparation and Physicochemical Characterization. *Food technology and biotechnology*, 57(3), 331–340 [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2022-10-14]. Prieiga per: doi.org/10.17113/ftb.57.03.19.6228
43. EL-KHOLY, W.M., SOLIMAN, T.N., DARWISH A.M.G. Evaluation of date palm pollen (*Phoenix dactylifera L.*) encapsulation, impact on the nutritional and functional properties of fortified yoghurt. *PLoS ONE* 14(10): e0222789 [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2022-10-02]. Prieiga per: doi.org/10.1371/journal.pone.0222789
44. YOLANDA, A., MURO, C., ILLESCAS, J. ir kt. Encapsulation of Antihypertensive Peptides from Whey Proteins and Their Releasing in Gastrointestinal Conditions. *Biomolecules* 9, no. 5: 164 [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2022-10-02]. Prieiga per: doi.org/10.3390/biom9050164
45. PALADII, I.V., VRABIE, E.G., SPRINCHAN, K.G. ir kt. Part 1: Classification, Composition, Properties, Derivatives, and Application. *Surf. Engin. Appl. Electrochem.* 57, 579–594 [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2020-11-10]. Prieiga per: doi.org/10.3103/S1068375521050112
46. OLIVEIRA, B.E., JUNIOR, P.C., CILLI, L.P. ir kt. Spray-drying of grape skin-whey protein concentrate mixture. *J Food Sci Technol* 55, 3693–3702 [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2020-11-10]. Prieiga per: doi.org/10.1007/s13197-018-3299-3
47. FLOIRENDO, P. F., RAKESH K. S., FANBIN. K. Physical and storage properties of spray-dried blueberry pomace extract with whey protein isolate as wall material. *Journal of Food Engineering* [interaktyvus] 2014. Volume 137, Pages 1-6. ISSN 0260-8774 [žiūrėta 2020-11-20]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.03.034
48. ROBERT, P., FREDES, C. The encapsulation of anthocyanins from berry-type fruits. *Trends in foods. Molecules* [interaktyvus] 20(4), 5875–5888. 2015 [žiūrėta 2022-10-02]. Prieiga per: doi.org/10.3390/molecules20045875
49. FAZILAH, N.F., HAMIDON, N.H., ARIFF, A.B. ir kt. Microencapsulation of *Lactococcus lactis Gh1* with Gum Arabic and *Synsepalum dulcificum* via Spray Drying for Potential Inclusion in Functional Yogurt. *Molecules* [interaktyvus]. 2019. 24, 1422 [žiūrėta 2021-08-01]. Prieiga per: <https://doi.org/10.3390/molecules24071422>
50. GRGIĆ, J., ŠELO, G., PLANINIĆ, M. ir kt. Role of the Encapsulation in Bioavailability of Phenolic Compounds. *Antioxidants* [interaktyvus]. 2020. 9, 923 [žiūrėta 2021-08-01]. Prieiga per: doi.org/10.3390/antiox9100923
51. SAIKIA, S., MAHNOT, N. K., MAHANTA, C. L. Optimisation of phenolic extraction from *Averrhoa carambola* pomace by response surface methodology and its microencapsulation by spray and freeze drying. *Food Chemistry* [interaktyvus]. 2015. Volume 171, Pages 144-152. ISSN 0308-8146 [žiūrėta 2021-08-01]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.064
52. FLOIRENDO, P., FLORES, R. K. S., FANBIN K. Physical and storage properties of spray-dried blueberry pomace extract with whey protein isolate as wall material. *Journal of Food Engineering* [interaktyvus]. 2014. Volume 137, Pages 1-6. ISSN 0260-8774 [žiūrėta 2021-08-04]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.03.034

53. SHEPARD, K.B., DOWER, A.M., EKDAHL, A.M. ir kt. Solvent-Assisted Secondary Drying of Spray-Dried Polymers. *Pharm Res* 37, 156 [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-08-10]. Prieiga per: doi.org/10.1007/s11095-020-02890-0
54. BANOŽIĆ, M., VLADIĆ, J., BANJARI, I. ir kt. Spray Drying as a Method of Choice for Obtaining High Quality Products from Food Wastes– A Review, *Food Reviews International* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-08-14]. Prieiga per: DOI: 10.1080/87559129.2021.1938601
55. MOHAMMED, N. K., CHIN P. T., YAZID A. M. ir kt. Spray Drying for the Encapsulation of Oils—A Review. *Molecules* 25, no. 17: 3873 [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-08-14]. Prieiga per: doi.org/10.3390/molecules25173873
56. XU, S., TANG, Z., LIU, H. ir kt. Microencapsulation of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) pulp oil by spray drying. *Food Sci Nutr* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-11-28] 8: 5785–5797. Prieiga per: doi.org/10.1002/fsn3.1828
57. MALGORZATA, N., WIKTOR, A., DADAN, M. ir kt. The Application of Combined Pre-Treatment with Utilization of Sonication and Reduced Pressure to Accelerate the Osmotic Dehydration Process and Modify the Selected Properties of Cranberries. *Foods* 8, no. 8: 283 [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2021-11-28]. Prieiga per: doi.org/10.3390/foods8080283
58. COTABARREN, I. M., BERTÍN, D., RAZUC, M. ir kt. Modelling of the spray drying process for particle design. *Chemical Engineering Research and Design* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2022-03-18]. Volume 132, Pages 1091-1104. ISSN 0263-8762. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2018.01.012>
59. OSORIO-ARIAS, J., DELGADO-ARIAS, S., DUARTE-CORREA, Y. ir kt. New powder material obtained from spent coffee ground and whey protein; Thermal and morphological analysis. *Materials Chemistry and Physics* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2022-03-17]. Volume 240, 122171. ISSN 0254-0584. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2019.122171>
60. KHALIFA, I., LI, M., MAMET, T. ir kt. Maltodextrin or gum Arabic with whey proteins as wall-material blends increased the stability and physicochemical characteristics of mulberry microparticles. *Food Bioscience* [interaktyvus]. 2019. Volume 31, 100445. ISSN 2212-4292 [žiūrėta 2021-11-30]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.fbio.2019.100445
61. BALCI-TORUN, F., OZDEMIR, F. Encapsulation of strawberry flavour and physicochemical characterization of the encapsulated powders. *Powder Technology* [interaktyvus]. 2021. Volume 380, Pages 602-612. ISSN 0032-5910 [žiūrėta 2022-12-04]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.powtec.2020.11.060
62. NEVES, M. I. L., DESOBRY-BANON, S., PERRONE, I. T. ir kt. Encapsulation of curcumin in milk powders by spray-drying: Physicochemistry, rehydration properties, and stability during storage. *Powder Technology* [interaktyvus]. 2019. Volume 345, Pages 601-607. ISSN 0032-5910 [žiūrėta 2021-12-04]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2019.01.049>
63. AHMAD, N., MANZOOR, M.F., SHABBIR, U. Ir kt. Health lipid indices and physicochemical properties of dual fortified yogurt with extruded flaxseed omega fatty acids and fibers for

- hypercholesterolemic subjects. *Food Sci Nutr* [interaktyvus]. 2020. 8: 273– 280 [žiūrėta 2021-12-04]. Prieiga per: doi.org/10.1002/fsn3.1302
64. ISHTIAQUE, A., KHALIQUE, A., MUHAMMAD Q. S. ir kt. Studying the Influence of Apple Peel Polyphenol Extract Fortification on the Characteristics of Probiotic Yoghurt. *Plants* 9, no. 1: 77 [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-12-05]. Prieiga per: <https://doi.org/10.3390/plants9010077>
65. HARSHITA, S., SIVAKUMAR, S., REKHA, C. ir kt. Quality Characteristics of Functional Yoghurt with Fortification of Encapsulated Resveratrol Powder. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* [interaktyvus] 7. 3102-3109. 2018 [žiūrėta 12-12-05]. Prieiga per: 10.20546/ijcmas.2018.708.331
66. GAHRUIE, H. H., ESKANDARI, M. H., MESBAHI, G. ir kt. Scientific and technical aspects of yogurt fortification: A review. *Food Science and Human Wellness* [interaktyvus]. 2015. Volume 4, Issue 1, Pages 1-8. ISSN 2213-4530 [žiūrėta 2021-12-14]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.fshw.2015.03.002
67. WU, H., LU, P., LIU, Z. ir kt. Impact of roasting on the phenolic and volatile compounds in coffee beans. *Food Science & Nutrition*, 00, 1– 18 [interaktyvus]. 2022 [žiūrėta 2022-05-01]. Prieiga per: doi.org/10.1002/fsn3.2849
68. HATAMI, T., EMAMI, S. A., MIRAGHAEI, S. S., MOJARRAB, M. Total Phenolic Contents and Antioxidant Activities of Different Extracts and Fractions from the Aerial Parts of *Artemisia biennis* Willd. *Iranian journal of pharmaceutical research : IJPR*, 13(2), 551–559 [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2022-04-14]. Prieiga per: PMID: 25237350; PMCID: PMC4157030
69. BALCI-TORUN, F., OZDEMIR, F. Encapsulation of strawberry flavour and physicochemical characterization of the encapsulated powders. *Powder Technology* [interaktyvus]. 2021. Volume 380, Pages 602-612. ISSN 0032-5910 [žiūrėta 2022-04-11]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.powtec.2020.11.060
70. HUSSAIN, S., SHARMA, M., BHAT, R. Valorisation of Sea Buckthorn Pomace by Optimization of Ultrasonic-Assisted Extraction of Soluble Dietary Fibre Using Response Surface Methodology. *Foods* 10, 1330 [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2022-04-21]. Prieiga per: doi.org/10.3390/foods10061330
71. AFRIN, S.M., ACHARJEE, A., SIT, N. Convective drying of orange pomace at different temperatures and characterization of the obtained powders. *J Food Sci Technol* 59, 1040–1052 [interaktyvus]. 2022 [žiūrėta 2022-04-17]. Prieiga per: doi.org/10.1007/s13197-021-05108-2
72. TANG, T., DU, H., TANG, S. ir kt. Effects of incorporating different kinds of peptides on the foaming properties of egg white powder. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* [interaktyvus]. 2021. Volume 72, 102742. ISSN 1466-8564 [žiūrėta 2022-04-03], Prieiga per: doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102742

73. VURAL, G., ARDA, S., VINCENZO, F. Direct measurement of the total antioxidant capacity of foods: the 'QUENCHER' approach. *Trends in Food Science & Technology*. 20. 278-288 [interaktyvus]. 2009 [žiūrėta 2021-09-18]. Prieiga per: [10.1016/j.tifs.2009.03.010](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.03.010)
74. PAZ, R., FREDES, C. The Encapsulation of Anthocyanins from Berry-Type Fruits. *Trends in Foods. Molecules* 20, no. 4: 5875-5888 [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta 2021-12-18]. Prieiga per: doi.org/10.3390/molecules20045875
75. ROMERO-GONZÁLEZ, J., AH-HEN, K. S., LEMUS-MONDACA, R. ir kt. Total phenolics, anthocyanin profile and antioxidant activity of maqui, *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz, berries extract in freeze-dried polysaccharides microcapsules. *Food Chemistry* [interaktyvus]. 2020. Volume 313, 126115. ISSN 0308-8146 [žiūrėta 2021-12-18]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126115
76. MIHALCEA, L., TURTURICĂ, M., GHINEA, I. O. Ir kt. Encapsulation of carotenoids from sea buckthorn extracted by CO₂ supercritical fluids method within whey proteins isolates matrices. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* [interaktyvus]. 2017. Volume 42, Pages 120-129. ISSN 1466-8564 [žiūrėta 2021-12-18]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.ifset.2017.06.008
77. MAIJA, G., SAINIO, T., KATINA, K. ir kt. Physicochemical Properties and Mouthfeel in Commercial Plant-Based Yogurts. *Foods* 11, no. 7: 941 [interaktyvus]. 2022 [žiūrėta 2021-12-19]. Prieiga per: doi.org/10.3390/foods11070941
78. JALAL AGHDASIAN, A., ALIZADEH, A., SOOFI, M. Development of iron and vitamin D3 fortified low-fat synbiotic yogurt as a potential substrate for *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium lactis*: evaluation of physicochemical and sensory Properties during the storage time. *Food Measure* [interaktyvus]. 2022 [žiūrėta 2021-12-19]. Prieiga per: doi.org/10.1007/s11694-022-01377-3
79. ZIELINSKA, M., ZIELINSKA, D. Effects of freezing, convective and microwave-vacuum drying on the content of bioactive compounds and color of cranberries. *LWT* [interaktyvus]. 2019. Volume 104, Pages 202-209. ISSN 0023-6438 [žiūrėta 2021-12-19]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.lwt.2019.01.041
80. VARNAITĖ, L., KERŠIENĖ, M., ŠIPAILIENĖ, A. ir kt. Fiber-Rich Cranberry Pomace as Food Ingredient with Functional Activity for Yogurt Production. *Foods* 11, no. 5: 758 [interaktyvus]. 2022 [žiūrėta 2022-05-01]. Prieiga per: doi.org/10.3390/foods11050758
81. GOUW, V. P., JUNG, J., ZHAO, Y. Functional properties, bioactive compounds, and in vitro gastrointestinal digestion study of dried fruit pomace powders as functional food ingredients. *LWT* [interaktyvus]. 2017. Volume 80, Pages 136-144. ISSN 0023-6438 [žiūrėta 2021-02-01]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.lwt.2017.02.015
82. HUI, X., WU, G., HAN, D. ir kt. Bioactive compounds from blueberry and blackcurrant powder alter the physicochemical and hypoglycaemic properties of oat bran paste. *LWT* [interaktyvus]. 2021. Volume 143, 111167. ISSN 0023-6438 [žiūrėta 2022-05-01]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111167

83. PALADII, I.V., VRABIE, E.G., SPRINCHAN, K.G. ir kt. Part 1: Classification, Composition, Properties, Derivatives, and Application. Surf. Engin. Appl.Electrochem. 57, 579–594 [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2022-03-14]. Prieiga per: doi.org/10.3103/S1068375521050112
84. AZMAN, E.M., HOUSE, A., CHARALAMPOPOULOS, D., CHATZIFRAGKOU, A. Effect of dehydration on phenolic compounds and antioxidant activity of blackcurrant (*Ribes nigrum L.*) pomace. Int. J. Food Sci. Technol., 56: 600-607 [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2022-03-01]. Prieiga per: doi.org/10.1111/ijfs.14762
85. ARCHAINA, D., LEIVA, G., SALVATORI, D., SCHEBOR, C. Physical and functional properties of spray-dried powders from blackcurrant juice and extracts obtained from the waste of juice processing. Food Sci Technol Int. 2018 Jan;24(1):78-86 [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2022-03-07]. Prieiga per: doi: 10.1177/1082013217729601
86. VUONG T. T., HONGSPRABHAS P. Influences of pH on binding mechanisms of anthocyanins from butterfly pea flower (*Clitoria ternatea*) with whey powder and whey protein isolate. Cogent Food & Agriculture, 7:1 [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2022-03-09]. Prieiga per: DOI: 10.1080/23311932.2021.1889098
87. GILBERT, A., RIOUX, L.-E., ST-Gelais, S.L. Turgeon, Studying stirred yogurt microstructure using optical microscopy: How smoothing temperature and storage time affect microgel size related to syneresis. Journal of Dairy Science [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2022-05-02]. Volume 103, Issue 3, Pages 2139-2152. ISSN 0022-0302. Prieiga per: <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16787>
88. GOULA, A. M., HARRIS, N. Lazarides, Integrated processes can turn industrial food waste into valuable food by-products and/or ingredients: The cases of olive mill and pomegranate wastes. Journal of Food Engineering [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta 2022-03-17]. Volume 167, Part A, Pages 45-50. ISSN 0260-8774. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.01.003>
89. ZOTARELLI, M. F., DURIGON, A., MARTINS DA SILVA, A. V. ir kt. Rehydration of mango powders produced by cast-tape drying, freeze drying, and spray drying. Drying Technology [interaktyvus]. 2022 [žiūrėta 2022-05-02]. 40:1, 175-187. Prieiga per: DOI: 10.1080/07373937.2020.1777562
90. DABIJA, A., CODINĂ, G. G., GÂTLAN A. M., RUSU L. Quality assessment of yogurt enriched with different types of fibers. CyTA - Journal of Food [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2022-03-13]. 16:1, 859-867. Prieiga per: DOI: 10.1080/19476337.2018.1483970

PRIEDAI

1 priedas. Juodųjų serbentų miltelių prieš CO₂ ekstrakciją brinkinimo optimizavimo rezultatai (R=0,99)

Eil. Nr.	Brinkinimo temperatūra, °C	Brinkinimo trukmė, min	Dalelių dydis, μm	
			Eksperimentinė	Pagal matematinį modelį
1.	20	30	92	91,32
2.	60	30	134	134,54
3.	20	120	127,8	126,45
4.	60	120	172	171,87
5.	12	75	94,2	95,49
6.	68	75	158	157,54
7.	40	11	110	109,94
8.	40	138	160	160,89
9.	40	75	130	129,63
10.	40	75	130,1	129,63
11.	40	75	128	129,63
12.	40	75	130,1	129,63
13.	40	75	130	129,63

2 priedas. Juodųjų serbentų miltelių po CO₂ ekstrakcijos brinkinimo optimizavimo rezultatai (R=0,99)

Eil. Nr.	Brinkinimo temperatūra, °C	Brinkinimo trukmė, min	Dalelių dydis, μm	
			Eksperimentinė	Pagal matematinį modelį
1.	20	30	95,7	94,16
2.	60	30	132	131,87
3.	20	120	120	119,78
4.	60	120	168	169,19
5.	12	75	79	80,19
6.	68	75	142	141,17
7.	40	11	124	125,1
8.	40	138	170	169,23
9.	40	75	138	138,20
10.	40	75	138,1	138,20
11.	40	75	136	138,20
12.	40	75	137,9	138,20
13.	40	75	141	138,20

3 priedas. Spanguolių išspaudų miltelių prieš CO₂ ekstrakciją brinkinimo optimizavimo rezultatai (R—0,98)

Eil. Nr.	Brinkinimo temperatūra, °C	Brinkinimo trukmė, min	Dalelių dydis, μm	
			Eksperimentinė	Pagal matematinį modelį
1.	20	30	481	484,61
2.	60	30	552	556,60
3.	20	120	518	521,55
4.	60	120	753	757,54
5.	12	75	485	481,55
6.	68	75	702	697,14
7.	40	11	490	485,90
8.	40	138	658	653,92
9.	40	75	580	576,64
10.	40	75	575	576,64
11.	40	75	583	576,64
12.	40	75	572	576,64
13.	40	75	573	576,64

4 priedas. Spanguolių išspaudų miltelių po CO₂ ekstrakcijos brinkinimo optimizavimo rezultatai (R=0,98)

Eil. Nr.	Brinkinimo temperatūra, °C	Brinkinimo trukmė, min	Dalelių dydis, μm	
			Eksperimentinė	Pagal matematinį modelį
1.	20	30	478	479,92
2.	60	30	540	546,73
3.	20	120	510	504,21
4.	60	120	720	719,02
5.	12	75	488	490,96
6.	68	75	692	688,09
7.	40	11	470	464,16
8.	40	138	597	602,08
9.	40	75	510	509,17
10.	40	75	515	509,17
11.	40	75	504	509,17
12.	40	75	510	509,17
13.	40	75	507	509,17

5 priedas. Juslinio geriamojo jogurto vertinimo anketa

Mėginio kodas.....

Jogurto kokybės vertinimas

SPALVOS

INTENSYVUMAS

Balta									Geltona
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

SPALVOS VIENTISUMAS

Netolygi									Tolygi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

PIENARŪGŠČIO KVAPO INTENSYVUMAS

Nėra									Labai stiprus
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

TEKSTŪROS VIENTISUMAS

Nevientisa									Vientisa
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

IŠRŪGŲ

SLUOKSNIS

Nėra									Yra daugiau nei 2% bendro jogurto kiekio
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

KLAMPUMAS

Skystas									Labai klampus
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

PIENARŪGŠČIO

SKONIO INTENSYVUMAS

Nėra									Labai stiprus
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

SALDUMO INTENSYVUMAS

Nėra									Labai stiprus
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

KARTUMO

INTENSYVUMAS

Nėra									Labai stiprus
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

JOGURTO PRIIMTINUMAS

Nevartojamas									Priimtinas
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

RŪGŠTUMAS

Nėra									Labai stiprus
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5 priedo tęsinys

Mėginio kodas.....

JOGURTO KOKYBĖS VERTINIMAS

SPALVOS INTENSYVUMAS

Balta				Violetinė				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

SPALVOS VIENTISUMAS

Netolygi							Tolygi	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

PIENARŪGŠČIO KVAPO INTENSYVUMAS

Nėra							Labai stiprus	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

KLAMPUMAS

Skystas							Labai klampus	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

JUODŪJŲ SERBENTŲ KVAPO INTENSYVUMAS

Nėra							Labai stiprus	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

TEKSTŪROS VIENTISUMAS

Nevientisa							Vientisa	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

IŠSPAUDŲ DALELĖS

Nėra matomos							Ryškiai matomos	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

IŠRŪGŲ SLUOKSNIS

Nėra					Yra daugiau nei 2% bendro jogurto kiekio			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

RŪGŠTUMAS

Nėra							Labai stiprus	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

PIENARŪGŠČIO INTENSYVUMAS

Nėra							Labai stiprus	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

JUODŪJŲ SERBENTŲ SKONIO INTENSYVUMAS

Nėra							Labai stiprus	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

SALDUMO INTENSYVUMAS

Nėra							Labai stiprus	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

KARTUMO INTENSYVUMAS

Nėra							Labai stiprus	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

JOGURTO PRIIMTINUMAS

Nevartojamas							Priimtinas	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

JOGURTO KOKYBĖS VERTINIMAS**SPALVOS INTENSYVUMAS**

Balta									Raudona	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		

SPALVOS VIENTISUMAS

Netolygi							Tolygi	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

PIENARŪGŠČIO KVAPO INTENSYVUMAS

Nėra							Labai stiprus	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

KLAMPUMAS

Nėra							Labai klampus	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

SPANGUOLIŲ KVAPO INTENSYVUMAS

Nėra							Labai stiprus	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

TEKSTŪROS VIENTISUMAS

Nevientisa							Vientisa	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

IŠSPAUDŲ DALELĖS

Nėra matomos							Ryškiai matomos	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

IŠRŪGŲ SLUOKSNIS

Nėra				Yra daugiau nei 2% bendro jogurto kiekio				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

RŪGŠTUMAS

Nėra							Labai stiprus	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

PIENARŪGŠČIO INTENSYVUMAS

Nėra							Labai stiprus	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

SPANGUOLIŲ SKONIO INTENSYVUMAS

Nėra							Labai stiprus	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

SALDUMO INTENSYVUMAS

Nėra							Labai stiprus	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

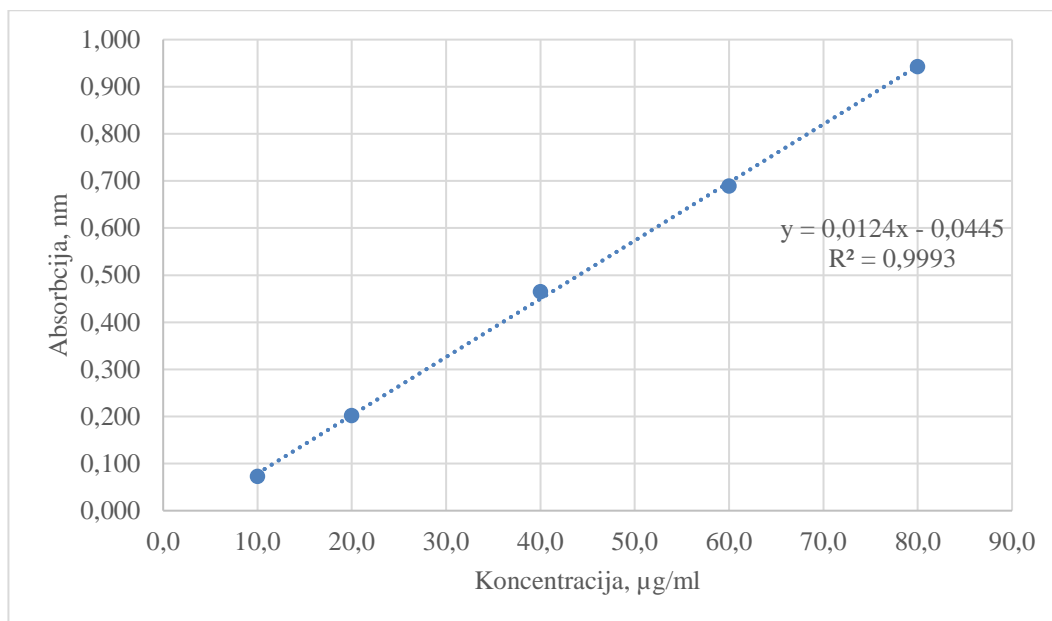
KARTUMO**INTENSYVUMAS**

Nėra						Labai stiprus		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

JOGURTO PRIIMTINUMAS

Nevartojamas						Priimtinas		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6 priedas. Polifenolinių medžiagų nustatymo kalibracinė kreivė



7 priedas. Antioksidacinio aktyvumo nustatymo kalibracinė kreivė

