



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

**Įvairių veislių sausmedžio uogų cheminės sudėties,
antimikrobinių savybių ir spektrinių charakteristikų
palyginimas**

Baigiamasis magistro projektas

Aistė Pažereckaitė

Projekto autorė

Doc. dr. Ina Jasutienė

Vadovė

Kaunas, 2021



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

**Įvairių veislių sausmedžio uogų cheminės sudėties,
antimikrobinių savybių ir spektrinių charakteristikų
palyginimas**

Baigiamasis magistro projektas

Maisto mokslas ir sauga (6211FX011)

Aistė Pažereckaitė

Projekto autorė

Doc. dr. Ina Jasutienė

Vadovė

Lect. dr. Renata Žvirdauskienė

Recenzentė

Kaunas, 2021



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Aistė Pažereckaitė

Įvairių veislių sausmedžio uogų cheminės sudėties, antimikrobinių savybių ir spektrinių charakteristikų palyginimas

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.

Aistė Pažereckaitė

Patvirtinta elektroniniu būdu

Pažereckaitė Aistė. Įvairių veislių sausmedžio uogų cheminės sudėties, antimikrobinių savybių ir spektrinių charakteristikų palyginimas. Magistro baigiamasis projektas vadovė doc. dr. Ina Jasutienė; Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas.

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

Reikšminiai žodžiai: mėlynojo sausmedžio uogos, veislė, vitaminas C, fenoliniai junginiai, antocianinai, sacharidai, radikalų sujungimo geba, antimikrobinės savybės, spektrinės charakteristikos

Kaunas, 2021. 48 p.

Santrauka

Baigiamajame projekte analizuota vienuolikos *Lonicera caerulea L.* veislių uogų - 'Eisbar', 'Čelnočnaja', 'Balalaika', 'Pereslenka', 'Vostorg', 'Morena', 'Pavlovskaja', 'Nimfa', 'Kalinka', 'Obilnaja' ir 'Leningradskaja' - cheminė sudėtis, antimikrobinės savybės ir spektrinės charakteristikos. Uogos išaugintos VDU Botanikos sodo kolekcijoje ir surinktos brandos stadijoje.

Įvertintas uogų dydis ir masė, aktyvusis rūgštingumas, bendras sausųjų medžiagų ir tirpiųjų sausųjų medžiagų kiekis. Atlikta uogų cheminės sudėties analizė, spektrofotometriniais metodais nustatant bendrą fenolinių junginių ir antocianinų kiekį, DPPH* radikalų sujungimo pajėgumą, efektyviosios skysčių chromatografijos metodais nustatytas vitamino C kiekis bei sacharozės, gliukozės ir fruktozės kiekis. Tyrimai parodė, kad vidutinis pH šviežiai sutrintų uogų buvo 3,12, sausųjų medžiagų - 15% ir tirpiųjų sausųjų medžiagų - 11,74°Brix. 'Morena' veislės uogose nustatytas didžiausias antocianinų (781 mg/100 g) ir bendras fenolinių junginių kiekis (799 mg/100 g), mažiausiai antocianinų (283 mg/100 g) ir fenolinių junginių (301 mg/100 g) sukaupė 'Vostorg' veislės uogos. Daugiausiai vitamino C nustatyta 'Pavlovskaja' ir 'Pereslenka' veislių uogų mėginiuose, daugiausiai gliukozės (3,4 g/100g uogų) ir fruktozės (3,27 g/100g uogų) sukaupė 'Leningradskaja' veislės uogos. Vidutinis gliukozės kiekis buvo 2,46g/100g, fruktozės 2,78 g/100g uogų, o sacharozė buvo nustatyta tik trijų veislių uogų mėginiuose ir jos kiekis buvo labai nedidelis, tik 0,04 – 0,43 g/100g uogų. Tirtų veislių uogų etanoliniai ekstraktai pasižymėjo DPPH* radikalų sujungimo geba: per 30 min. vidutiniškai sujungė 288 mgTE/100g.

Difuzijos į agarą metodu įvertintos uogų sulčių, uogų išspaudų etanolinių ekstraktų ir trintų uogų vandeninių ekstraktų antimikrobinės savybės prieš maisto gedimą sukeliančias bakterijas ir mieles. Tyrimui pasirinktos gram teigiamos *E. Faecalis*, *L. Monocytogenes*, *S. Aureus*, *B. Subtillis* ir gram neigiamos *C. freundii*, *E. coli*, *S. Typhimurium*, *P. aeruginosa* bakterijos bei *Candida* ir *Saccharomyces cerevisiae* mielės. Mažiausiu aktyvumu pasižymėjo vandeniniai ekstraktai, jų slopinimo zonos 0 – 9 mm, tik *B. Subtillis* buvo jautresnė (9 – 11 mm). Didžiausias 14 – 28 mm slopinimo zonas sudarė uogų sultys, mažiausiai jautri sulčių poveikiui - *P. Aeruginosa*. Etanolinių uogų išspaudų ekstraktų slopinimo zonų dydis buvo 9 – 17 mm. Tirtos mielių padermės pasirodė atsparios visų tirtų mėginių poveikiui.

Nustatytos trintų uogų spalvos charakteristikos CIELAB spalvų erdvėje ir užrašyti IR spektrai 800-14000 nm diapazone. Norint susieti spektrines charakteristikas su uogų cheminės analizės rezultatais būtina atlikti daugiau tyrimų.

Mėlynojo sausmedžio uogos sukaupia daug bioaktyviųjų junginių, pasižymi antioksidacinėmis bei antimikrobinėmis savybėmis, todėl gali būti vertinga maisto raciono dalis ar žaliava funkcionaliųjų ingredientų gamybai.

Pažereckaitė Aistė. Comparison of Chemical Composition, Antimicrobial Properties and Spectral Characteristics of Different Cultivars of Honeysuckles Berries. Master's Final Degree Project Assoc. prof. dr. Ina Jasutienė; Faculty of Chemical Technology, Kaunas University of Technology.

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

Keywords: blue honeysuckle, cultivar, vitamin C, phenolics, anthocyanins, saccharides, radical scavenging capacity, antibacterial activity, spectral characteristics

Kaunas, 2021. 48 p.

Summary

In the final project thesis eleven varieties of *Lonicera caerulea* L. – 'Eisbar', 'Čelnočnaja', 'Balalaika', 'Pereselenka', 'Vostorg', 'Morena', 'Pavlovskaja', 'Nimfa', 'Kalinka', 'Obilnaja' and 'Leningradskaja' berries chemical composition, antibacterial properties and spectral characteristics were analyzed. Berries were grown in Vytautas Magnus University collection of Botanical garden and harvested in the stage of ripeness.

The size and mass, active acidity, total dry matter and soluble solids of berries were evaluated. The chemical composition of berries was analyzed by spectrophotometric determination of total phenolic compounds and anthocyanins, DPPH * radical scavenging capacity and by HPLC methods vitamin C, sucrose, glucose and fructose content was evaluated. The results shows that the average pH of freshly blended berries was 3.12, content of dry matter was 15% and soluble solids 11,74°Brix. The biggest content of anthocyanins (781 mg/100 g) and total phenolic compounds (799 mg/100 g) were found in 'Morena', while 'Vostorg' berries had the lowest content of anthocyanins (283 mg/100 g) and total phenolic compounds (301 mg/100 g). The largest amount of vitamin C were established in 'Pavlovskaja' and 'Pereselenka' berry samples, the largest content of glucose (3.4 g/100g berries) and fructose (3.27 g/100g berries) accumulated 'Leningradskaja' berries. The average glucose content in berries was 2.46 g/ 100 g, fructose – 2.78 g/ 100 g, and sucrose was detected only in three varieties of berries and its content was very low, only 0.04 – 0.43 g/ 100g berries. Ethanolic extracts of berries showed DPPH * radical scavenging capacity – after 30 minutes it was on average 288 mg TE/100g.

The antimicrobial properties of berry juice, ethanolic extracts of berry pomace and aqueous extracts of blended berries against food spoilage bacteria and yeast were evaluated by the agar diffusion method. Gram positive bacteria – *E. Feacalis*, *L. Monocytogenes*, *S. Aureus*, *B. Subtillis*, gram negative bacteria – *C. freundii*, *E. coli*, *S. Typhimurium*, *P. aeruginosa* and *Candida*, *Saccharomyces cerevisiae* yeasts were used. Aqueous extracts had the lowest activity, having 0 –9 mm inhibition zones. More sensitive were *B. Subtillis* gram positive bacteria with 9 – 11 mm inhibition zones. The largest suppression zones (14 – 28 mm) consisted of berry juice, and least sensitive to juice effect was *Pseudomonas Aeruginosa* bacteria. The size of the inhibition zones of ethanolic berry pomace extracts was 9 – 17 mm. The tested yeast strains were resistant to all tested berries extracts and juices.

The color characteristics of the ground berries in the CIELAB color space were determined and the IR spectra in the 800–14000 nm range were recorded. More research is needed to link the spectral characteristics to the results of the chemical composition of the berries.

Blue honeysuckle berries accumulate a lot of bioactive compounds, which have antioxidant and antimicrobial properties, meaning they could be a valuable part of the diet or could be used as a raw material to produce functional ingredients.

TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS	7
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	8
ĮVADAS.....	10
1. LITERATŪROS ANALIZĖ.....	11
1.1. Sausmedžio rūšys ir paplitimas	11
1.2. Sausmedžio uogų panaudojimo galimybės	11
1.3. Sausmedžio uogų maistinė vertė ir gydomosios savybės.....	12
1.4. Sausmedžio uogų toksikologinis poveikis.....	12
1.5. Antioksidacinės savybės.....	13
1.5.1. Fenoliniai junginiai.....	13
1.5.2. Antocianinai	13
1.5.3. Antiradikalinis aktyvumas.....	14
1.6. Sausmedžio uogų antimikrobinės savybės	14
1.7. Spektrinės charakteristikos	15
1.7.1. Infraraudonųjų spindulių spektroskopija.....	15
1.7.2. Spalvos charakteristikos	17
2. TYRIMO METODAI.....	19
2.1. Tyrimų objektai	19
2.2. Tyrimo schema	19
2.3. Tyrimams naudotos medžiagos ir reagentai	19
2.4. Analizės metodai	20
2.4.1. Bendro antocianinų kiekio nustatymas.....	20
2.4.2. Bendro fenolinių junginių kiekio nustatymas.....	20
2.4.3. Antiradikalinio aktyvumo DPPH* nustatymas	20
2.4.4. Sacharidų kokybinė ir kiekybinė analizė.....	21
2.4.5. Vitamino C kiekis.....	21
2.4.6. Antimikrobinio aktyvumo tyrimas	21
2.5. Statistinė analizė.....	22
3. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS	23
3.1. Uogų dydis, pH ir sausųjų (SM) bei tirpių sausųjų medžiagų (TSM) kiekis	23
3.2. Cheminė sudėtis ir antioksidacinis aktyvumas.....	25
3.3. Antimikrobinis aktyvumas	30
3.4. Spektrinės charakteristikos	35
IŠVADOS	38
PADĖKA	39
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	40
PUBLIKACIJOS	48

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. <i>L. caerulea</i> veislių nokimo laikas, uogų svoris ir dydžio charakteristikos	24
2 lentelė. <i>L. caerulea</i> veislių uogų pH, bendras sausųjų medžiagų ir tirpųjų sausųjų medžiagų kiekis.....	24
3 lentelė. Bendras fenolinių junginių ir antocianinų kiekis bei jų santykis <i>L. caerulea</i> veislių uogose	25
4 lentelė. Sacharidų kiekis <i>Lonicera caerulea</i> veislių uogose.....	28
5 lentelė. Askorbo rūgšties kiekis <i>Lonicera caerulea</i> veislių uogose.	29
6 lentelė. <i>L. caerulea</i> veislių išspaudų etanolio, vandeninio ir uogų sulčių, ekstraktų antibakterinis aktyvumas	32
7 lentelė. CIE LAB spalvos charakteristikos	35

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. CIE Lab spalvų erdvė.....	17
2 pav. <i>L. caerulea</i> veislių uogų forma ir santykinis dydis visiško subrendimo stadijoje.....	23
3 pav. <i>L. caerulla</i> veislių panašumo pagal tirpiųjų sausųjų ir sausųjų medžiagų kiekį vaisių ėminiuose dendrograma.....	25
4 pav. DPPH* radikalų sujungimo geba mg TE/100g uogų.....	26
5 pav. DPPH* radikalų sujungimo geba mg TE/g SM.....	27
6 pav. <i>L. caerulea</i> veislių panašumo pagal bendrą fenolinių junginių, bendrą antocianinų kiekį bei antiradikalinį aktyvumą vaisių ėminiuose dendrograma.....	27
7 pav. Sacharidų kiekis <i>L. caerulea</i> veislių uogose g/1g SM.....	28
8 pav. <i>L. caerulea</i> veislių panašumo pagal sacharidų sudėtį g/100g vaisių uogų ėminiuose dendrograma.....	29
9 pav. <i>L. caerulla</i> veislių panašumo pagal askorbo rūgšties kiekį ir pH vaisių ėminiuose dendrograma.....	30
10 pav. <i>L. caerulla</i> veislių panašumo pagal antimikrobinį aktyvumą vaisių sulčių ėminiuose dendrograma.....	33
11 pav. <i>L. caerulla</i> veislių panašumo pagal antimikrobinį aktyvumą vaisių etanolinio ekstrakto ėminiuose dendrograma.....	34
12 pav. <i>L. caerulla</i> veislių panašumo pagal antimikrobinį aktyvumą vaisių vandeninio ekstrakto ėminiuose dendrograma.....	34
13 pav. Sausmedžio uogų spektrai 800-14000 nm diapazone.....	36
14 pav. <i>L. caerulea</i> veislių išsidėstymas principinių komponentų analizėje.....	37

SANTRUMPŲ IR TERMINŲ SĄRAŠAS

Santrumpos:

IR – infraraudonųjų spindulių spektroskopija.

NIR – artimųjų infraraudonųjų spindulių spektroskopija.

MIR – vidutinių infraraudonųjų spindulių.

VIS/NIR – matomas artimųjų infraraudonųjų spindulių spektroskopija.

SM – sausųjų medžiagų kiekis.

BFJK – bendras fenolinių junginių kiekis.

BAK – bendras antocianinų kiekis.

DPPH• – 2,2-difenil-1-pikrihidrazilo radikalas.

RSG – radikalų sujungimo geba.

TE – trolokso ekvivalentas.

GRE – galo rūgšties ekvivalentas.

PKA – principinė komponentų analizė.

IVADAS

Tinkama mityba yra vienas iš pagrindinių veiksnių, atsakingų už tinkamą žmogaus kūno vystymąsi ir palaikymą. Racionalaus mitybos modelio ir sveikos gyvensenos propagavimas yra svarbus, ypač užkertant kelią nutukimui ir lėtinėms ligoms, tokioms kaip 2 tipo diabetas ar širdies ir kraujagyslių sistemos ligos, aterosklerozei, hipertonijai ir koronarinei širdies ligai. Per pastaruosius dešimtmečius dietologai rekomenduoja padidinti antioksidacinių savybių turinčių augalinių maisto produktų suvartojimą. Polifenolių šaltiniu galima laikyti uogas [1].

Lietuvoje melsvauogis sausmedis nėra laikomas tradiciniu augalu. Tačiau jis labai perspektyvus ekonominiu ir komerciniu požiūriu. Kitose šalyse augalas vertinamas dėl anksti subręstančių vertingos cheminės sudėties uogų, turinčių gydomųjų savybių. Pagal Ochmian'a ir kt. [2], sausmedžio uogos labiausiai vertinamos dėl fenolinių junginių, antocianinų ir vitamino C. Sausmedžio uogos vertinamos ir dėl gebėjimo sujungti laisvuosius radikalus, kadangi sukaupia didelį kiekį fenolinių junginių ir ypač daug antocianinų. Maisto pramonei aktualu rasti medžiagų, galinčių slopinti nepageidautinus mikroorganizmus, tokius kaip *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* ir kitas maistą gadinančias bakterijas, jų augimą *in vitro* ir *in situ*. Pagal Raudsepp [41] rezultatus, mėlynojo sausmedžio vandeniniai ekstraktai gali turėti didelį antibakterinį poveikį tokioms bakterijoms kaip *L. monocytogenes*, *E. coli* ar *C. Jejuni*. Mūsų šalyje sausmedžio uogų cheminė sudėtis ir maistinė vertė, uogų savybės yra mažai tirtos, nors VDU Botanikos sode yra melsvauogio sausmedžio kolekcija. Cheminės sudėties ir uogų savybių tyrimai leidžia atrinkti vertingiausias veisles išskiriant biologiškai aktyvias medžiagas, rekomenduoti auginti priimtinausių juslinių savybių veisles.

Darbo tikslas – palyginti sausmedžio 11 veislių uogų cheminę sudėtį bei spektrines charakteristikas ir antimikrobines savybes.

Tikslui pasiekti iškelti **uždaviniai**:

1. Nustatyti sausųjų medžiagų kiekį, pH, bendrą fenolinių junginių ir antocianinų kiekį, sacharidų kokybinę ir kiekybinę sudėtį, vitamino C kiekį, įvertinti DPPH* radikalų sujungimo gebą.
2. Įvertinti sulčių, uogų išspaudų etanolinių bei trintų uogų vandeninių ekstraktų antimikrobines savybes prieš *Bacillus Subtilis*, *Staphylococcus Aureus*, *Enterococcus Feacalis*, *Pseudomonas Aeruginosa*, *Salmonella Typhimurium*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia Coli* ir *Citrobacter Freundii* bakterijas bei *Candida* ir *Saccharomyces cerevisiae* mieles.
3. Užregistruoti uogų IR spektrus bei CIE L*a*b spalvos charakteristikas.
4. Atlikti statistinį gautų duomenų įvertinimą.

1. LITERATŪROS ANALIZĖ

Lonicera caerulea (mėlynasis sausmedis) yra maistiniu požiūriu vertingas šiaurės vidurio klimato zonos krūmas. Šių uogų vartojimo nauda jau seniai pripažinta Japonijoje ir Rusijoje, o naujausi tyrimai patvirtino, kad teigiamai veikia gydant hipertenziją, virškinimo trakto sutrikimus ir turi antimikrobinę bei antioksidacinę savybę. Nustatyta, kad uogų sultyse pagrindiniai komponentai yra askorbo rūgštis ir polifenoliai [3].

1.1. Sausmedžio rūšys ir paplitimas

Lonicera genčiai priklauso 200 rūšių krūmų, paplitusių visame Šiaurės pusrutulyje, ypač vidutinio klimato kraštuose. Mėlynasis sausmedis (*Lonicera caerulea* L.) - daugiamečių augalas, priklausantis *Caprifoliaceae* šeimai. Šiaurės rytų Azijoje ši rūšis tradiciškai naudojama dėl maistinių ir vaistinių uogų savybių [4]. Pirmasis rašytinis šaltinis apie sausmedį gali rasti XVII amžiuje, nuo tada augalas plačiai paplito privačiuose ir komerciniuose soduose Japonijoje ir Rusijoje. Atrinktos veislės, tokios kaip '*Chelabinka*', '*Chernichka*', '*Dlinoplodna*', '*Sinoglaska*', '*Bakcharskaya Yubileynaya*' ar '*Bakcharsky Giant*', tapo gerai žinomos ir vertinamos. Pastaraisiais metais Europoje, JAV ir Kanadoje buvo vykdoma mėgėjiškam ir komerciniam auginimui skirtų veislių selekcija, atrinktos populiariausios veislės '*Blue Belle*', '*Blue Bird*', '*Blue Moon*' ir '*Blue Velvet*' [5,6].

Atlikus anatominius, morfologinius, biocheminius ir DNR tyrimus, paaiškėjo, kad Eurazijoje auginami sausmedžiai pagal genetiką yra keturių rūšių: endemiškai paplitę diploidai *L. edulis*, *L. bozskarnikowae* ir *L. iliensis* bei tetraploidinė *L. caerulea*. Populiariausios mėlynojo sausmedžio veislės, auginamos Lenkijoje (pvz., '*Atut*', '*Duet*', '*Jolanta*' ir '*Wojtek*'), yra kilusios iš *Lonicera caerulea* ir *L. edulis* bei *Lonicera caerulea* ir *Kamtschatica* rūšių, iš jų gaunamos aromatingos ir saldžiosios uogos, priešingai nei kartaus *Lonicera altaica* ar *Lonicera pallasii* vaisių skonio, kuris daugiausia susijęs su citrinų ir obuolių rūgščių esteriais [7;8]. Mėlynojo sausmedžio auginimas tampa vis populiariesnis dėl uogų maistinių savybių ir skonio (specifinio saldžiarūgščio skonio su šiek tiek kartumo) savybių. Be to, vaisių derliaus nuėmimo laikas gana ankstyvas, t. y. kelios savaitės iki braškių derliaus. Augalai ypač atsparūs šalčiui ir gali toleruoti iki -40°C temperatūrą [9]. Palankiausias sausmedžiams klimatas yra Vidurio ir Šiaurės Europoje, šiaurinėje JAV dalyje ir keliuose Kanados regionuose.

1.2. Sausmedžio uogų panaudojimo galimybės

Mėlynojo sausmedžio uogos vartojamos šviežios, šaldytos, džiovintos, liofilizuotos [9;10] bei naudojamos uogienėms, vynui, saldainiams, želė, pūstiems užkandžiams [11,12], sultims, sulčių koncentratui, arbatai, konservuotiems ir šaldytiems vaisiams gaminti, maisto papildams kaip antioksidantas [13]. Uogos taip pat naudojamos tradicinėje medicinoje, nes daugybė tyrimų rodo, kad vaisių ir daržovių vartojimas gali sumažinti lėtinių ligų, tokių kaip vėžys, diabetas ir širdies ir kraujagyslių ligos, riziką [14,15]; Be to, uogose esantys antocianinų pigmentai gali būti naudojami kaip natūralus dažiklis maisto pramonėje, pvz. konditerijoje [7]. Dėl teigiamo poveikio žmogaus sveikatai sausmedžio uogos rekomenduojamos farmacijos produktų gamyboje [16]. Kadangi sausmedžio uogos sukaupia nemažai biologiškai aktyvių medžiagų, jos gali būti naudojamos kaip vertingas ingredientas funkcionaliam maistui [17].

1.3. Sausmedžio uogų maistinė vertė ir gydomosios savybės

Uogų teigiama nauda žmogaus racione vis labiau vertinama Europos vartotojų [18-22]. Mėlynojo sausmedžio uogose yra daug vitamino C (28,56–86,95 mg/100 g sauso svorio) ir, nors mažesniais kiekiais, B grupės vitaminų, makroelementų fosforo, kalio, kalcio, magnio ir mikroelementų mangano, vario, silicio, boro bei jodo [8, 23]. Sausmedžio uogų fenoliai turi antimikrobinių, priešgrybelinių ir priešvėžinių savybių [8, 24, 25]. Antocianinai, atsakingi už antioksidacinį aktyvumą, sudaro didelę dalį viso fenolinių junginių kiekio mėlynojo sausmedžio uogose. Cianidino 3-gliukozidas yra pagrindinis antocianinas, kuris randamas tamsiose uogose, tokiose kaip mėlynės, aronijos, juodieji serbentai [22, 26]. Didelis cianidin-3-gliukozido kiekis rodo, kad uogos yra geras antioksidantas. Be askorbo rūgšties ir fenolių, *Lonicera* gentis augalų organuose taip pat kaupia saponinus [27] ir taninus. Taninai yra atsakingi už vaisių skonį, pasižymi šiek tiek karčiu ir sutraukiančiu skoniu [22, 28]. Be to, gali būti naudinga maisto medžiaga gydant hipercholesterolemiją [29]. Be taninų, iridoidų ir saponinų, junginiai, randami *Lonicera* gentyje, pasižymi priešuždegiminiu, analgetiniu, antimikrobiniu, antiateroskleroziniu, antikancerogeniniu poveikiu žmogaus sveikatai, tai įrodyta *in vitro* ir kai kuriais *in vivo* tyrimais [30-32]. Todėl dėl didelio bioaktyvių medžiagų kiekio mėlynosios sausmedžio uogos gali būti laikomos ir rekomenduojamos kaip vertingas sveikos mitybos komponentas [33].

1.4. Sausmedžio uogų toksikologinis poveikis

Nors dauguma sausmedžio rūšių nėra nuodingos, kai kuriose veislėse randama glikozidų. Paprastai šios medžiagos tik šiek tiek toksiškos žmonėms, bet gali būti kenksmingos gyvūnams ir mažiems vaikams. Pasak Gruzijos universiteto mokslininkų, *Lonicera sempervirens*, *Lonicera maackii*, *Lonicera morrowii*, Rusijoje ir Turkijoje augantis *Lonicera tatarica*, Japonijos sausmedis (*Lonicera japonica*), Europoje aptinkamas *Lonicera xylosteum* - šios sausmedžių rūšys gali turėti toksinių junginių [56]. Sausmedžio augalai nėra pažymėti toksinių junginių kontrolės sistemoje kaip nuodingas augalas. Tačiau, kad augalas gali turėti nuodingų medžiagų, informuoja Gruzijos universitetas ir Ohajo valstijos universitetas: tam tikrose sausmedžio veislėse yra toksinių junginių, kurie gali būti kenksmingi dideliais kiekiais. Miller'ės teigimu, vartojant toksinių veislių sausmedžio augalų dalis, galima sukelti keletą neigiamų pasekmių. Simptomai apsinuodijus sausmedžiu gali pasireikšti skrandžio skausmais, viduriavimu, nereguliariu širdies plakimu ir vėmimu [56]. Šie reiškiniai paprastai būna lengvi ir pasireiškia tik tada, kai yra vartojami dideliais kiekiais.

Pietų Korėjoje, Daegu Haany universitete, buvo atliekamas mokslinis eksperimentas, siekiant nustatyti vienkartinę toksiinę peroralinę koncentruoto ir liofilizuoto mėlynojo sausmedžio ekstrakto dozę pelėms. Toksiškumo įvertinimas būtinas, norint naudoti tokį ekstraktą vaistinių preparatų ir funkcionaliųjų maisto produktų gamyboje. Fitocheminio profilio tyrimai parodė, kad koncentruoto ekstrakto sudėtyje buvo 4,54% betaino, 210,63 mg/g fenolinių junginių, 159,30 mg/g flavonoidų ir 133,57 mg/g antocianinų [57]. Toksiškumui iširti ir tiksliniam poveikiui organams nustatyti koncentruotas tirpalas buvo girdomas kartą per parą patelėms ir patinėliams, duodant 2 000, 1 000, 500 ir 0 mg/kg kūno svorio (20 ml/kg kūno svorio, ištirpinto distiliuotame vandenyje). Remiantis Korėjos maisto ir vaistų administracijos rekomendacijomis, klinikiniai požymiai buvo stebimi 14 dienų. Po tyrimo buvo atliekami bendrieji stebėjimai, be to, tiriami organų, svorio pokyčiai ir pagrindinė organų histopatologija, atlikti palyginimai su kontrolinėmis pelėmis. Rasti pokyčiai pelių organizme nebuvo susieti su toksiniu poveikiu. Visi šie rezultatai rodo, kad sausmedžio uogų ekstraktas nėra toksiškas. Be to, nebuvo nustatyta, kad yra specifinių organų, kurie būtų pakitę, ir nebuvo pastebėtas šalutinis poveikis [57].

1.5. Antioksidacinės savybės

1.5.1. Fenoliniai junginiai

Kalbant apie fenolinius junginius, šiose uogose ypač gausu fenolio rūgščių, tokių kaip chlorogeninės, neochlorogeninės ir kofeino rūgštys, bei antocianinų, proantocianidinų ir kitų flavonoidų, tokių kaip kvercetas (jų atitinkami glikozidai) ir katechinai [3, 34].

Fenolio junginiai apima didelę junginių grupę, klasifikuojamą kaip antriniai metabolitai augaluose, pasižymintį struktūrų ir funkcijų įvairove. Jie gali būti skirstomi į vandenyje tirpius (fenolio rūgštys, fenilpropanoidai, flavonoidai ir chinonai) ir vandenyje netirpius (kondensuoti taninai, ligninai ir ląstelių sienelėse surištos hidroksicinamų rūgštys) junginius [35]. Fenolio junginiai augaluose laikomi svarbiausiomis, gausiausiomis ir visur esančiomis junginių grupėmis [36]. Šios medžiagos yra sintetamos normaliai vystantis augalui, taip pat reaguojant į įvairias situacijas, tokias kaip stresas ir UV spinduliuotė [36]. Fenolio junginiai turi aromatinį žiedą su viena ar daugiau hidroksilo grupių, ir jų struktūra gali skirtis nuo paprastos fenolio molekulės iki sudėtingos molekulinės masės polimero [37]. Šie antioksidaciniai junginiai atiduoda elektroną laisvajam radikalui ir paverčia jį nekenksminga molekule. Oksidacinis stresas gali sukelti degeneracines žmonių ligas, tokias kaip vėžys, išsėtinė sklerozė, autoimunines ligas bei Parkinsono ligą [38]. Tyrimai parodė, kad dieta, kurioje gausu fenolinių junginių, galėtų padėti išvengti oksidacinės žalos, sukeliančios senėjimą, pašalindama laisvuosius radikalus, atsirandančius dėl ląstelių metabolizmo [39].

1.5.2. Antocianinai

Antocianinai yra vandenyje tirpūs augalų pigmentai, atsakingi už vaisių, sėklų, augalų raudoną ar mėlyną spalvą. Jie dažnai randami vaisių odelėje ir kai kurių uogų, kurių koncentracija svyruoja nuo 0,1% iki 1,0% sausos vaisių ar daržovių masės, minkštyme. Antocianinai sudaro daugybę molekulių klasių ir poklasių, kiekvienas turi savo ypatybes ir dauguma jų gali moduluoti ar reguliuoti plačius ir įvairius biocheminius kelius [40]. Apie sausmedžio turtingumą antocianinų junginiais buvo pranešta įvairiuose tyrimuose, kai buvo įrodyta, kad pagrindinis šių vaisių antocianinas yra cianidino 3-gliukozidas, kuris sudaro 79–92% viso jų kiekio [41]. Anksčiau antocianinai buvo žinomi tik dėl savo dažančiųjų savybių, tačiau dabar susidomėjimas antocianino pigmentais sustiprėjo dėl galimos jų naudos sveikatai. Per pastaruosius du dešimtmečius vis daugiau tyrimų parodė, kad didelis suvartotų antocianinų kiekis gali sumažinti lėtinius sutrikimus, įskaitant neurodegeneracines ligas, tam tikrus vėžinius, širdies ir kraujagyslių sutrikimus, antro tipo cukrinį diabetą ir tam tikras akių ligas [40]. Uogų ekstraktai, kuriuose gausu antocianinų, buvo siejami su apsauginiais efektais, įskaitant su amžiumi susijusių neurologinių disfunkcijų moduliavimą ir geresnį raudonųjų kraujo kūnelių atsparumą oksidaciniam stresui *in vitro*. Tačiau akivaizdu, kad antocianinai yra daugialypiai ir gali reguliuoti skirtingus transkripcijos faktorius ir ląstelių signalinius kelius sergant daugeliu ligų. Klinikiniai tyrimai rodo, kad daug antocianinų turinčių uogų vartojimas gali pagerinti vyresnio amžiaus žmonių atmintį ir pažinimo funkcijas [42].

Pagrindiniai *L. caerulea* vaisių antocianinai yra cianidino, peonidino, dephinidino ir pelargonidino gliukozidai ir rutinosidai. Šių junginių kiekis skiriasi priklausomai nuo daugelio veiksnių [43]. Pagal Jurikova ir kt., antocianinų kiekis labai priklauso nuo rūšies ir auginimo sąlygų, jų vertė gali būti nuo 400–1500 mg/100 g *Lonicera edulis* uogose [7]. Remiantis Cisowskos ir kt. duomenimis, šviežių mėlynojo sausmedžio vaisių (*Lonicera caerulea*) fenolio frakcijoje (0,4% šviežių vaisių) antocianinų yra 77% [48]. Tarp antocianinų vyravo cianidin-3-gliukozidas (83,3%), kitų antocianinų rasta mažesniais kiekiais, t.y. peonidin-3-gliukozidas (5,9%), cianidin-3-rutinosidas (3,3%), delphinidin-3-gliukozidas (2,1%) ir delphinidin 3-rutinosidas (1,2 %) [4].

1.5.3. Antiradikalinis aktyvumas

Vaisiuose yra įvairių fenolinių junginių. Antocianidinai ir flavonoliai yra kaip glikozidai, flavan-3-oliai kaip monomerai ir kaip struktūriniai vienetai proantocianidino grandinėse [107-109]. Tirpios hidroksicinamo rūgštys randamos kaip glikozidai ir kaip esteriai su cukrumi arba chinino rūgštimi. Elago rūgštis yra laisva metoksilintose ir glikozilintose formose ir kaip nežinomų polimerų dalis [107,108]. Visi šie junginiai prisideda prie viso vaisių antiradikalinio aktyvumo. Ohmian'o ir kt. [2] atliktas tyrimas parodė, kad antocianinai ir kofeino rūgšties dariniai lemia aronijų ir mėlynių antiradikalinį aktyvumą. Kadangi vaisiai ir jų fenoliai turėjo teigiamą poveikį, svarbu rasti fenolio junginius ar fenolių klases, turinčias didžiausią įtaką antiradikaliniam vaisių aktyvumui.

Norint ištirti antioksidacinį sausmedžio uogų ekstraktų aktyvumą, buvo išmatuotas jų gebėjimas atiduoti vandenilį naudojant stabilų laisvąjį radikalą DPPH. Esant laisvųjų radikalų surinkėjui, DPPH* sumažėja, o iš surišėjo susidaro stabilus radikalas [110]. Antocianinai ir kiti fenoliai reaguoja su DPPH*, laisvam radikalui atiduodami vandenilio atomą. Dėl fenolio protono disociacijos susidaro skirtingos struktūros antocianino arba fenolato jonai. DPPH* (purpurinė spalva) prima vandenilį ir paverčia jį atitinkamai blyškiai geltonu hidrazinu (DPPH2). Šis tyrimas plačiai naudojamas modelinėse sistemose tiriant natūralių junginių, tokių kaip fenolis, antocianinai ar metanoliniai augalų ekstraktai, laisvųjų radikalų surišimą [111].

Khattab'as ir kt. atliko antiradikalinio aktyvumo tyrimą su *Lonicera Cearulla*, 'Tundra', 'Berry blue' ir 'Indigo gem' veislių ekstraktais ir nustatė, kad ekstraktai parodė atitinkamai 88,42, 78,70 ir 89,55% DPPH* surišimo stiprumą. 'Indigo gem' veislės ekstraktai, turintys didžiausią bendrą fenolio ir antocianinų kiekį, parodė didžiausią antioksidacinį aktyvumą. Sausmedžio uogų ekstraktų stiprų radikalų surišimą galima paaiškinti dideliu bendro fenolinių junginių ir antocianinų kiekiu. Be to, kelių komponentų iš fenolio grupių buvimas galėjo sukelti sinergetinį poveikį, dėl kurio padidėjo jų antioksidacinis potencialas [14].

1.6. Sausmedžio uogų antimikrobinės savybės

Maisto sukeltos ligos, antibiotikams atsparių patogenų plitimas ir sintetinių antimikrobinų agentų saugumo klausimai sukelia didelį vartotojų susidomėjimą augalų ekstraktų, kaip natūralių antimikrobinų ir antibakterinių medžiagų maiste, naudojimą [44, 45]. Gamtoje galima rasti daugybę skirtingų tipų antimikrobinų junginių. Jie atlieka labai svarbų vaidmenį, veikdami kaip natūrali apsauga prieš įvairius gyvuosius organizmus [46]. Iš augalų išgautos ekstraktinės medžiagos, kuriose yra flavonolių, kitų fenolio junginių ir organinių rūgščių, pasižymi stipriomis antioksidantinėmis savybėmis. Kai kurie turi stiprų antimikrobinį aktyvumą. Šios savybės suteikia galimybę augalinius ekstraktus naudoti maisto sistemose [5].

Paprastai antocianinai veikia prieš skirtingus mikroorganizmus, tačiau gramteigiamos bakterijos paprastai yra jautresnės antocianinų poveikiui nei gramneigiamos. Uogų ir kitų antocianinų turinčių vaisių antimikrobinį aktyvumą greičiausiai lemia daugybė mechanizmų ir sinergijos, nes ten yra įvairių junginių, įskaitant antocianinus, silpnas organines rūgštis, fenolio rūgštis ir skirtingų cheminių formų mišinius. Todėl reikia kritiškai analizuoti chemiškai sudėtingų junginių antimikrobinį poveikį [44, 47]. Viena iš pagrindinių maisto pramonės problemų - rasti medžiagų, galinčių slopinti *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* ir kitų maistą gadinančių bakterijų augimą *in vitro* ir *in situ*. Pagal Raudsepp [41] rezultatus, mėlynojo sausmedžio vandeniniai ekstraktai gali turėti didelį antibakterinį poveikį tokioms bakterijoms kaip *L. monocytogenes*, *E. coli* ar *C. Jejuni*. Pagal Moliną ir kt.[43] gautus rezultatus, ekstraktas sugebėjo slopinti visų tirtų

bakterijų padermių augimą esant 3,41 (*L. monocytogenes*, *E. coli*, *E. cloacae* ir *S. typhimurium*) ir 6,81 mg/ml koncentracijoms (*B. cereus*, *S. aureus* ir *L. monocytogenes*). Todėl pasirinktus augalų užpilus kartu su išbandytais probiotinėmis bakterijomis galima naudoti maisto perdirbimo procese kaip galimus antioksidantus, antimikrobines medžiagas ir funkcinius ingredientus.

1.7. Spektrinės charakteristikos

1.7.1. Infraraudonųjų spindulių spektroskopija

Infraraudonųjų spindulių (IR) spektroskopija yra plačiai naudojamas analizės metodas. Vienas iš didžiausių spektroskopijos privalumų yra tai, kad praktiškai bet kurį mėginį galima tirti bet kurioje būsenoje. Skystis, tirpalai, pastos, milteliai, plėvelės, pluoštai, dujos ir paviršiai gali būti tiriami apgalvotai pasirinkus mėginių paruošimo metodiką. IR spektroskopijoje naudojama mėginių paruošimo procedūra labai priklauso nuo tiriamo mėginio tipo. Musingarabwi's teigia, kad infraraudonųjų spindulių spektroskopija yra greita ir ekonomiška alternatyva vynuogių uogų cukraus ir organinių rūgščių sudėties chromatografinėi analizei įvairiais vystymosi etapais, naudojant nedidelius mėginių kiekius ir nereikalaujant mėginio paruošimo [104]. Optinė spektroskopija yra moderni ir efektyvi maisto analizės priemonė, nereikalaujanti suardyti tiriamojo mėginio. Be to, tai aplinkai draugiška analizė, nes nenaudojamos cheminės medžiagos [60]. Maisto pramonėje siūloma naudoti tolimųjų, vidutinių ir artimųjų infraraudonųjų spindulių bei fluorescencinę spektroskopiją, taip pat praskiestų ekstraktų absorbcijos spektroskopiją ultravioletiniame ir matomame diapazone [62-65]. Norint gauti koreliaciją su kokybės rodikliais, duomenų apdorojimas dažnai derinamas su chemometrija [67].

Uogų, kaip ir kitų maisto žaliavų, kokybė ir maistinės savybės paprastai nustatomos naudojant chromatografijos ir masių spektrometrijos metodus, kurie reikalauja daug laiko ir darbo, brangios įrangos, cheminių medžiagų. Alternatyva šiems metodams gali būti infraraudonųjų spindulių spektroskopija. Italų mokslininkai tyrė MIR (vidutinių infraraudonųjų spindulių) ir NIR (artimųjų infraraudonųjų spindulių) spektroskopijos pritaikymo galimybes, įvertinant šilauogių (*Vaccinium corymbosum* L.) 'Brigitta' ir 'Duke', augintų Valtelinoje (Šiaurės Italija), nokinimo rodiklius ir biologiškai aktyvių junginių sukaupimą. Kiekvienos veislės uogose atskirose nokimo stadijose buvo nustatytas bendras tirpių sausųjų medžiagų kiekis, bendras fenolių, flavonoidų, antocianinų bei askorbo rūgšties kiekis ir palygintas su spektroskopinės analizės rezultatais [64]. Nustatyta, kad regresinės analizės modeliai, sukurti vidutinės infraraudonosios spinduliuotės srityse, gerai koreliuoja su tirpių sausųjų medžiagų ir fenolinių junginių kiekiu. Askorbo rūgšties artimosios ir vidutinės infraraudonosios spinduliuotės regresijos modelių rezultatai nebuvo tokie geri kaip gauti fenoliniams junginiams. Tačiau autoriai daro išvadą, kad artimoji ir vidutinė infraraudonųjų spindulių spektroskopija yra greitas ir nedestrukcinis metodas, kurį galima taikyti, tiriant šilauogių nokimo metu sukaupiamas biologiškai aktyvias medžiagas, tuo pačiu metu taupant laiką ir lėšas [64].

Įprastų analitinių metodų naudojimas užima daug laiko ir daug darbo [79]. Norint užtikrinti produktų kokybę ir saugumą vartotojui, kuriami nauji metodai, tarp jų - ir artimosios infraraudonųjų spindulių spektroskopijos taikymas. [80]. NIR spektroskopija pagrįsta elektromagnetine absorbcija artimojo infraraudonojo spindulio srityje, tačiau spektrinė analizė turi būti atliekama taikant įvairius chemometrinius metodus [68, 69]. Maisto pramonėje NIR matavimai naudojami matuojant [70-71] ir vertinant kokybę [72], prognozuojant kokybę [73] ir mėginių diferenciaciją [74]. NIR sritis (750 – 2500 nm) yra labai naudingas maisto mėginių spektrinis atspaudas, kuriame pagrindiniai užregistruojami reiškiniai yra vibracijos ir pagrindinių ryšių (O – H, C – H ir N – H) deriniai [80]. Tyrimai parodė, kad NIR yra tinkamas metodas matuojant cukraus, rūgščių kiekį įvairiuose vaisiuose, norint nustatyti tinkamą

derliaus nuėmimo laiką [75-77];. NIR spektroskopija galima tirti uogų tyrių, vaisių ruošinių ir uogienių kokybę, nustatyti cukrų (gliukozės, fruktozės ir sacharozės) kiekį sultyse [78]. Artimoji infraraudonųjų spindulių spektroskopija pasirodė esąs sėkmingas analitinis metodas, kuriam nereikia išankstinio mėginių apdorojimo ir kuris naudojamas analizuojant įvairius mėginius. NIR analizė buvo pritaikyta atpažįstant braškių veisles [83,84]. Sanchez'as ir kt. [85] atliko braškių kokybės NIR tyrimus, kurių metu modifikuota dalinė mažiausių kvadratų analizė patvirtino NIR galimybę prognozuoti su spalva susijusius kokybės parametrus (L^* , a^* ir C^*), taip pat tvirtumą, tirpių sausųjų medžiagų kiekį ir titruojamą rūgštingumą. Kitų parametrų (b^* , h^* ir pH) rezultatai parodė, kad NIR analizė nėra tinkama. Giovannini's ir kt. [86] naudojo NIR duomenis nuspėjant uogų spalvos rodiklius ir kokybės parametrus, tokius kaip cukraus kiekis, stangrumas ir titruojamasis rūgštingumas. Sinelli's ir kt. [64] panaudojo artimosios ir vidutinės infraraudonųjų spindulių spektroskopijos galimybes įvertinant šilauogių subrendimo stadiją ir maistines savybes, įskaitant atskirus fenolio junginius, bendruosius flavonoidus ir bendrą fenolio kiekį, todėl šios greitos ir lengvos analitinės priemonės gali būti panaudojamos pramonėje.

Mažoms uogoms tirti gali būti naudojama kombinuota Vis-NIR spektroskopija. Šis metodas buvo pritaikytas, kad būtų išmatuojama pH vertė [90], titruojamas rūgštingumas bei obuolių ir citrinų rūgšties kiekis [78]. Ši optinė spektroskopija paprastai atliekama difuzinio atspindžio ir difuzinio pralaidumo ar interaktyvumo režimais, o atspindėjimas yra dažniausiai naudojamas mažoms uogoms. Kadangi beveik visų pagrindinių organinių junginių struktūrų ir funkcinių grupių signalus galima aptikti Vis-NIR spektre su pakankamai stabilia spektrograma, analizei dažnai naudojami Vis-NIR diapazono spektrai [94]. Bangos juostos, kurios dažniausiai naudojamos daugiaspektrėje ir hiperspektrinėje vaizdo technologijoje vaisių kokybei įvertinti, taip pat yra Vis-NIR regione [95, 96]. Kai spinduliuotė patenka į mėginį, ji gali atsispindėti, būti perduodama arba absorbuojama. Atitinkamai gaunamas atspindžio, pralaidumo ar absorbcijos režimo spektras, kiekvienas iš jų gali atspindėti tam tikrą fizinę savybę ar cheminę mėginio struktūrą. Priežastis, kodėl Vis-NIR spektroskopija gali būti taikoma nustatant biologines medžiagas, tokias kaip uogų chemines ir fizikines savybes, yra ta: kai kurios biologinių medžiagų grupės sukelia juostų absorbcijas tam tikrose spektro srityse [97]. Spektroskopija vaisių kokybės požymiams matuoti paprastai atliekama Vis-NIR regione, nes šio diapazono spektrai apima daug informacijos apie O-H, C-H ir N-H absorbcijos vibracijas [98]. Tačiau šiame spektro regione vyrauja vanduo, kuris sugeria artimą infraraudonąją spinduliuotę [99]. Be to, Vis-NIR spektras turi žemą signalą, didelį triukšmą ir didelį derinių juostų ir atspalvių sutapimą. Visa tai sukelia Vis-NIR spektro konvoliuciją. Todėl norint gauti informaciją apie tam tikrus kokybės požymius iš spektrinių duomenų, taikoma chemometrija. Gavus spektrą, chemometriniai metodai naudojami išskirti informacijai apie kokybės požymius ir veiksnius, neturinčius reikšmės mėginio koncentracijai. Pagal atliktus tyrimus, galima matyti, kad Vis-NIR spektroskopija yra tinkama kiekybiškai įvertinant mažų uogų bendrą antocianinų ir bendrą flavonoidų kiekį [65]. Vis-NIR analizės privalumas yra tas, kad didelė spektrinė skiriamoji geba bei reikalingas mažas duomenų kiekis, aukštas analizės efektyvumas bei pigi įranga. Tačiau pagal mokslininkų duomenis, šis metodas turi ir trūkumų, vienas iš jų, kad trūksta erdvinės skiriamosios gebos [87].

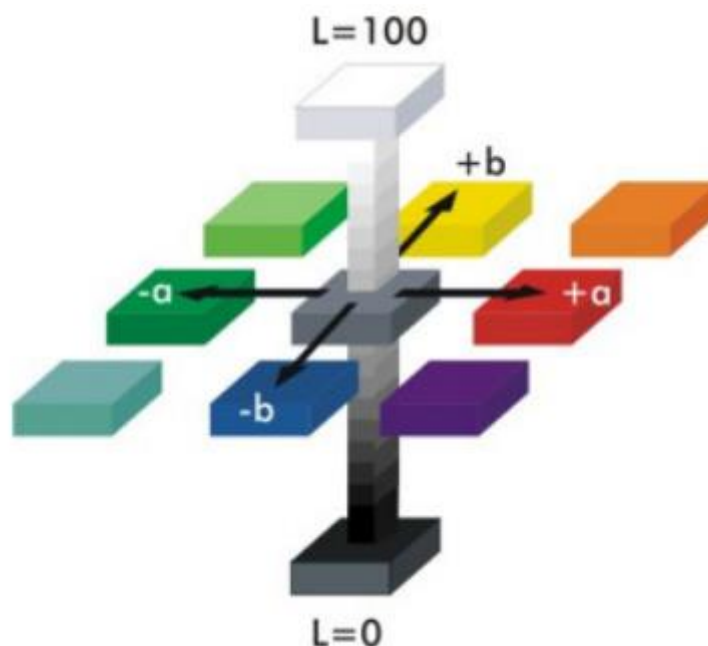
Ramano reiškinių galima stebėti, kai monochromatinė šviesa atsitrenkia į molekulę ir sąveikauja su jos elektronų debesiu. Be kintančios šviesos, išsklaidytos nekintamu bangos ilgiu, maža dalis 10^{-6} besitęsiančios šviesos yra išsklaidyta netolygiai ir patiria bangos ilgio poslinkį [67]. Šis bangos ilgio poslinkis nepriklauso nuo apšvietimo bangos ilgio, tik nuo molekulinio virpesių lygių. Kadangi tai yra unikali molekulinės struktūros išraiška, Ramano spektras laikomas molekulinio pirštų atspaudu - parašu [100]. Ramano spektroskopija buvo pritaikyta liofilizuotų mėlynių tyrimams, chemometrinis spektroskopinių duomenų apdorojimas leido gauti kokybinę ir kiekybinę informaciją, pavyzdžiui, antocianinų koncentracijas, uogų brandą ir prognozės modelius. Mėlynių mėginių Ramano spektrai buvo

gauti tokiomis eksperimentinėmis sąlygomis: lazerio galia - 200 mW; integracijos laikas - 20 sekundžių; 4 rodmenų vidurkis; 3 mėginių pakartojimai, gauti apšviečiant tris skirtingas mėlynių miltelių vietas, siekiant įvertinti galimą nevienalytiškumą; bangų skaičius - 400–2000 cm⁻¹. Išmatuoti spektrai buvo normalizuoti iki vieneto ploto 400–2000 cm⁻¹ juostoje, kuri buvo toliau sumažinta iki reikšmingo 900–1800 cm. Siekiant sustiprinti Ramano smailių vaidmenį toje fono juostoje, buvo atliktas tendencijų mažinimas, pritaikant kiekvieną spektrą trečiojo laipsnio polinomu ir atimant jį iš spektro juostos [101, 102].

Neardomos spektroskopijos metodai leidžia atlikti uogų ir kitų maisto žaliavų kokybės įvertinimą, tik svarbu turėti pakankamai tikslius koreliacijos tarp spektrinių charakteristikų ir įprasta chemine analize gautų verčių modelius.

1.7.2. Spalvos charakteristikos

Patraukli spalva yra viena iš juslinių vaisių ir uogų savybių. Šis svarbus kokybės parametras turi įtakos renkantis produktus, parodo uogų subrendimo laipsnį. Spalvos intensyvumą ir atspalvį galima įvertinti jusliškai, tačiau yra ir instrumentinis metodas, leidžiantis apskaičiuoti šviesumą, spalvos koordinates, grynumą ir toną iš atspindžio spektro. Tiriama objekto spalva gali būti apibūdinama remiantis keliomis spalvų koordinatinių sistemomis. Pačios populiariausios yra šios: RGB, Hunter Lab, CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) L* a* b*, CIE XYZ, CIE L* u* v*, CIE YXV, CIE LCH. Jos skiriasi spalvų erdvės simetrija ir koordinatinių sistema, naudojama taškams apibūdinti toje erdvėje [115].



1 pav. CIE Lab spalvų erdvė [61]

L*, a* ir b* vertės paaiškina 3 dimensijų spalvų erdvę (1 pav.). L* reikšmė yra vertikali ašis ir apibrėžia šviesumą (0 – juoda, 100 – balta), a* ir b* vertės yra statmenos horizontalios ašys bei atitinkamai apibrėžia nuo raudonos iki žalios ir nuo mėlynos iki geltonos. Be to, spalvos charakteristikoms apibūdinti gali būti naudojamas spalvos tonas (h°) ir spalvos grynumas, žymimas C [61; 82]. Šie rodikliai apskaičiuojami naudojant formules [115]:

$$C = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

$$h = \text{tg}^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right);$$

Dydžiai L^* , C , a^* ir b^* matuojami NBS vienetais, spalvos tonas h° – laipsniais nuo 0 iki 360° . NBS vienetas – tai JAV Nacionalinio standartų biuro vienetas, atitinkantis vieną spalvų skiriamosios galios slenkstį, t. y. mažiausią spalvos skirtumą, kurį gali užfiksuoti treniruota žmogaus akis [116].

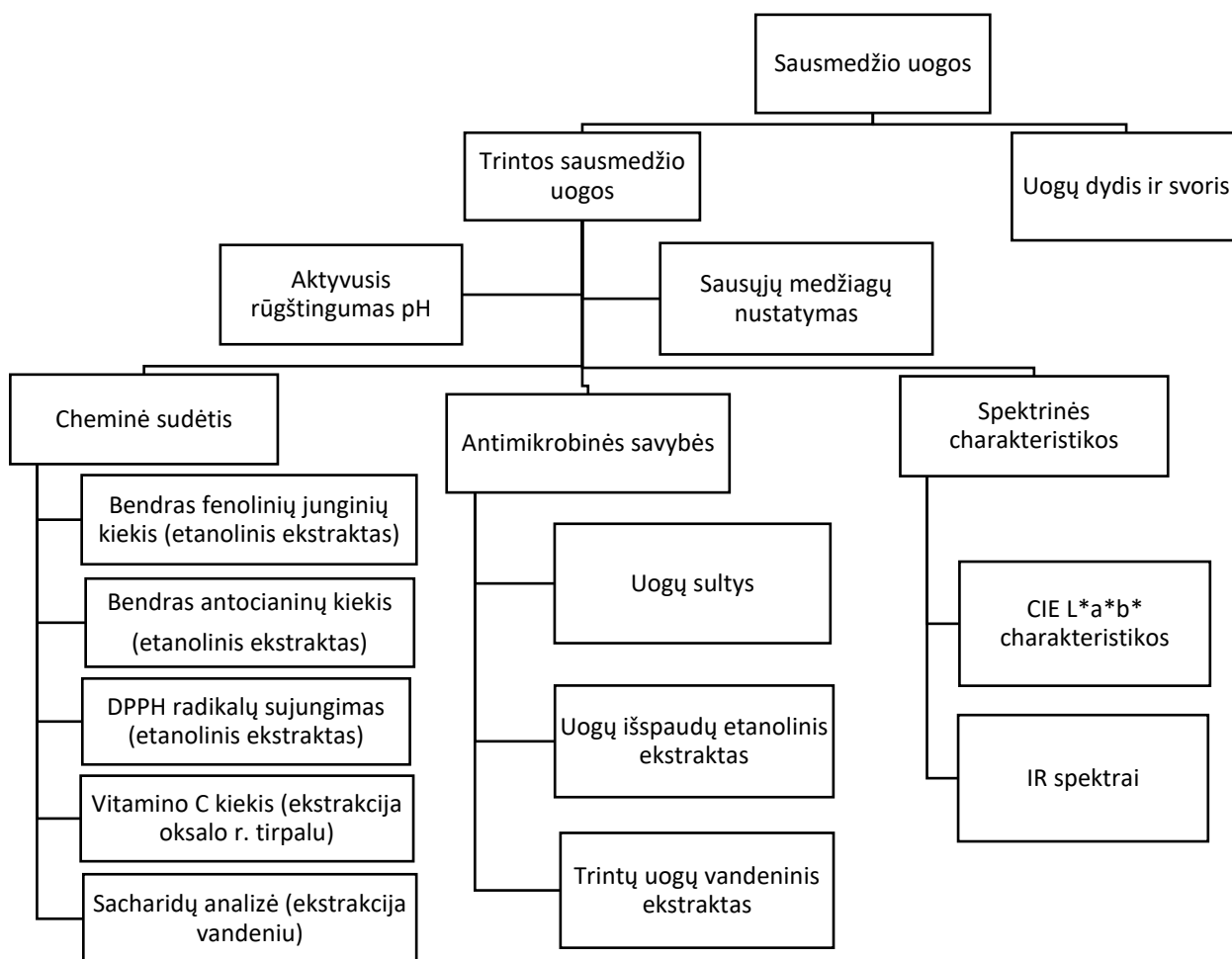
Perdirbtuose produktuose, tokiuose kaip sultys ar džemai, raudona spalva nėra stabili. Antocianinų spalvos stabilumui įtakos turi pH, laikymo temperatūra, fermentų buvimas, šviesa, antocianinų struktūros bei koncentracija ir kiti uogų junginiai, pvz. flavonoidai ar fenoliai [89]. Matuojant spalvos charakteristikas galima sekti spalvotų junginių sukaupimą uogų nokimo metu bei pokyčius perdirbimo metu. Šis greitas neinvazinis metodas leidžia įvertinti įvairių veiksnių įtaką spalvotų junginių stabilumui. Tamsiose uogose, tokiose kaip vynuogės, odelės spalvą dažniausia lemia antocianinų sudėtis ir kiekis. Antocianinų kiekis skiriasi priklausomai nuo genetinio fono [113]. Pasak autorių, daugkartinė linijinė regresijos analizė yra gera statistinė priemonė analizuojant sudėtingą ryšį tarp CIELAB koordinatė ir uogų odelėse sukauptų antocianinų, tai sėkmingai naudojama tiriant santykį tarp spalvos charakteristikų ir pigmentų kiekio maisto matricoje [66]. Kinijoje atliktas tyrimas, kurio metu buvo išanalizuota 78 vynuogių veislių antocianinų sudėtis ir kiekis bei išmatuotos uogų odelės spalvos koordinatės [82]. Autoriai nustatė, kad bendras antocianinų kiekis ir kokybinė antocianinų sudėtis gerai koreliavo su spalvos charakteristikomis. Cyanidino dariniai turėjo teigiamos įtakos L^* ir b^* vertėms, delfinidino dariniai turėjo teigiamos įtakos a^* vertėms.

2. TYRIMO METODAI

2.1. Tyrimų objektai

Tyrimams naudota vienuolikos *Lonicera caerulea L.* veislių uogų - 'Eisbar', 'Čelnočnaja', 'Balalaika', 'Pereselenka', 'Vostorg', 'Morena', 'Pavlovskaja', 'Nimfa', 'Kalinka', 'Obilnaja' ir 'Leningradskaja', kurios buvo išaugintos Vytauto Didžiojo universiteto Botanikos sodo kolekcijoje ir surinktos brandos stadijoje. Šviežios uogos homogenizuotos maišytuvu (*Bosch MSM16500*) ir laikomos šaldytuve 4 °C temperatūroje.

2.2. Tyrimo schema



2.3. Tyrimams naudotos medžiagos ir reagentai

Obuolių rūgštis (Sigma-Aldrich, Darmstadt, Vokietija).

Citrinos rūgštis (Sigma-Aldrich, Vokietija).

Chinino rūgštis (Sigma-Aldrich, Vokietija).

Druskos rūgšties fixanas (Sigma-Aldrich, Vokietija).

Oksalo rūgštis (Sigma-Aldrich, Vokietija).

Fruktozė (Sigma-Aldrich, Vokietija).

Gliukozė (Sigma-Aldrich, Vokietija).

Sacharozė (Sigma-Aldrich, Vokietija).

Acetonitrilas (ACN) (Sigma-Aldricho, Sent Luisas, MO, JAV).

Trifluoracto rūgštis (TFA) buvo gautas iš (Sigma-Aldricho, Sent Luisas, MO, JAV).

Etanolis (Stumbras, Lietuva).

Vitamino C milteliai, 100% („Myprotein Co“, The Hut Cheshire, Didžioji Britanija).

Folino – Ciocalteu reagentas.

Galo rūgštis.

2,2-difenil-1-pikrilhidrazilas radikalas (DPPH).

6(±)-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilchroman-2-karboksirūgštis (Trolox) (Sigma-Aldrich, Vokietija).

Carrez I tirpalas ir Carrez II tirpalas buvo paruošti ištirpinus 3,6 g kalio heksacianoferatą (II) 100 ml distiliuoto vandens ir 7,2 g cinko sulfato atitinkamai 100 ml distiliuoto vandens.

2.4. Analizės metodai

Sausųjų medžiagų kiekis buvo nustatytas džiovinant susmulkintas uogas drėgmės analizatoriuje Moisture Analyser LCD MB64 („VWR“, Italija).

Tirpios sausiosios medžiagos buvo nustatytos refraktometru „Atago RX-5000CX“ (Japonija). Susmulkintų uogų **pH** buvo nustatytas tiesiogiai pH matuokliu (Denver Instrument Company, JAV).

Spalvos CIE L * a * b * charakteristikos buvo įvertintos chromometru (Konica Minolta CR - 410).

NIR spektrai fiksuoti spektrometru „FT-10 Near-IR“ (InfraLIUM, Rusija), šiam tyrimui naudotos šviežios sutrintos uogos.

2.4.1. Bendro antocianinų kiekio nustatymas

Paruoštas etanolinis ekstraktas, 2 g susmulkintų uogų užpylus 15 ml 95% (t/t) maistinio etanolio, parūgštinto 0,1 N HCl, ir 20 minučių ekstrahuojant ultragarso vonioje (Ultrasonix cleaner proclean 3.0DSP). Gautas ekstraktas nufiltruotas, užpilta nauja 15 ml tirpiklio porcija ir vėl kartota ekstrakcija ultragarso vonelėje. Iš viso darytos 3 ekstrakcijos, surinkto ekstrakto tūris suvienodintas iki 50 ml ir nufiltruotas per popierinį filtrą.

1:10 praskiesto etanolio ekstrakto absorbcija buvo matuojama spektrofotometru „Genesys-5“ („Thermo Spectronic“, Rochester, NY, JAV) ties 535 nm. Antocianinų koncentracija mg/ml buvo apskaičiuota pagal kalibravimo kreivę, kuri buvo sukurta matuojant cianidin-3-gliukozido (MW 449,4, $\epsilon = 26,900$) etaloninio tirpalo absorbciją. Antocianinų koncentracija uogose apskaičiuota mg/100g uogų ir mg/g SM.

2.4.2. Bendro fenolinių junginių kiekio nustatymas

Etanolinis ekstraktas, paruoštas, kaip aprašyta 2.4.1 skyrelyje, naudotas bendro fenolinių junginių kiekio nustatymui naudojant Folin - Ciocalteu reagentą [36]. 1 ml skiesto ekstrakto buvo sumaišytas su 5 ml 10 kartų praskiesto (t/t) distiliuotu vandeniu Folin - Ciocalteu reagento ir 4 ml 7,5% Na₂CO₃ tirpalo. Po 30 minučių inkubacijos tamsoje išmatuota absorbcija prie 765 nm. Bendras fenolinių junginių kiekis, išreikštas galo rūgšties ekvivalentais (GRE), apskaičiuotas pagal galo rūgšties kalibracinę kreivę ir išreikštas mg/100g uogų ir mg/g SM.

2.4.3. Antiradikalinio aktyvumo DPPH* nustatymas

Etanolinis ekstraktas, paruoštas, kaip aprašyta 2.4.1. skyrelyje, naudotas antioksidacinių savybių įvertinimui. Ekstraktų gebėjimas sujungti laisvąjį radikalą nustatytas naudojant 2,2-difenil-1-

pikrilhidrazilo laisvųjų radikalų sujungimo metodą. Tirpalas ruošiamas 0,0059 g. DPPH' reagento ištirpinant 250 ml metanolio. 1 cm kiuvetėje 50 µl ekstrakto buvo sumaityta su 2 ml DPPH' tirpalo. Reakcijos mišinys buvo paliekamas tamsoje ir po 30 minučių spektrofotometru išmatuota sumažėjusi absorbcija ties 515 nm. Sudaryta kalibracinė kreivė, naudojant skirtingų koncentracijų etanolinius Trolokso tirpalus, ir pagal ją apskaičiuotas tiriamųjų mėginių antioksidacinis pajėgumas, išreiškiamas mg Trolokso ekvivalento (TE) 100 g uogų.

2.4.4. Sacharidų kokybinė ir kiekybinė analizė

Vandeniniai ekstraktai sacharidams nustatyti buvo paruošti taip: 2 g trintų uogų užpilta 60 ml vandens ir 30 minučių ekstrahuota 60 °C temperatūros vandens vonioje (GFL No-1092, Burgwedel, Vokietija), tada nuskaidrinta Carrez I ir Carrez II tirpalais, praskiesta vandeniui iki 100 ml ir filtruota per popierinį filtrą, po to per 0,22 µm porų dydžio membraninį filtrą.

Sacharidų kokybinė ir kiekybinė analizė atlikta naudojant Shimadzu Prominence analitinę įrangą su šviesos išbarstymo detektoriumi ELSD-LTII (Shimadzu Corp., Japonija). Atskyrimo sąlygos buvo tokios: eliuentas buvo sudarytas iš 75 tūrio dalių acetonitrilo ir 25 tūrio dalių vandens, srauto greitis 1,2 ml / min, injekcijos tūris 20 µl, kolonėlės termostato temperatūra 28 °C. Atskyrimui naudota kolonėlė YMC-Pack Polyamine II 250 × 4,6 mm, 5 µm (YMC Co., Ltd., Japonija). Kiekybiniam įvertinimui buvo naudojamos fruktozės, gliukozės ir sacharozės kalibravimo kreivės, kurių koncentracijos intervalas buvo nuo 1 iki 25 mg / ml. Sacharidų koncentracija uogose apskaičiuota mg/100g uogų ir mg/g SM.

2.4.5. Vitamino C kiekis

Ekstraktas vitaminui C nustatyti buvo paruoštas šiek tiek modifikuotu Auzanneau'as ir kt. metodu [1]. 5 g trintų uogų buvo užpilta 10 ml oksalo rūgšties tirpalu (10 g/l vandens) ir ekstrahuota ultragarso vonelėje 20 minučių. Po to 10 minučių nucentrifuguota 5300 aps./min. (2700 g), gautas supernatantas nufiltruotas per popierinį filtrą ir po to per 0,22 µm porų dydžio membraninį filtrą. Ekstraktai analizuoti naudojant Shimadzu Prominence (Shimadzu Corp., Japonija) analitinę įrangą su Atlantis dC18 5 m 4,6 × 150 mm kolonėle (Waters, Airija). Judrioji A fazė - 0,1% TFA H₂O, B - 0,1 % TFA ACN. Laiko programa: B konc. 0 %→3 % (0,0–5,0 min)→15 % (6,0 min)→20 % (10,0 min)→100 % (12,0 min)→100 % (25,0 min). Srauto greitis 1,4 ml/min. Kolonėlės temperatūra 30 °C, injekcijos tūris 20 µl. Vitaminas C buvo registruojamas prie 210 nm bangos ilgio naudojant SPD-M20A diodų matricos detektorius (Shimadzu Corp., Japonija). Vitamino C kiekis buvo apskaičiuotas naudojant standartinių tirpalų kalibravimo kreivę ir išreikštas mg/100g uogų ir mg/g SM.

2.4.6. Antimikrobinio aktyvumo tyrimas

Antimikrobinės savybės buvo tirtos uogų sultyse, vandeniniuose ir etanoliniuose ekstraktuose. Sultys gautos išspaudus sutrintas uogas per dvigubą tankų medvilninį audinį. Vandeninis ekstraktas ruoštas 2 g trintų uogų užpylus 8 ml vandens, išlaikant 30 minučių ultragarso vonelėje (Ultrasonix cleaner proclean 3.ODSP), po to nucentrifuguota 10 minučių 5300 aps./min (Labofuge 200 Heraeus Thermo Scientific. Rotor 3760, 2700 g). Etanolinis ekstraktas ruoštas 3 g uogų išspaudų, likusių po sulčių spaudimo, užpylus 10 ml etanolio, ekstrakcijos, ir centrifugavimo sąlygos buvo tokios pačios, kaip ir ruošiant vandeninį ekstraktą. Gauti supernatantai naudoti antimikrobinio aktyvumo tyrimui.

Antibakterinis aktyvumas buvo tiriamas difuzijos į agarą metodu [37] prieš *Bacillus Subtilis*, *Staphylococcus Aureus*, *Enterococcus Faecalis*, *Pseudomonas Aeruginosa*, *Salmonella Typhimurium*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia Coli* ir *Citrobacter Freundii* bakterijas bei *Candida* ir

Saccharomyces cerevisiae mieles. Bakterijų kultūros buvo 18 h augintos ant nuožulnaus agarų 37 °C temperatūroje, nuplautos fiziologiniu tirpalu, homogenizuotos purtykle MS 1 (Wilmington, N. C., JAV), naudojant McFarland Nr. 0.5 standartą nustatytas drumstumas, 1 ml suspensijos sumaišyta su atvėsintos iki 47 °C 100 ml terpės bendram bakterijų skaičiui nustatyti. Mielių kultūros 1 parą augintos 25 °C temperatūroje ant nuožulnaus bulvių-gliukozės agarų. Po 1 paros užaugusios mielių kultūros nuo agarų nuplautos steriliu fiziologiniu tirpalu ir pagal Mc Farland standartą Nr. 1 paruošta ląstelių suspensija supilta į ištirpintą ir atvėsintą bulvių-gliukozės agarizuotą terpę bei gerai sumaišyta. Taip paruoštas bakterijų ir mielių ląstelių suspensijos mišinys su terpe išpilstytas po 10 ml į 90 mm skersmens Petri lėkšteles. Sustingusioje terpėje padarytos 6 įdubos (8 mm skersmens), į kurias pilta 50 µl tiriamojo ekstrakto ar sulčių.

Lėkštelės inkubuojamos per naktį 37 °C temperatūroje, *B. subtilis* buvo inkubuojamos per naktį 30 °C temperatūroje. Antimikrobinis poveikis bakterijų kultūroms įvertintas po 24 h, o mielių kultūroms – po 24–48 h pagal skaidrių zonų, susidariusių aplink įdubas, skersmenį, išreikštą milimetrais. Zonos matuotos slankmačiu 0,01 mm tikslumu ir apskaičiuotas trijų paralelinių mėginių vidurkis. Jei aplink įdubas skaidrios zonos nesusidaro, daroma išvada, kad tirta medžiaga ar jos koncentracija neturi antimikrobinio poveikio tiriamai kultūrai. Tiriant etanolinius ekstraktus kaip kontrolė buvo tiriamas ir etanolio aktyvumas.

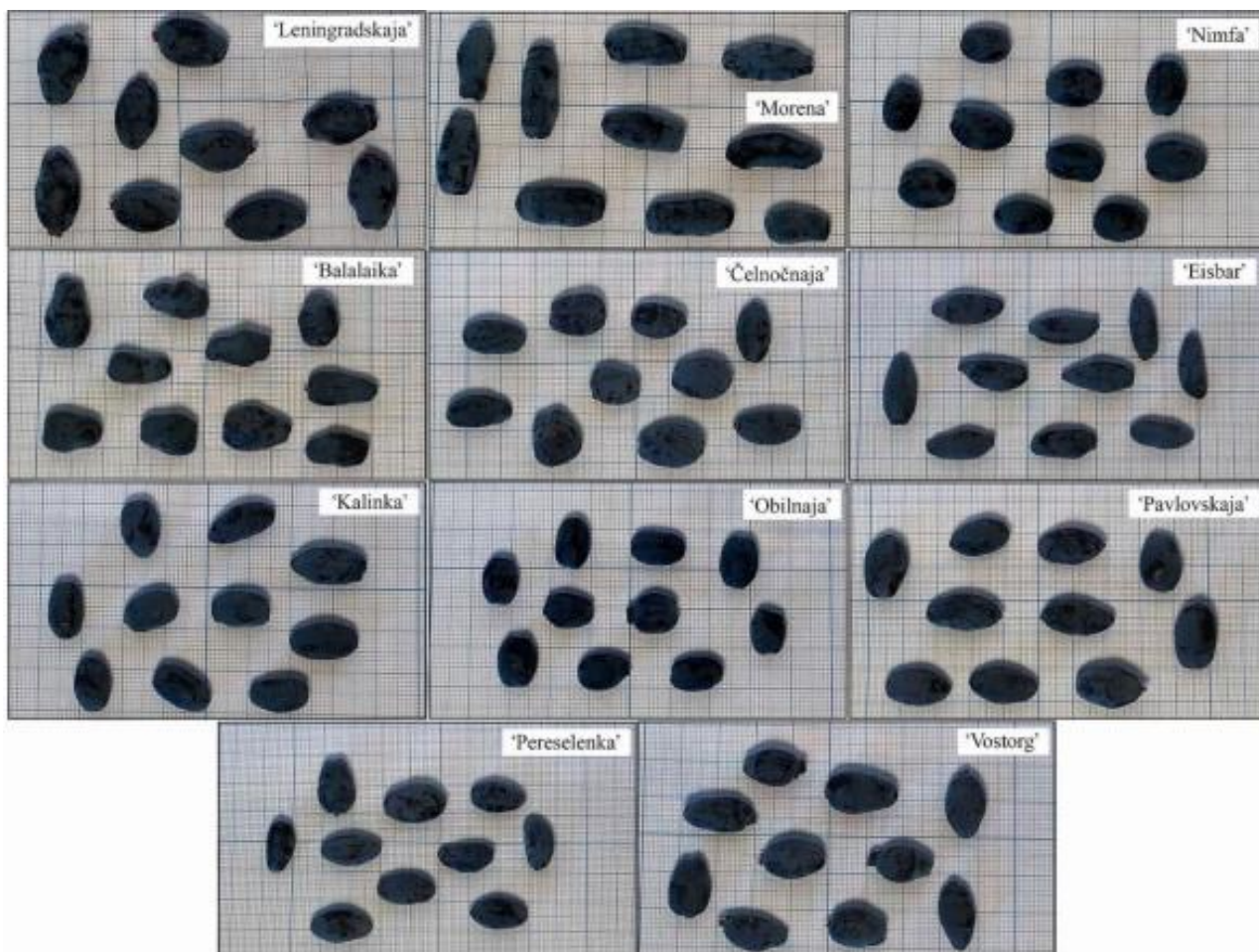
2.5. Statistinė analizė

Statistinė analizė atlikta naudojant „Microsoft Office Excel 2017“ ir „SPSS 25.0“ kompiuterines programas, atlikta principinė komponentų analizė (PKA) užfiksuota naudojant „Primer v6“ programą. Apskaičiuoti trijų pakartojimų aritmetiniai vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai. Kai $p < 0,05$, skirtumai laikomi reikšmingais. Statistiškai reikšmingi skirtumai tarp skirtingų Vytauto Didžiojo universiteto Botanikos sodo kolekcijoje auginamų melsvauogių sausmedžių vaisių ėminių nustatyti pritaikant vieno faktoriaus dispersinę analizę – ANOVA, naudojant Tjūkio daugkartinio palyginimo kriterijų. Tirtų veislių melsvauogių sausmedžių ėminiai, nustatyti: 1) antimikrobinio vandeninio ekstrakto savybių; 2) antimikrobinio etanolio ekstraktų savybių; 3) uogų sulčių antimikrobinių savybių 4) bendro fenolinių junginių kiekio, radikalų sujungimo pajėgumo ir bendro antocianinų kiekio; 5) tirpiųjų sausųjų ir sausųjų medžiagų kiekio; 6) askorbo rūgštį ir pH; 7) fruktozės, gliukozės ir sacharozės hierarchinės klasterinės analizės,- metodu, naudojant kvadratinius Euklido atstumus.

3. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

3.1. Uogų dydis, pH ir sausųjų (SM) bei tirpių sausųjų medžiagų (TSM) kiekis

Statistiškai reikšmingi veislių skirtumai buvo nustatyti atsižvelgiant į uogų svorį, ilgį ir plotį (1 pav., 1 lentelė). Vidutinis uogų svoris buvo $0,76 \pm 0,03$ g, o 'Morena' (vėlai sunoksta) ir 'Pereslenka' (vidutinio ankstyvumo veislė) išsiskyrė sunkiausiomis uogomis: atitinkamai $1,05 \pm 0,05$ g ir $0,96 \pm 0,03$ g (lentelė 1). Jokios koreliacijos tarp uogų dydžio ir veislių grupės pagal nokimo laiką nepastebėta. Remiantis Slovėnijoje atliktu tyrimu [28], 50 uogų svoris svyravo nuo 45,13 iki 90,59 g. Tačiau jie tyrė skirtingas veisles kitomis klimatinėmis sąlygomis - *Lonicera L.* genties kolekcija buvo 76 m aukštyje virš jūros lygio, WGS84 koordinatės 54,87054° šiaurės platumos, 23,91620° rytų. Senica ir kt. pateikė rezultatus, gautus Vučetinec vietoje (46°26022 "N; 16°22015" E) 270 m aukštyje virš jūros lygio [28]. Mūsų tyrimo vietos orai Kaune yra tokie: karščiausias mėnuo - liepa (18 °C vid.); šalčiausias mėnuo - sausis (-3°C vid.); metinis kritulių kiekis yra 343,3 mm. „Vučetinec“ duomenys yra šie: karščiausias mėnuo - liepa (vid. 22 °C); šalčiausias mėnuo - sausio mėn. (2 °C vid.); metinių kritulių, 841,3 mm.



2 pav. *Lonicera caerulea* veislių uogų forma ir santykinis dydis visiško subrendimo stadijoje.

Uogų dydis ir svoris labai priklauso ne tik nuo veislei būdingų savybių, bet ir nuo vietinių meteorologinių sąlygų, dirvos sudėties, derliaus dydžio ir uogų brandos stadijos.

1 lentelė. *Lonicera caerulea* veislių nokimo laikas, uogų svoris ir dydžio charakteristikos (vidurkis ± SD)

Veislė	Sunokimo laikas	Uogų svoris, g	Uogų ilgis, cm	Uogų plotis, cm
'Eisbarg'	Vidutinio ankstyvumo	0,79±0,03 ^d	2,38±0,20 ^d	0,92±0,08 ^c
'Leningradskaja'	Vidutinio ankstyvumo	0,89±0,02 ^d	1,88±0,09 ^c	0,97±0,03 ^c
'Čelnočnaja'	Ankstyva	0,75±0,03 ^c	1,71±0,12 ^{bc}	1,07±0,11 ^c
'Vostorg'	Vidutinio ankstyvumo	0,96±0,03 ^e	1,90±0,10 ^d	1,08±0,05 ^c
'Kalinka'	Vėlyva	0,70±0,02 ^c	1,72±0,07 ^{bc}	0,97±0,08 ^{bc}
'Morena'	Vėlyva	1,05±0,05 ^f	2,63±0,47 ^d	0,94±0,11 ^{bc}
'Obilnaja'	Vidutinio ankstyvumo	0,87±0,01 ^d	1,85±0,06 ^c	1,03±0,03 ^c
'Pavlovskaja'	Vėlyva	0,58±0,02 ^b	1,45±0,05 ^b	0,87±0,06 ^b
'Pereselenka'	Vėlyva	0,54±0,01 ^b	1,41±0,17 ^b	0,88±0,03 ^b
'Nimfa'	Vidutinio ankstyvumo	0,46±0,01 ^a	1,31±0,11 ^a	0,83±0,08 ^a
'Balalaika'	Vidutinio ankstyvumo	0,75±0,01 ^c	1,81±0,08 ^{bc}	1,07±0,04 ^c
Vidurkis		0,76±0,03	1,82±0,02	0,97±0,02

* Skirtingos raidės žymi statistiškai reikšmingus skirtumus tarp vidurkių stulpeliuose (ANOVA naudojant Tukey's HSD, $p \leq 0,05$).

Šviežiai trintų uogų pH buvo vidutiniškai 3,12 (2 lentelė). Mažiausias rūgštingumas (pH 3,37) buvo 'Leningradskaja' ir 'Balalaika' veislių uogose, tuo tarpu didžiausias rūgštingumas buvo 'Morenoje' ir 'Kalinkoje' (pH 2,99). Šveicarijoje atliktame tyrime, kurį atliko Auzanneau'as ir kt. [48], šviežių uogų pH vidutiniškai buvo 3,0 ir atskirais metais nežymiai keitėsi.

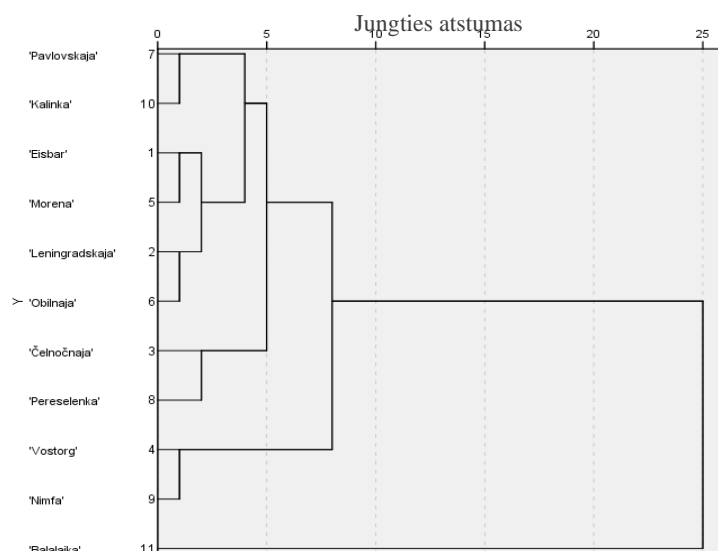
2 lentelė. *Lonicera caerulea* veislių uogų pH, bendras sausųjų medžiagų ir tirpiųjų sausųjų medžiagų kiekis

Veislė	pH	Sausosios medžiagos, %	Tirpiosios sausosios medžiagos, Brix
'Eisbar'	3,13±0,010 ^b	15,41±0,332 ^{ab}	12,10±0,021 ^d
'Leningradskaja'	3,37±0,075 ^a	14,35±0,262 ^{bc}	13,01±0,021 ^b
'Čelnočnaja'	3,04±0,029 ^c	11,7±1,414 ^c	11,03±0,007 ^e
'Vostorg'	3,17±0,038 ^b	17,36±1,252 ^{ab}	11,03±0,017 ^e
'Morena'	2,99±0,026 ^d	16,34±0,184 ^{ab}	12,45±0,044 ^c
'Obilnaja'	3,04±0,015 ^c	13,93±0,078 ^{bc}	12,10±0,014 ^d
'Pavlovskaja'	3,02±0,012 ^{cd}	15,03±0,987 ^{bc}	10,57±0,028 ^f
'Pereselenka'	3,01±0,021 ^{cd}	13,4±0,658 ^{bc}	10,32±0,028 ^g
'Nimfa'	3,14±0,012 ^b	18,49±1,854 ^a	10,40±0,106 ^g
'Kalinka'	2,99±0,010 ^d	15,72±1,181 ^{ab}	10,07±0,042 ^h
'Balalaika'	3,37±0,006 ^a	18,41±0,262 ^a	16,09±0,078 ^a
Vidurkis	3,12±0,029	15,46±0,769	11,74±0,037

*Skirtingos raidės žymi statistiškai reikšmingus skirtumus tarp vidurkių stulpeliuose (ANOVA naudojant Tukey's HSD, $p \leq 0,05$).

'Nimfa' ir 'Balalaika' veislėse buvo nustatytas gerokai didesnis SM kiekis, tuo tarpu 'Čelnočnaja' veislėje SM kiekis buvo žymiai mažesnis (2 lentelė). Visų tirtų veislių vidutinis SM kiekis uogose siekė $15,46 \pm 0,077\%$. Šie rezultatai yra artimi Senica ir kt. [49], kurie nurodė didžiausią 16% SM kiekį. Tuo tarpu Gerbrandtas ir kt. [8] pranešė, kad mėlynojo sausmedžio uogų SM svyruoja nuo 13,1 iki 18,2%, nes jų tyrimuose buvo analizuoti ne tik Rusijos, bet ir Japonijos bei Kurilų genotipai.

Ištyrus tirpiųjų sausųjų medžiagų kiekį, daugiausia rasta 'Balalaika' uogose, mažiausias rezultatas 'Kalinka' 'Nimfa', 'Pereselenka', 'Pavlovskaja'. Visų tirtų veislių tirpiųjų sausųjų medžiagų vidurkis $11,74 \pm 0,037\%$. Tirpiųjų ir sausųjų medžiagų kiekis uogose gali skirtis dėl sulčių kiekio ir uogų dydžio skirtumų.



3 pav. *Lonicera caerulea* veislių panašumo pagal tirpiųjų sausųjų ir sausųjų medžiagų kiekį vaisių ėminiuose dendrograma.

Hierarchinė klasterinė analizė (3 pav.) parodė, kad pagal tirpiųjų ir bendrą SM kiekį uogos išsiskirstė į tris grupes. Labiausiai iš visų tirpiosiomis ir SM medžiagomis išsiskyrė 'Balalaika' veislės uogos, jos sudarė atskira grupę.

3.2. Cheminė sudėtis ir antioksidacinis aktyvumas

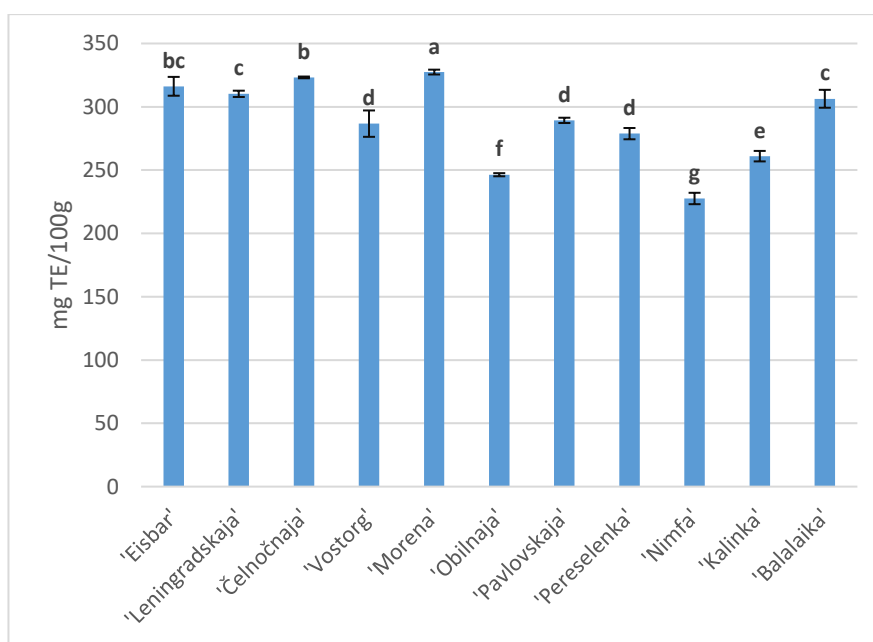
Sausmedžio uogose bendras fenolinių junginių kiekis (BFJK) vidutiniškai sudarė $492,08 \pm 1,834$ mg/100 g šviežio svorio ir $31,62 \pm 0,238$ mg/g SM. Buvo pastebėti dideli tirtų veislių bendro fenolinių junginių kiekio skirtumai. Jis svyravo nuo $300,92 \pm 0,179$ mg/100 g 'Vostorg' iki $799,47 \pm 0,089$ mg/100 g 'Morena'. Rezultatai, kai vertiname mg/g SM, BFJK, tendencija nesikeičia: didžiausias fenolių kiekis vyrauja 'Morena' $48,93 \pm 0,011$ mg/g SM ir mažiausias 'Vostorg' $17,34 \pm 0,021$ mg/g SM (3 lentelė). Liu ir kt. [12] nurodė, kad vidutinis BFJK kiekis yra 654,8 mg/100 g. Tuo tarpu Kanadoje atlikto tyrimo duomenimis, sausmedžio uogose bendras fenolinių junginių kiekis buvo nuo 634 iki 1154 mg GRE/100 g šviežios masės, vidutinė vertė 832 mg GRE/100 g šviežios masės [41, 50]. Taigi mūsų tyrimas atitiko mažesnius fenolinių junginių kiekius. Įdomu tai, kad Raudsepp ir kt. [51] pabrėžė sausmedžių uogų vertę teigdami, kad ji yra aukštesnė nei juodųjų serbentų ir mėlynių.

3 lentelė. Bendras fenolinių junginių ir antocianinų kiekis bei jų santykis *Lonicera caerulea* veislių uogose

Veislė	BFJK (Fenoliai)		BAK (Antocianinai)		BAK/BFJK %
	mg/100g	mg/g SM	mg/100g	mg/g SM	
'Eisbar'	$434,54 \pm 0,087^e$	$28,21 \pm 0,011^g$	$427,56 \pm 2,703^e$	$27,75 \pm 0,175^e$	98,40
'Leningradskaja'	$343,98 \pm 0,355^g$	$23,98 \pm 0,050^i$	$336,01 \pm 1,101^h$	$23,42 \pm 0,077^f$	97,68
'Čelnočnaja'	$356,41 \pm 4,046^g$	$30,46 \pm 0,692^f$	$336,00 \pm 3,899^h$	$28,72 \pm 0,333^d$	94,27
'Vostorg'	$300,92 \pm 0,179^h$	$17,34 \pm 0,021^k$	$282,70 \pm 0,553^i$	$16,29 \pm 0,032^h$	93,94
'Morena'	$799,47 \pm 0,089^a$	$48,93 \pm 0,011^a$	$781,43 \pm 0,923^a$	$47,82 \pm 0,057^a$	97,74
'Obilnaja'	$572,36 \pm 0,087^d$	$41,10 \pm 0,013^b$	$525,95 \pm 0,899^c$	$37,77 \pm 0,065^b$	91,89
'Pavlovskaja'	$401,72 \pm 2,787^f$	$26,74 \pm 0,371^h$	$391,04 \pm 1,619^g$	$26,03 \pm 0,108^f$	97,34
'Pereselenka'	$302,31 \pm 1,349^h$	$22,56 \pm 0,201^j$	$297,68 \pm 0,984^i$	$22,21 \pm 0,073^g$	98,47
'Nimfa'	$625,25 \pm 1,836^c$	$33,82 \pm 0,199^e$	$404,73 \pm 0,361^f$	$21,89 \pm 0,020^g$	64,73
'Kalinka'	$573,19 \pm 2,001^d$	$36,47 \pm 0,255^d$	$491,24 \pm 1,653^d$	$31,26 \pm 0,105^c$	85,70
'Balalaika'	$702,76 \pm 7,356^b$	$38,18 \pm 0,799^c$	$692,02 \pm 0,873^b$	$37,6 \pm 0,047^b$	98,47
Vidurkis	$492,08 \pm 1,834$	$31,62 \pm 0,238$	$451,49 \pm 1,415$	$29,16 \pm 0,099$	92,60

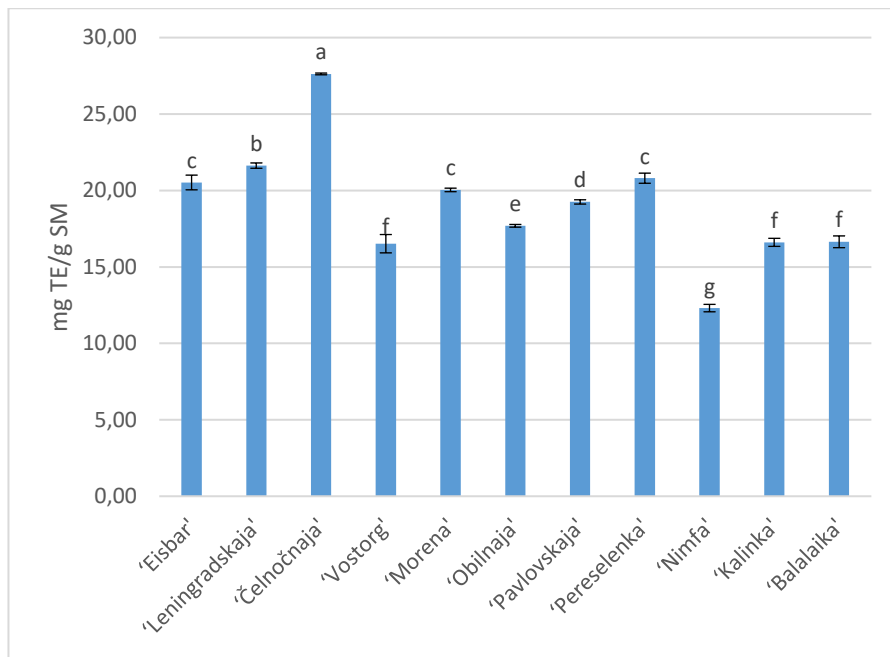
*Skirtingos raidės žymi statistiškai reikšmingus skirtumus tarp vidurkių stulpeliuose (ANOVA naudojant Tukey's HSD, $p \leq 0,05$).

Vidutinis antocianinų kiekis, išreikštas cianidin-3-gliukozido (vyraujančio antocianino) ekvivalentu, buvo $451,49 \pm 1,415$ mg/100 g (3 lentelė). Vertinant uogas mg/100g, šviežių uogų svorio ir mg/g SM, didžiausių BAK išsiskiria 'Morena' $781,43 \pm 0,923$ mg/100g ($47,82 \pm 0,057$ mg/g SM), o mažiausiu BAK 'Vostorg' $282,70 \pm 0,553$ mg/100g ($16,29 \pm 0,032$ mg/g SM) Lenkijos mokslininkai paskelbė apie mažesnę šių pigmentų kiekį, išreikštą per cianidin-3-gliukozidą (235,4 mg/100 g) [93]. Kanadoje atlikto tyrimo metu nustatyta, kad bendras antocianinų kiekis buvo nuo 70 iki 314 mg / 100 g šviežio svorio, išreikštas cianidin-3-O-gliukozido ekvivalentais [28]. Mūsų tyrimas parodė, kad antocianinai vidutiniškai sudarė 92,6% viso fenolinių junginių kiekio. Literatūros duomenimis apie kokybinę antocianinų sudėtį, vyraujantis pigmentas yra cianidino 3-gliukozidas, kuris sudaro 84,77% viso antocianinų kiekio mėlynojo sausmedžio vaisiuose [52]. Kitų autorių duomenimis, cianidin-3-gliukozidas sudaro iki 80–90% viso antocianinų kiekio mėlynojo sausmedžio uogose [52]. Apskritai bendro fenolinių junginių ir antocianinų kiekio skirtumus daugiausia lemia genetiniai veislių skirtumai. Apie tam tikrus išskirtinius veislių skirtumus taip pat buvo pranešta Gołba ir kt. [54].



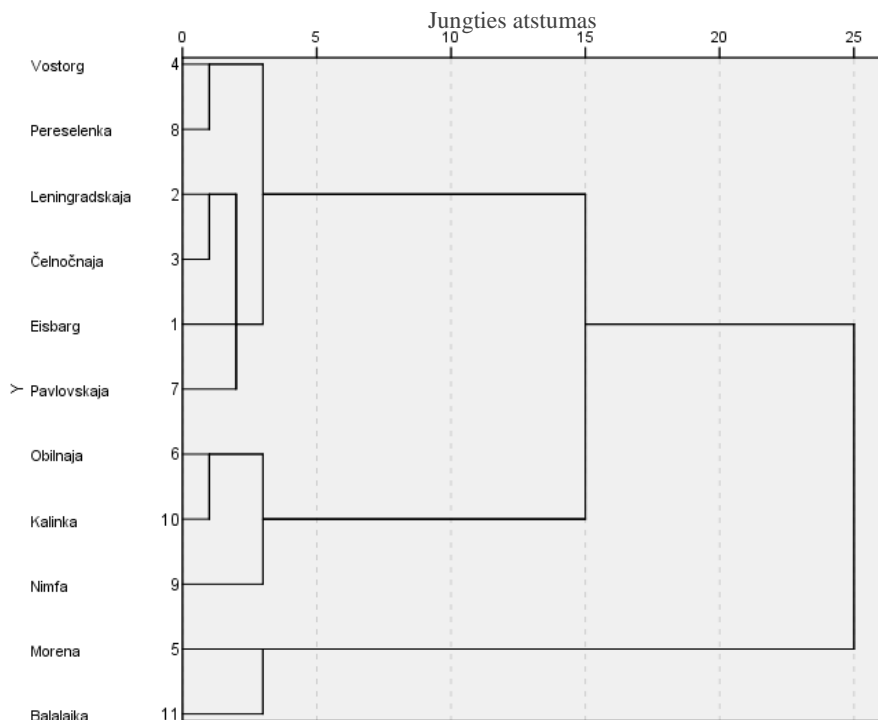
4 pav. DPPH* radikalų sujungimo geba mg TE/100g uogų.

Kalbant apie antioksidacinį poveikį, didžiausias DPPH* radikalų sujungimo geba buvo būdingas veislėms 'Morena' ir 'Čelnočnaja' – vidutiniškai daugiau negu 320 mg TE/100g. 'Eisbar', 'Leningradskaja' ir 'Balalaika' veislių ekstraktai sujungė daugiau negu 300 mg TE/100g. Silpniausiu antioksidaciniu aktyvumu pasižymėjo 'Obilnaja' ir 'Nimfa' veislių ekstraktai, jie sujungė mažiau kaip 250 mg TE/100g. Vidutinis visų tirtų veislių radikalų sujungimo geba buvo $288,45 \pm 4,57$ mg TE/100 g, o jų skirtumai buvo palyginti dideli, t. y., nuo $227,56 \pm 4,5$ iki $327,41 \pm 1,9$ mg TE / 100 g (4 pav.).



5 pav. DPPH* radikalų sujungimo geba mg TE/g SM.

Vertinant antioksidacinį aktyvumą mg TE/g SM (5 pav.), rezultatai šiek tiek pasikeitė: 'Čelnočnaja' sujungė daugiausiai (27,62±0,058 mg TE/g SM), tačiau 'Morena' antioksidacinis aktyvumas buvo reikšmingai mažesnis (12,31 mg TE/g SM). Mažiausias aktyvumas išliko 'Nimfa' (12,31±0,243 mg TE/g SM).



6 pav. *Lonicera cearulla* veislių panašumo pagal bendrą fenolinių junginių, bendrą antocianinų kiekį bei antiradikalinį aktyvumą vaisių ėminiuose dendrograma.

Hierarchinė klasterinė analizė parodė, kad uogų veislės suskirstytos į tris grupes (6 pav.). Pagal gautus rezultatus (3 lentelė), galima matyti, kad atskirą grupę sudarusios veislės 'Morena' ir 'Balalaika' išsiskiria didžiausiu bendro fenolinių junginių ir antocianinų kiekiu.

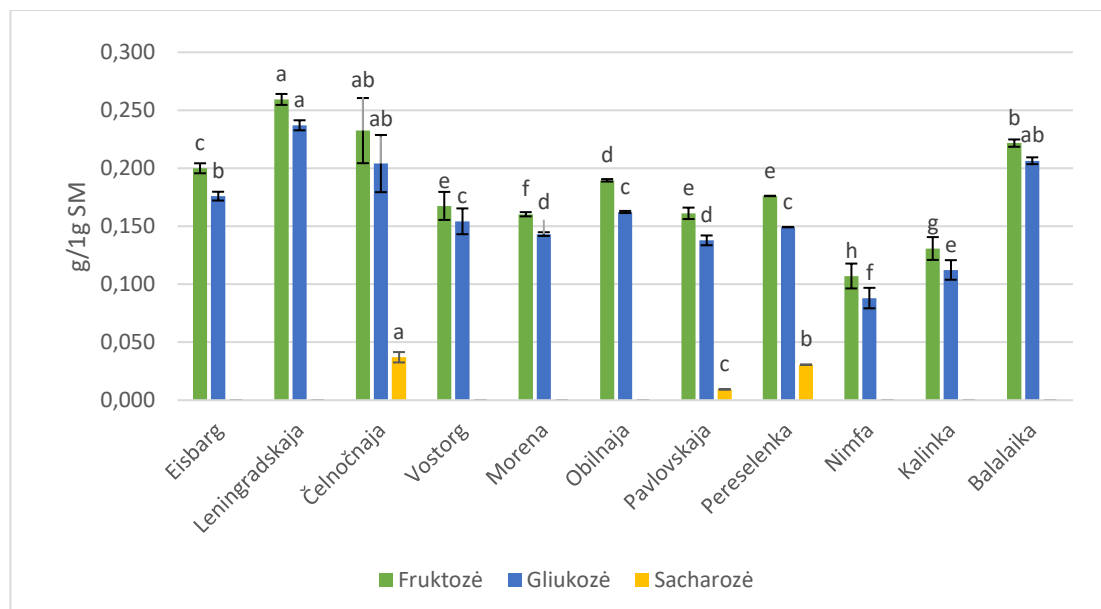
Cukraus kiekis yra svarbi savybė, lemianti uogų skonį ir daranti įtakos jų patrauklumui vartotojams. Mėlynojo sausmedžio veislių uogose vyravo du monosacharidai - fruktozė ir gliukozė (4 lentelė). Mūsų tyrimas parodė reikšmingus gliukozės ir fruktozės kiekio skirtumus tarp veislių, svyruojančius atitinkamai nuo $1,63 \pm 0,163$ iki $3,80 \pm 0,054$ ir nuo $1,98 \pm 0,198$ iki $4,08 \pm 0,058$ g/100 g.

4 lentelė. Sacharidų (vidurkis \pm SD) kiekis *Lonicera caerulea* veislių uogose

Veislė	g/100g uogų šviežio svorio		
	Gliukozė	Fruktozė	Sacharozė
'Eisbar'	2,71 \pm 0,06 ^c	3,08 \pm 0,066 ^c	Nerasta
'Leningradskaia'	3,40 \pm 0,06 ^b	3,72 \pm 0,068 ^b	Nerasta
'Čelnočnaja'	2,39 \pm 0,288 ^{cd}	2,72 \pm 0,329 ^{cd}	0,43 \pm 0,005 ^a
'Vostorg'	2,68 \pm 0,193 ^c	2,91 \pm 0,210 ^c	Nerasta
'Morena'	2,34 \pm 0,026 ^d	2,64 \pm 0,029 ^d	Nerasta
'Obilnaja'	2,26 \pm 0,013 ^e	2,64 \pm 0,015 ^d	Nerasta
'Pavlovskaia'	2,07 \pm 0,063 ^f	2,42 \pm 0,074 ^e	0,14 \pm 0,004 ^b
'Pereselenka'	2,00 \pm 0,002 ^f	2,36 \pm 0,002 ^e	0,041 \pm 0,000 ^a
'Nimfa'	1,63 \pm 0,163 ^g	1,98 \pm 0,198 ^f	Nerasta
'Kalinka'	1,76 \pm 0,133 ^g	2,055 \pm 0,154 ^f	Nerasta
'Balalaika'	3,80 \pm 0,054 ^a	4,08 \pm 0,058 ^a	Nerasta
Vidurkis	2,46 \pm 0,096	2,78 \pm 0,109	0,089 \pm 0,01

*Skirtingos raidės žymi statistiškai reikšmingus skirtumus tarp vidurkių stulpeliuose (ANOVA naudojant Tukey's HSD, $p \leq 0,05$).

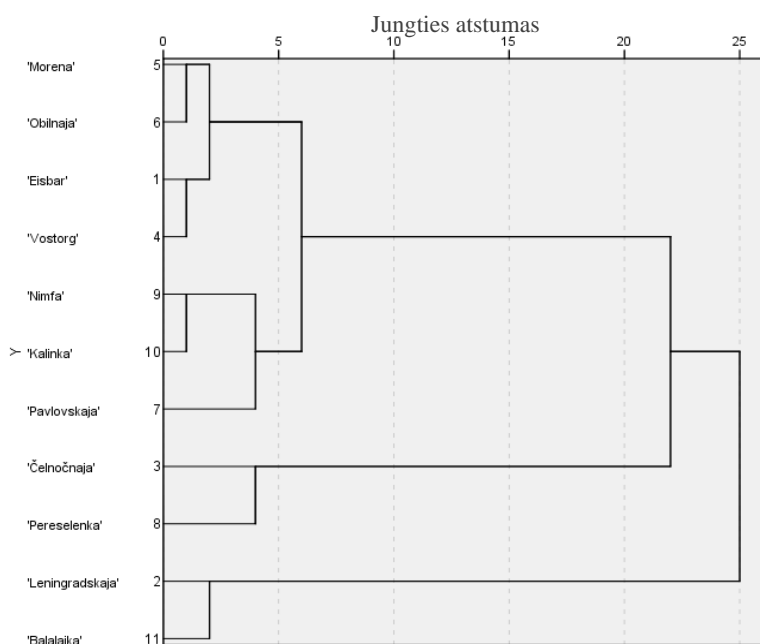
Vidutinis fruktozės ir gliukozės kiekis buvo atitinkamai $3,23 \pm 0,02$ ir $3,16 \pm 0,02$ g/100 g. Didžiausias fruktozės ir gliukozės kiekis buvo gautas 'Balalaika', o mažiausias - 'Nimfa'. Aštuonių veislių uogose sacharozės neaptikta, o kitose trijose veislėse šio disacharido buvo sukaupta palyginti nedaug. Rupasinghe ir kt. [41] taip pat pažymėjo, kad mėlynojo sausmedžio uogos sukaupia tik nereikšmingą sacharozės kiekį; monosacharidai sudarė 95% visų cukrų.



7 pav. Sacharidų kiekis *Lonicera caerulea* veislių uogose g/1g SM.

Perskaičiusus sacharidų kiekį g/g SM, didžiausias fruktozės ir gliukozės kiekis rastas 'Leningradskaia' veislėje, atitinkamai $0,259 \pm 0,05$ g/1g SM ir $0,237 \pm 0,04$ g/1g SM, o mažiausias -

'Nimfa' (7 pav.). Iš visų tirtų veislių tik 'Čelnočnaja' 'Pereselenka' ir 'Pavlovskaja' turėjo nedidelius sacharozės kiekius.



8 pav. *Lonicera caerulea* veislių panašumo pagal sacharidų sudėtį g/100g vaisių uogų ėminiuose dendrograma.

Hierarchinės grupių analizės metu tiriamos veislės buvo suskirstytos į tris grupes (8 pav.). Vieną iš grupių sudaro 'Čelnočnaja' ir 'Pereselenka' veislės, nes jose aptiktas panašus kiekis sacharozės, kuo kitos uogos nepasižymi. Antrą grupę sudaro 'Leningradskaja' ir 'Balalaika', šios uogos išsiskyrė didžiausiu sukauptu gliukozės ir fruktozės kiekiu. Likusių veislių uogos patenka į vieną grupę, nes jos sukauptė mažiau bendro sacharidų kiekio, lyginant su antrosios grupės veislių uogomis.

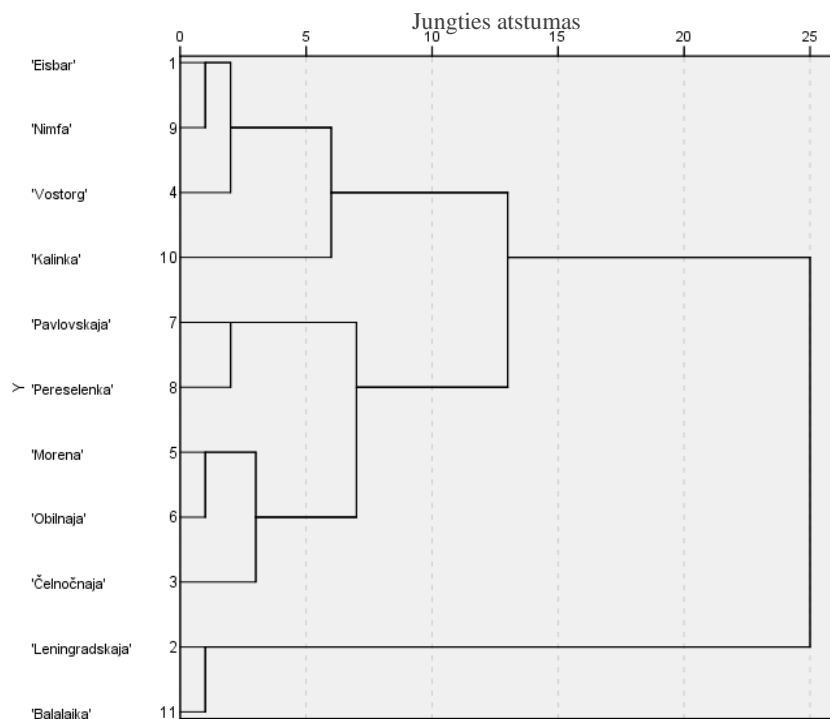
Uogų svarbą žmonių mityboje lemia ir jų teikiamų vitaminų kiekis; ypač vertinamas vitaminas C, arba askorbo rūgštis. Mūsų duomenimis, askorbo rūgšties kiekis priklausė nuo veislės savybių (5 lentelė). Tarp veislių askorbo rūgšties kiekis svyravo nuo $13,47 \pm 1,760$ ('Nimfa') iki $141,58 \pm 1,474$ mg/100 g ('Pereselenka'), vidutiniškai buvo $54,86 \pm 1,907$ mg/100 g. Perskaičiusius į mg/g SM tendencija išliko ta pati.

5 lentelė. Askorbo rūgšties (reiškia \pm SD) kiekis *Lonicera caerulea* veislių uogose.

Veislė	mg/g SM	mg/100g
'Eisbar'	$0,97 \pm 0,182^g$	$14,96 \pm 2,810^h$
'Leningradskaja'	$2,65 \pm 0,059^e$	$38,07 \pm 0,848^f$
'Čelnočnaja'	$4,15 \pm 0,127^d$	$48,61 \pm 1,481^e$
'Vostorg'	$2,08 \pm 0,012^f$	$36,1 \pm 0,210^g$
'Morena'	$5,28 \pm 0,142^c$	$86,23 \pm 2,317^c$
'Obilnaja'	$5,59 \pm 0,107^c$	$77,82 \pm 1,484^d$
'Pavlovskaja'	$7,62 \pm 0,014^b$	$114,45 \pm 0,212^b$
'Pereselenka'	$10,57 \pm 0,110^a$	$141,58 \pm 1,474^a$
'Nimfa'	$0,73 \pm 0,095^g$	$13,47 \pm 1,760^h$
'Kalinka'	$1,04 \pm 0,402^g$	$16,30 \pm 6,317^h$
'Balalaika'	$0,86 \pm 0,112^g$	$15,89 \pm 2,065^h$
Vidurkis	$3,78 \pm 0,124$	$54,86 \pm 1,907$

*Skirtingos raidės žymi statistškai reikšmingus skirtumus tarp vidurkių stulpeliuose (ANOVA naudojant Tukey's HSD, $p \leq 0,05$).

Šveicarijoje atliktų tyrimų metu askorbo rūgšties sausmedžio uogose buvo rasta 1,78 - 4,21 mg/g SM [9], o Oregano valstijų universiteto tyrimo duomenimis, nurodoma, kad askorbo rūgšties kiekis mėlynojo sausmedžio uogose svyravo nuo 31,9 iki 44,5 mg/100 g, priklausomai nuo veislės ir metų [5]. Tuo tarpu Sankt Peterburgo ir Pavlovsko eksperimentinėse stotyse užaugintose sausmedžio uogose Plekhanova ir Streltsyna pranešė apie didesnius askorbo rūgšties kiekio skirtumus, kurie patenka į 30,5–103,5 mg/100 g ribas [59], o tai panašu su mūsų tyrimo rezultatais.



9 pav. *Lonicera caerulea* veislių panašumo pagal askorbo rūgšties kiekį ir pH vaisių ėminiuose dendrograma.

Pagal askorbo rūgšties kiekį ir pH, klasterinė analizė išskyrė veisles į dvi grupes (9 pav.). Pirmąją grupę sudarė du pogrupiai iš 4 ir 5 veislių. Atskirą grupę sudarė veislės 'Leningradskaja' ir 'Balalaika'.

3.3. Antimikrobinis aktyvumas

Šiame tyrime nustatytas sulčių, vandeninio ir uogų išspaudų etanolinio ekstrakto slopinamasis poveikis bandomosioms bakterijų kultūroms (6 lentelė).

Gramneigiama *C. Freundii* bakterija mažiausiai jautri vandeniniams ekstraktams, slopinimo zonos matomos minimalios 8,5–9,0 mm. 'Eisbarg', 'Čelnočnaja' ir 'Pereselenka' veislių vandeninis ekstraktas neturėjo jokio poveikio šiam mikroorganizmui. Uogų išspaudų etanolinio ekstrakto slopinimo zonos siekė 9,33–12,33 mm. *C. Freundii* bakterijos jautresnės uogų sultims, slopinimo zona susidarė nuo 20,33 mm ('Čelnočnaja') iki 25,67 mm ('Nimfa').

Vandeninio ekstrakto poveikis *E. Coli* mikroorganizmui buvo sunkiai pastebimas, nes slopinimo zonos siekė tik 8,25–8,75 mm. *E. Coli* buvo atspari 'Eisbarg' ir 'Čelnočnaja' veislių uogų išspaudų etanoliniam ekstraktui, kitų veislių uogų išspaudų etanoliniai ekstraktai šiek tiek slopino mikroorganizmo augimą, didžiausiu slopinančiu poveikiu pasižymėjo 'Pavlovskaja' veislė – ji sudarė 14 mm skaidrią zoną. Ši gramneigiama bakterija buvo jautriausia visų tirtų sausmedžio veislių uogų sultims, slopinimo zonos buvo 17,67–21,67 mm. Panašius rezultatus gavo ir kiti mokslininkai, tyrę

mėlynių, spanguolių ir juodųjų serbentų išspaudų vandeninius bei etanolinius ekstraktus, susidariusių slopinimo zonų dydis buvo 9,33-15,33 mm [88].

E. Feacalis mikroorganizmas, kaip *E. Coli*, buvo atsparus vandeniniams uogų ekstraktams, slopinimo zonos minimalios 8,25–9 mm. Etanolinis uogų išspaudų ekstraktas turėjo didesnę poveikį šiai bakterijai - slopinimo zona buvo 12-15 mm. Stipriausiu poveikiu pasižymėjo uogų sultys, susidariusių slopinimo zonų dydis buvo 18–21 mm.

Išanalizavus *Salmonella Typhimurium* slopinimo zonas, didžiausiu antimikrobinu aktyvumu šiam mikroorganizmui, kaip ir kitoms tirtoms bakterijų kultūroms, išsiskyrė sausmedžio uogų sultys, kurių mažiausia slopinimo zona 20 mm buvo 'Čelnočnaja' veislės, o didžiausia 24 mm 'Morena' ir 24,67 mm 'Kalinka' mėginių. Etanolinio ekstrakto slopinimo zonos buvo per pusę mažesnės ir siekė 12–16 mm. Šis mikroorganizmas buvo mažai jautrus vandeniniams ekstraktams, minimalias 8,5 – 9 mm slopinimo zonas sudarė tik 'Leningradskaja', 'Balalaika' ir 'Kalinka' veislių uogų vandeniniai ekstraktai.

Sulčių slopinimo zonos *Listeria Monocytogenes* bakterijos lėkštelėse buvo 17,33–21,33 mm. Ne toks stiprus antimikrobinis poveikis stebimas etanolinio ekstrakto, kurio sudarytos slopinimo zonos siekė 9–14 mm. Vandeniniai ekstraktai šį mikroorganizmą slopino taip pat silpnai kaip ir kitas testavimo kultūras, susidariusių slopinimo zonų dydis buvo 9–10 mm, tik 'Leningradskaja' vandeninis ekstraktas neparodė jokių rezultatų.

Staphylococcus aureus vandeninis ekstraktas šią bakteriją veikė silpnai, slopinimo zonos minimalios, tik 8,25–9,0 mm, o 'Morena' 'Obilnaja' ir 'Nimfa' veislių mėginiai visai neslopino šio mikroorganizmo augimo. Etanolinis uogų išspaudų ekstraktas sudarė 12-16 mm zonas. Geresniu antimikrobinu aktyvumu pasižymėjo uogų sultys, kurių slopinimo zonos siekė 21–27 mm.

Pseudomonas Aeruginosa buvo atsparesnė tirtiems ekstraktams bei sultims nei kiti tirti mikroorganizmai. Tirtų veislių uogų sultys sudarė 15-17 mm slopinimo zonas, etanolinių ekstraktų zona taip pat nedidelė 9-10,67 mm, vandeninių ekstraktų slopinimo zona minimali, kaip ir kitų tirtų bakterijų kultūrų.

Bacillus Subtilis ši gramteigiama bakterija išsiskiria tuo, kad pagal gautus rezultatus yra jautriausia vandeniniams uogų ekstraktams, jos slopinimo zona siekia 9,5-11 mm. Etanoliniai uogų ekstraktai sudarė panašaus dydžio slopinimo zonas, t.y. 9,33–11,33 mm. Sulčių antimikrobinis aktyvumas stipresnis, mažiausia sudaryta slopinimo zona buvo 20,00 mm 'Leningradskaja' veislės, o didžiausia - 24,67 mm 'Pereslenka' veislės mėginiuose.

Be to, buvo tirtos *Candida* ir *Saccharomyces cerevisiae* mielės, kurios uogų išspaudų etanoliniams, uogų vandeniniams ekstraktams ir sultims buvo visiškai atsparios. Pagal Šarkino gautus rezultatus, neskiesti bei standartizuoti mėlynių, spanguolių ir juodųjų serbentų ekstraktai veikia mielių kultūras minimaliai, skaidrių zonų skersmuo dažnai siekia tik 8–9 mm [87].

6 lentelė. *L. caerulea* veislių išspaudų etanolio, vandens ir uogų sulčių, ekstraktų antibakterinis aktyvumas, pateiktas kaip vidutinis slopinimas zonos skersmuo mm (n = 3), įskaitant šulinio skersmenį (8 mm).

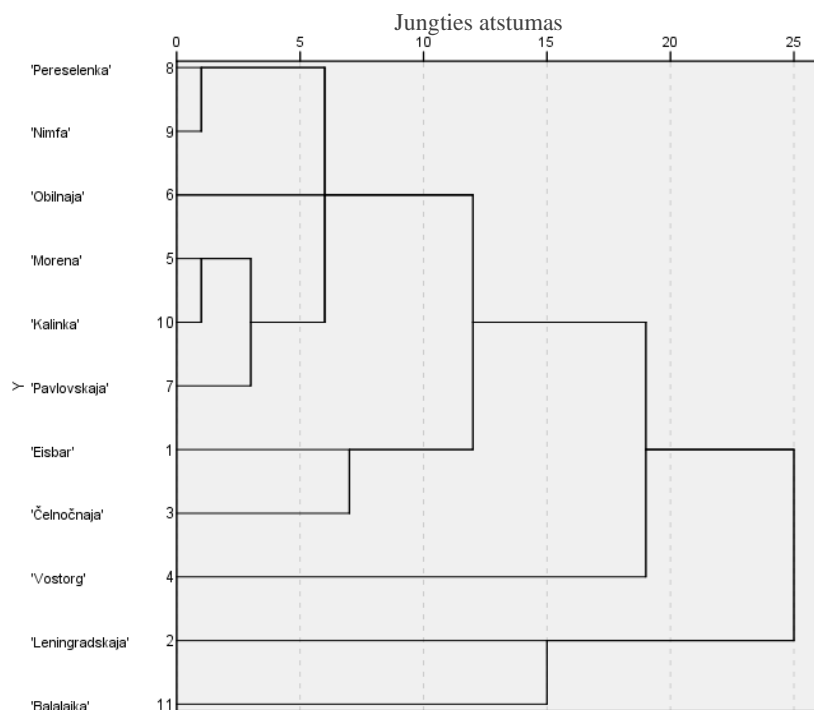
Veislės	Ekstraktas	<i>C. Freundii</i>	<i>E. Coli</i>	<i>E. Feacalis</i>	<i>S. Typhimurium</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>S. Aureus</i>	<i>P. Aeruginosa</i>	<i>B. Subtilis</i>
'Eisbarg'	Sultys	22,00±1,73def	19,67±0,58abc	23,00±0,00ef	22,00±0,00cd	20,67±0,58ab	24,33±1,16b	15,33±0,58bc	23,00±0,00ab
	Etanolinis	14,00±0,00bcd	0	13,67±0,58bc	14,00±0,00de	11,00±0,00cd	14,33±0,58abc	10,00±0,00a	10,00±0,00b
	Vandeninis	0	8,50±0,71a	9,00±0,00a	0	9,00±0,00b	9,00±0,00a	9,00±0,00a	10,00±0,00a
'Leningradskaja'	Sultys	24,00±0,00abcd	18,00±0,00cd	24,00±0,00de	20,33±0,58d	17,33±0,58d	23,33±0,58bc	15,00±0,00bc	20,00±0,00b
	Etanolinis	16,33±1,55ab	9,00±0,00de	13,00±0,00cd	15,00±0,00bcd	9,33±0,58d	14,00±0,00abc	9,00±0,00a	9,33±0,58c
	Vandeninis	8,50±0,00b	0	8,50±0,00ab	8,50±0,00b	0	8,25±0,35ab	8,75±0,35a	10,00±0,00a
'Čelnočnaja'	Sultys	20,33±0,58f	17,67±1,53d	21,00±0,00f	20,00±0,00d	17,33±0,58d	21,00±0,00d	16,67±0,58ab	20,33±2,52b
	Etanolinis	15,00±1,00abc	0	14,00±0,00abc	12,67±0,58e	13,00±0,00ab	13,33±0,58bcd	10,00±0,00a	11,33±0,58a
	Vandeninis	0	8,50±0,71ab	8,75±0,35a	0	9,00±0,00b	9,00±0,00a	8,75±0,35a	10,50±0,71a
'Vostorg'	Sultys	23,00±0,00cde	19,67±0,58abc	25,33±0,58cd	22,33±0,58d	19,67±0,58abc	25,33±0,58b	16,00±0,00abc	22,00±0,00ab
	Etanolinis	13,00±0,00de	10,33±0,58cd	14,33±0,58ab	15,67±0,58abc	9,33±0,58a	13,00±0,00cd	9,00±0,00a	10,00±0,00b
	Vandeninis	9,00±0,00a	8,50±0,71ab	8,50±0,00ab	0	9,00±0,00b	8,25±0,32a	9,00±0,00a	11,00±1,41a
'Morena'	Sultys	22,67±0,58cde	20,33±0,58abc	28,00±0,00ab	24,00±0,00ab	21,33±0,58a	27,00±0,00ab	16,33±0,58ab	23,33±0,58ab
	Etanolinis	17,00±0,00a	13,00±0,00ab	15,00±0,00a	14,67±0,58bcd	13,67±0,58d	15,33±1,16ab	10,33±0,58a	11,00±0,00b
	Vandeninis	9,00±0,00a	8,75±0,35a	8,75±0,35a	0	9,00±0,00b	0	8,75±0,35a	10,50±0,71a
'Obilnaja'	Sultys	23,33±0,58bcd	18,67±0,58bcd	27,00±0,00ab	22,67±1,16bc	18,67±1,16bcd	24,67±0,58b	17,00±0,00ab	22,33±1,16b
	Etanolinis	12,33±1,528cd	13,67±1,53a	13,00±0,00cd	16,00±0,00ab	12,00±0,00ab	16,00±0,00a	10,00±1,00a	11,00±0,00b
	Vandeninis	8,50±0,00b	8,50±0,00ab	8,50±0,00ab	0	8,50±0,00bc	0	8,25±0,35ab	10,50±2,12a
'Pavlovskaja'	Sultys	24,00±0,00abcd	19,33±0,58bcd	26,67±0,58bc	20,33±0,00bc	20,33±0,58abc	25,00±0,00ab	17,33±0,58a	23,00±0,00ab
	Etanolinis	15,67±0,58ab	14,00±0,00a	12,33±0,58d	16,67±1,16a	12,67±0,58bc	14,33±0,58abc	10,67±0,58a	9,00±0,00c
	Vandeninis	8,50±0,00b	8,50±0,00ab	8,50±0,00ab	0	9,00±0,00b	8,50±0,71a	8,75±0,35a	9,50±0,71a
'Pereselenka'	Sultys	22,33±0,58cdef	20,00±1,00abc	25,00±0,00d	20,33±0,58bc	18,33±0,58cd	23,67±1,16bc	14,33±0,58c	24,67±2,08a
	Etanolinis	13,67±0,58bcd	11,67±0,58bc	13,33±0,58cd	14,00±0,00de	14,00±1,00a	12,67±1,53cd	9,33±0,58a	11,33±0,58a
	Vandeninis	0	8,50±0,71ab	8,50±0,00ab	0	9,00±0,00b	8,50±0,71a	8,75±0,35a	10,00±0,00a
'Nimfa'	Sultys	25,67±0,58a	20,67±0,58ab	28,67±0,58a	23,00±0,58d	20,67±0,58ab	24,33±0,58b	17,00±0,00ab	23,33±0,58ab
	Etanolinis	16,00±0,00ab	9,33±0,58de	13,00±0,00cd	14,00±0,00de	12,00±0,00ab	12,00±0,00d	9,33±0,58a	10,67±0,58b
	Vandeninis	9,00±0,00a	8,25±0,35ab	8,25±0,00ab	0	9,00±0,00b	0	9,00±0,00a	11,00±1,41a
'Kalinka'	Sultys	25,33±0,58ab	21,67±0,58a	27,33±0,58ab	24,67±0,58a	20,33±1,16abc	25,00±0,00b	17,00±0,00ab	22,33±0,58ab
	Etanolinis	9,33±0,58e	9,00±0,00de	13,00±0,00cd	14,33±0,58ab	11,33±1,16bc	14,67±0,58abc	9,33±0,58a	11,00±0,00b
	Vandeninis	9,00±0,08a	8,75±0,35a	8,75±0,35a	9,00±0,00a	10,00±0,00a	9,00±0,00a	8,75±0,35a	11,00±1,41a
'Balalaika'	Sultys	21,00±0,00ef	18,00±0,00cd	22,33±0,58ef	23,00±0,00bc	20,00±0,00abc	22,00±0,00d	16,00±0,00abc	21,00±1,73b
	Etanolinis	15,33±0,58bcd	13,67±0,58a	15,00±0,00a	15,00±0,00bcd	14,00±0,00a	15,00±0,00abc	9,00±0,00a	13,00±0,00a
	Vandeninis	9,00±0,00a	8,50±0,71ab	8,75±0,35a	8,50±0,71b	9,00±0,00b	9,00±0,00a	9,00±0,00a	10,50±0,71a

*Skirtingos raidės žymi statistiškai reikšmingus skirtumus tarp vidurkių stulpeliuose (ANOVA naudojant Tukey's HSD, p ≤ 0,05).

Gauti tyrimų rezultatai rodo, kad visos tirtos bakterijų padermės buvo mažiau jautrios mėlynojo sausmedžio uogų vandeniniams ekstraktams. Iš tirtų kultūrų *Enterococcus faecalis* jautriausia sultims - vidutinės slopinimo zonos buvo 25,30 mm, *Salmonella Typhimurium* buvo jautriausia etanoliniam ekstraktui - vidutinės slopinimo zonos 14,73 mm, o mažiausios slopinimo zonos sulčių ir etanolinio ekstrakto buvo stebimos *Pseudomonas aeruginosa* kultūroje, vidutiniškai atitinkamai 16,18 mm ir 9,64 mm.

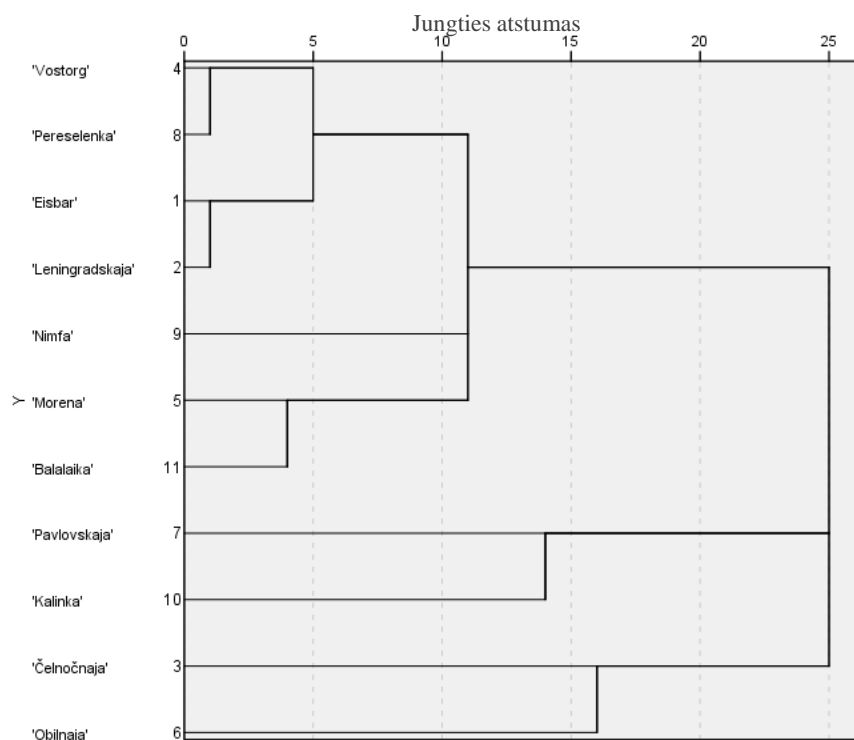
'Obilnaja' ir 'Morena' veislės uogų išspaudų etanolinis ekstraktas pasižymėjo visų bakterijų slopinimu, vidutinė šių bakterijų slopinimo zona 14 mm. 'Morena' ir Nimfa veislės ekstrakto *C. Freundii* tyrimo skaidriosios zonos siekė 17 mm ir 16 mm imtinai, tai didžiausia susidariusi slopinimo zona uogų išspaudų etanolinio ekstrakto tyrime. Be to, visų veislių uogų sultys parodė stiprų antimikrobinį aktyvumą. Labiausiai išsiskyrė 'Pereslenka' ir 'Nimfa', šios dvi veislės sudarė didžiausias slopinimo zonas *C. Freundii* ir *E. faecalis* bakterijų tyrime. Didžiausios 'Morena' slopinimo zonos pastebėtos 27 mm *Enterococcus Feacalis*, 28 mm *Staphylococcus Aureus* bakterijų slopinime.

Molina ir kt. [43] pranešė, kad mėlynojo sausmedžio uogų etanoliniai ekstraktai įrodė *Listeria monocytogenes*, *E. coli*, *Staphylococcus aureus* bakterijų padermių slopinimą o tai atitinka mūsų rezultatus. Kai kurių kitų tyrimų rezultatai taip pat parodė antimikrobinį fenolio frakcijos aktyvumą *Candida parapsilosis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* ir *Streptococcus mutans* [17].



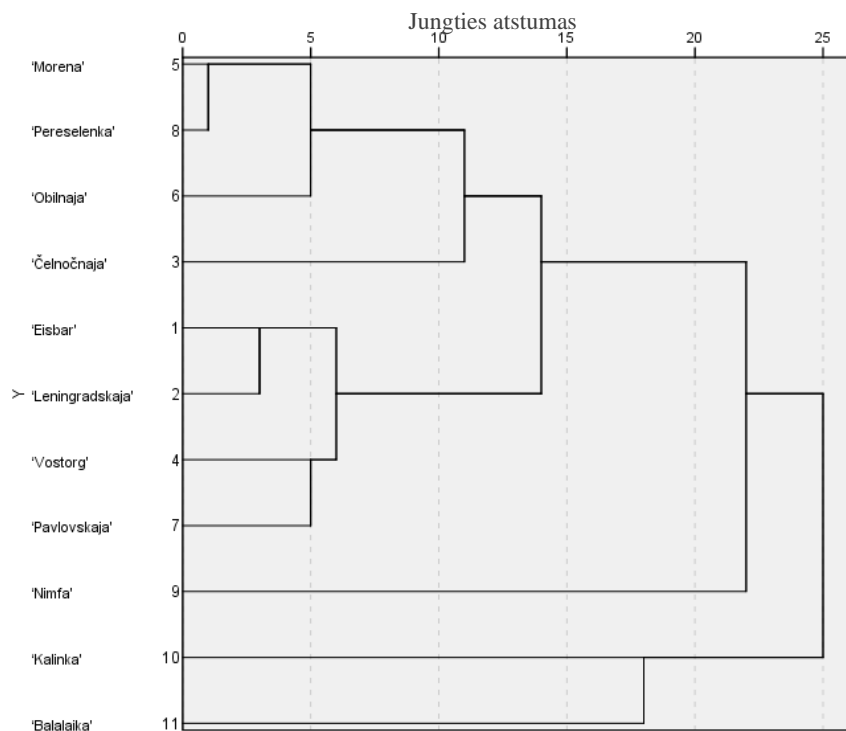
10 pav. *Lonicera caerulea* veislių panašumo pagal antimikrobinį aktyvumą vaisių sulčių ėminiuose dendrograma.

Hierarchinės grupių analizės dendrograma parodė, kad naudojant sultis šešios veislės parodė panašius antibakterinio poveikio prieš išbandytas bakterijas modelius; į dvi atskiras grupes išsiskyrė 'Leningradskaja' su 'Balalaika' ir 'Čelnočnaja' su 'Eisbarg', o atskirą grupę sudaro 'Vostorg' (10 pav).



11 pav. *Lonicera caerulea* veislių panašumo pagal antimikrobinį aktyvumą vaisių etanolinio ekstrakto ėminiuose dendrograma.

Atlikus hierarchinę klasterinę analizę matoma, kad panašiu etanolinio ekstrakto antimikrobinio aktyvumu pasižymi septynios mėlynojo sausmedžio veislės. Į atskiras dvi grupes atitinkamai išsiskyrė 'Pavlovskaja' su 'Morena' ir 'Čelnočnaja' su 'Obilnaja' (11 pav.).



12 pav. *Lonicera caerulea* veislių panašumo pagal antimikrobinį aktyvumą vaisių vandeninio ekstrakto ėminiuose dendrograma.

Pagal hierarchinę klasterinę analizę, galima matyti, kad išsiskyrė trys grupės (12 pav.). Aštuonias veisles galima priskirti vienai bendrai grupei. 'Balalaika' ir 'Kalinka' sudarė vieną bendrą grupę, o 'Nimfa' išskirta į atskirą grupę.

3.4. Spektrinės charakteristikos

Spalva – tai vienas iš augalinės žaliavos kokybės rodiklių, kuris priklauso nuo įvairių spalvinių junginių. Uogų spalva parodo subrendimo laipsnį, be to, kuo ji tamsesnė, tuo daugiau uogos yra sukaupusios vertingų bioaktyvių junginių – antocianinų.

Tyrimo metu buvo išmatuotos *Lonicera caerulea* uogų L*, a*, b* koordinatėms reikšmės, apskaičiuotas spalvos grynumas C bei spalvos tonas h°.

7 lentelė. CIE LAB spalvos charakteristikos

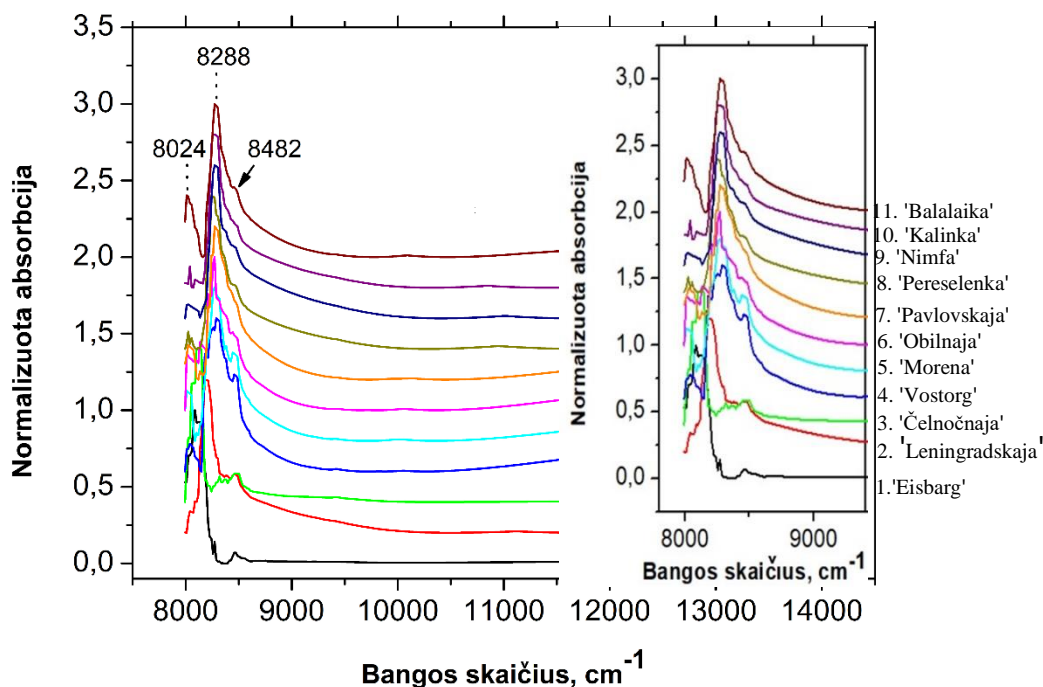
	L*	a*	b*	C	h°
'Eisbar'	25,68±0,113 ^{ab}	10,23±0,332 ^b	2,83±0,085 ^b	10,61±0,343 ^b	0,27±0,001 ^{cd}
'Leningradskaja'	25,53±0,127 ^{ab}	6,85±0,035 ^d	1,36±0,057 ^{ef}	6,98±0,046 ^{de}	0,20±0,007 ^{ef}
'Čelnočnaja'	25,76±0,085 ^{ab}	10,28±0,028 ^b	3,06±0,014 ^b	10,73±0,031 ^b	0,29±0,001 ^{bc}
'Vostorg'	24,73±0,601 ^{bc}	9,09±0,064 ^{bc}	2,34±0,085 ^c	9,38±0,040 ^{bc}	0,25±0,010 ^d
'Morena'	23,99±0,092 ^{bc}	6,91±0,021 ^d	1,39±0,014 ^{ef}	7,04±0,024 ^{de}	0,20±0,001 ^{ef}
'Obilnaja'	23,61±0,764 ^{bc}	8,30±0,120 ^{cd}	1,81±0,007 ^{de}	8,49±0,119 ^{cde}	0,21±0,002 ^e
'Pavlovskaja'	25,91±0,580 ^{ab}	10,22±0,361 ^b	3,15±0,163 ^b	10,69±0,393 ^b	0,30±0,005 ^b
'Pereselenka'	28,22±1,011 ^a	13,15±0,389 ^a	5,33±0,163 ^a	14,18±0,422 ^a	0,38±0,000 ^a
'Nimfa'	23,34±1,874 ^c	8,58±1,138 ^c	2,19±0,29 ^{cd}	8,85±1,175 ^c	0,25±0,000 ^d
'Kalinka'	26,44±0,134 ^b	8,30±0,049 ^{cd}	2,23±0,057 ^{cd}	8,59±0,062 ^{cd}	0,26±0,005 ^d
'Balalaika'	24,41±0,163 ^{bc}	6,79±0,042 ^d	1,23±0,064 ^f	6,90±0,030 ^e	0,18±0,010 ^f

*Skirtingos raidės žymi statistiškai reikšmingus skirtumus tarp vidurkių stulpeliuose (ANOVA naudojant Tukey's HSD, p ≤ 0,05).

Nustačius sausmedžio uogų spalvos koordinatas, gauta, kad šviesiausios 'Pereselenka' uogos, jų L* = 28,22±1,011, o tamsiausios 'Nimfa' uogos, L* = 23,34±1,874 (2 lentelė). Žalios ir raudonos spalvos santykį apibūdinantis rodiklis a* (raudonos spalvos intensyvumas, kai a* > 0, žalios spalvos intensyvumas, kai a* < 0) parodė, kad dominavo raudona spalva, didžiausia ji buvo 'Pereselenka' veislės uogose (13,15). Geltonos ir mėlynos spalvos santykį apibrėžiantis rodiklis b* (geltonos spalvos intensyvumas, kai b* > 0, mėlynos spalvos intensyvumas, kai b* < 0) parodė, kad sausmedžio uogose ji yra vidutiniškai 2,44. Didžiausia b* koordinatė nustatyta 'Pereselenka' uogose (5,33), o mažiausia 'Balalaika' (1,23). Didžiausiu spalvos grynumu C ir spalvos tonu h° išsiskyrė 'Pereselenka' (7 lentelė). Didesni antocianinų kiekiai buvo nustatyti 'Morena' ir 'Balalaika' mėginiuose (3 lentelė), spalvos koordinatė b* šių veislių mėginiuose taip pat buvo arčiausiai mėlynos spalvos, tačiau nuo jų nesiskyrė ir 'Leningradskaja' veislės mėginys, kuriame antocianinų kiekis buvo ženkliai mažesnis. Norint susieti spalvos koordinatėms rezultatus su antocianinų kiekiu, būtina atlikti daugiau tyrimų.

NIR spektroskopija galima tirti uogų tyrių, ir uogienių kokybę bei nustatyti cukrų (gliukozės, fruktozės ir sacharozės) kiekį sultyse [78]. Sinelli ir kt. [64] patikrino artimosios ir vidutinės infraraudonųjų spindulių spektroskopijos galimybes įvertinti mėlynių subrendimo stadiją ir maistines savybes, įskaitant fenolio junginius, bendruosius flavonoidus ir bendrą fenolių kiekį. Mūsų techninės

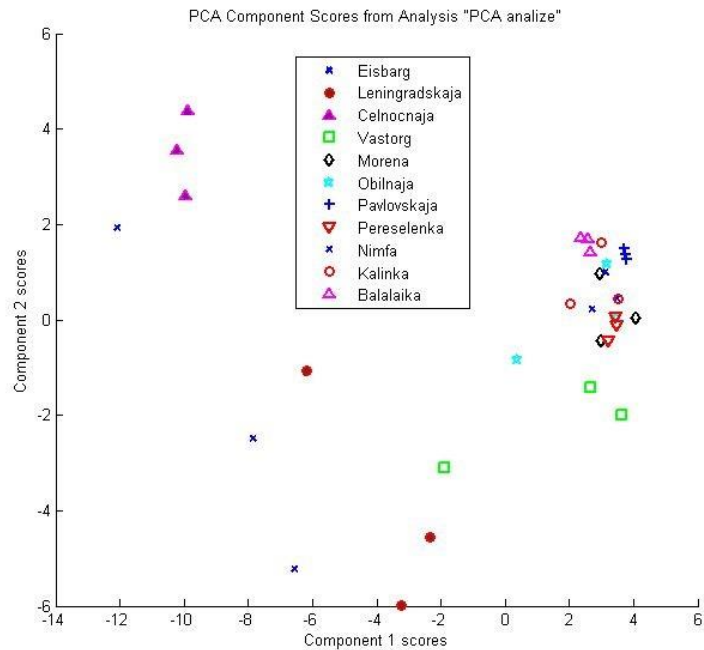
galimybės leido užrašyti trintų šviežių sausmedžio uogų spektrus diapazone nuo 800 iki 14000 nm (9 pav.).



13 pav. Sausmedžio uogų spektrai 800-14000 nm diapazone.

Charakteringiausios smailės gautos ties 8024 cm^{-1} , 8288 cm^{-1} , 8482 cm^{-1} . Pagal Sinelli [64], 800-2500 nm spektro diapazone vyrauja cukrus.

Gauti spektriniai matavimai apdoroti statistiniais-matematiniais metodais, šiuo atveju duomenys pateikti principinės komponentų analizės (PKA) būdu. 13 pav. matoma, kad 'Čelnočnaja' veislės spektrai patenka į atskirą grupę viršutiniame kairiajame kampe, 'Leningradskaja' ir 'Nimfa' yra apatiniame kairiajame kampe ir trijų pakartojimų spektrai yra išsidėstę gana toli vienas nuo kito. Didžioji dalis spektrų yra išsidėstę dešinėje pusėje ties centru.



14 pav. *Lonicera cearulla* veislių išsidėstymas principinių komponentų analizėje.

Gautus rezultatus palyginus su sacharidų dendrograma (8 pav.), galima daryti išvadą, kad 'Čelnočnaja' veislė išsiskyrė dėl didžiausio sacharozės kiekio, kurio buvo daugiausiai, palyginus su kitomis veislėmis. Toliau, analizuojant PKA, išsiskyrusi veislė 'Leningradszkaja', dendrogramoje ši veislė grupuota su 'Balalaika', tačiau pagal PKA 'Balalaika' nėra atsiskyrusi nuo kitų veislių. 'Eisbar' ir 'Vostorg', pagal dendrogramą, yra susijungusios į vieną grupę. Pagal PKA ir Sacharidų kiekio dendrogramą, likusios veislės turi panašų kiekį sacharidų. Norint nustatyti IR spektrų ir sacharidų sudėties priklausomybę, būtina atlikti daugiau tyrimų – tirti keletą metų derliaus uogas, užrašyti daugiau spektrų pakartojimų, nes uogos nėra homogeniškos, turi sėklelių ir nuo to priklauso spektrų pobūdis.

IŠVADOS

1. Ištyrus 11 veislių sausmedžio uogų mėginius, vidutinis aktyvusis rūgštingumas šviežiai sutrintų uogų buvo 3,12, bendrasis sausųjų medžiagų kiekis nuo 11,7 iki 18,5%, o tirpiųjų sausųjų medžiagų kiekis nuo 10,1 iki 16,1 °Brix. Vidutinis bendras fenolinių junginių kiekis buvo 492 mg/100g (31,6 mg/g SM), antocianinų 451 mg/100 g (29,2 mg/g SM). 'Morena' veislės uogose nustatytas didžiausias antocianinų (781 mg/100 g) ir bendras fenolinių junginių kiekis (799 mg/100 g), mažiausiai antocianinų (283 mg/100 g) ir fenolinių junginių (301 mg/100 g) sukauptė 'Vostorg' veislės uogos. Daugiausiai vitamino C nustatyta 'Pavlovskaja' ir 'Pereselenka' veislių uogų mėginiuose, daugiausiai gliukozės (3,4 g/100g uogų) ir fruktozės (3,27 g/100g uogų) sukauptė 'Leningradskaja' veislės uogos. Vidutinis gliukozės kiekis buvo 2,46, fruktozės 2,78 g/100g uogų, o sacharozė buvo nustatyta tik trijų veislių uogų mėginiuose (0,04 – 0,43 g/100g uogų). Tirtų veislių uogų etanoliniai ekstraktai pasižymėjo DPPH* radikalų sujungimo geba, per 30 minučių vidutiniškai sujungė 288 mgTE/100g.
2. Difuzijos į agarą metodu įvertintos uogų sulčių, uogų išspaudų etanolinių ekstraktų ir trintų uogų vandeninių ekstraktų antimikrobinės savybės prieš maisto gedimą sukeliančias bakterijas ir mieles. Mažiausiu aktyvumu pasižymėjo vandeniniai ekstraktai, jų slopinimo zonos buvo 0 – 9 mm, tik *B. Subtillis* buvo jautresnė ir sudarė 9 – 11 mm slopinimo zonos. Efektyviausiai tirtas bakterijų kultūras slopino uogų sultys, susidariusios slopinimo zonos buvo 14 – 28 mm. Mažiausiai jautri sulčių poveikiui buvo *Pseudomonas Aeruginosa*, jautriausia *Enterococcus faecalis*. Uogų išspaudos gali būti vertingas komponentas funkcinių maisto ingredientų gamyboje, todėl buvo tiriamos uogų išspaudų etanolinių ekstraktų antimikrobinės savybės – jų slopinimo zonų dydis 9 – 17 mm. *Escherichia Coli* buvo atspari 'Eisbar' ir 'Leningradskaja' veislių ekstraktams. Tirtos *Candida* ir *Saccharomyces cerevisiae* mielių padermės buvo atsparios visų tirtų mėginių poveikiui.
3. Išmatavus CIE L*a*b spalvos charakteristikas nustatyta, kad šviesiausios buvo 'Pereselenka' veislės uogos (L* 28,22), tamsiausios 'Nimfa' (L* 23,34), a* koordinatė didžiausia buvo 'Eisbar', 'Čelnočnaja' ir 'Pavlovskaja' veislių (10,2 – 10,3), didžiausia b* koordinatė nustatyta 'Pereselenka' uogose (5,33), o mažiausia - 'Balalaika' (1,23). Didžiausiu spalvos grynumu C (14,18) ir spalvos tonu h° (0,38) išsiskyrė 'Pereselenka' veislės uogos. IR spektruose 800-14000 nm diapazone registruotos smailės ties 8024, 8288 ir 8482 nm. Principinių komponentų analizė parodė, kad didžioji dauguma spektrų patenka į vieną grupę, atskirą kompaktišką grupę sudaro tik 'Čelnočnaja' veislės spektrai ir dar vieną grupę gana plačiai išsidėstę 'Leningradskaja' ir 'Nimfa' veislių spektrai.
4. Atlikta gautų duomenų statistinė analizė, sudarytos tirtų sausmedžio uogų veislių bendro sausųjų medžiagų ir tirpiųjų sausųjų medžiagų kiekio (1), bendro fenolinių junginių ir antocianinų bei radikalų sujungimo pajėgumo (2), sacharidų kiekio (3), pH ir vitamino C kiekio (4), vandeninių trintų uogų ekstraktų (5), uogų išspaudų etanolinių ekstraktų (6) ir sulčių (7) antimikrobinio aktyvumo hierarchinė klasterinė analizė, sudarant dendrogramas. Norint susieti cheminiais tyrimų metodais gautus rezultatus su spektrinėmis charakteristikomis, būtina atlikti daugiau tyrimų.

PADĖKA

Nuoširdžiai dėkoju magistro baigiamojo darbo vadovei Doc. dr. Inai Jasutienei už darbo temos idėją, palaikymą, pagalbą tyrimų vykdymo ir darbo rengimo metu.

Norėčiau padėkoti KTU Maisto instituto mokslininkams: dr. Antanui Šarkinui už pagalbą atliekant antimikrobinio aktyvumo tyrimus ir dr. Linai Traškelei atliekant spektrų PCA analizę.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. SEERAM, N.P., ADAMS, L.S., ZHANG, Y., LEE, R., SAND, D., SCHEULLER, H.S., HEBER, D.,. Black berry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry, and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human cancer cells in vitro. *J. Agric. Food Chem.* 2006; 54, 9329–9339.
2. OCHMIAN, I.; SMOLIK, M.; DOBROWOLSKA, A.; ROZWARSKI, R.; KOZOS, K.; CHEŁPIŃSKI, P.; OSTROWSKA, K. 2013. The influence of harvest date on fruit quality of several cultivars of blue honeysuckle berries.
3. SVARCOVA', I.; HEINRICH, J.; VALENTOVA', K. Berry fruits as a source of biologically active compounds: The case of *Lonicera caerulea*. *Biomed. Pap. Med. Fac. UniV. Palacky Olomouc Czech Repub.* 2008, 151, 163–174
4. SVARCOVÁ, I., HEINRICH, J., VALENTOVÁ, K.,. Berry fruits as a source of biologically active compounds: the case of *Lonicera caerulea*. *Biomed. Pap.* 2007; 151(2), pp. 163–174.
5. CHAOVANALIKIT, A., THOMPSON, M.M., WROLSTAD, R.E.,. Characterization and quantification of anthocyanins and polyphenolics in blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.). *J. Agric. Food Chem.*, 52, 2004; 848-852.
6. OCHMIAN, I., SKUPIEŃ, K., GRAJKOWSKI, J., SMOLIK, M., OSTROWSKA, K.,. Chemical composition and physical characteristics of fruits of two cultivars of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) in relation to their degree of maturity and harvest date. *Not. Bot. Hort. Agrobiol.*, 2012; 40(1), 155-162.
7. JURÍKOVÁ, T., ROP, O., MLČEK, J., SOCHOR, J., BALLA, S., SZEKERES, L., ET AL.,. Phenolic profile of edible honeysuckle berries (genus *Lonicera*) and their biological effects. *Molecules*, 2012; 17(1), 6179.
8. POKORNÁ-JURÍKOVÁ, T., MATUŠKOVIČ, J., 2007. The study of irrigation influence on nutritional value of *Lonicera kamtschatica* - cultivar Gerda 25 and *Lonicera edulis* berries under the Nitra conditions during 2001-2003. *Hort. Sci.*, 34 (1), 11-16.
9. OCHMIAN, I., GRAJKOWSKI, J., SKUPIEŃ, K.,. Yield and chemical composition of blue honeysuckle fruit depending on ripening time. *Bulletin UASVM Hort.* 2010, 67(1), 138-147.
10. OCHMIAN, I.; OSZMIANSKI, J.; SKUPIEŃ, K.,. Chemical composition, phenolics, and firmness of small black fruits. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 2009; no. 83, p. 64 – 69.
11. LIU C., ZHENG X., JIA S., DING N., GAO X. Comparative experiment on hot-air and microwave-vacuum drying and puffing of blue honeysuckle snack. *International Journal of Food Engineering*, 2009; pp. 1-9.
12. C. LIU, X. ZHENG, J. SHI, J. XUE, Y. LAN, S. JIS. Optimising microwave vacuum puffing for blue honeysuckle snacks. *International Journal of Food Science and Technology*, 2010; 45 (3) , pp. 506-511
13. BUENO, J. M., SAEZ-PLAZA, P., RAMOS-ESCUADERO, F., JIMENEZ, A. M., FETT, R. & ASUERO, A. G. Analysis and antioxidant capacity of anthocyanin pigments. Part II: chemical structure, color, and intake of anthocyanins. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 2012; 42, 126-151. <http://dx.doi.org/10.1080/10408347.2011.632314>
14. KHATTAB, R., GHANEM, A., & BROOKS, M. S. L. Stability of haskap berry (*Lonicera caerulea* L.) anthocyanins at different storage and processing conditions. *Journal of Food Research*, 2016; 5(6), 67-79.;

15. WANG, Y., ZHU, J., MENG, X., LIU, S., MU, J., & NING, C. Comparison of polyphenol, anthocyanin and antioxidant capacity in four varieties of *Lonicera caerulea* berry extracts. *Food chemistry*, 2016; 197, 522-529.
16. MATUŠKOVIČ, J.; JURÍKOVÁ, T.; JURÍK, I.; ŠIMKO, J.; GAZDÍK, Z.. Obsah antokyanov a vitamínu C v kolekcií genofondu 22 klonov *Lonicera kantschatica* (Sevast.) Pojark. Gerda/25. *Agriculture (Pol'nohospodarstvo)*, 2009; no. 55 (2), p. 88 – 94.
17. PALÍKOVÁ, I., HEINRICH, J., BEDNÁŘ, P., MARHOL, P., KŘEN, V., CVAK, L., ET AL. Constituents and antimicrobial properties of blue honeysuckle: a novel source for phenolic antioxidants. *J. Agric. Food Chem.* 2008, 56(24),11883-11889.
18. GIAMPIERI, F., TULIPANI, S., ALVAREZ-SUAREZ, J.M., QUILES, J.L., MEZZETTI, B., BATTINO, M.,. The strawberry: composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition*, 2012; 28, 919.
19. KUSZNIEREWICZ, B., PIEKARSKA, A., MRUGALSKA, B., KONIECZKA, P., NAMIEŚNIK, J., BARTOSZEK, A.,. Phenolic composition and antioxidant properties of Polish blue-berried honeysuckle genotypes by HPLC-DAD- MS, HPLC postcolumn derivatization with ABTS or FC, and TLC with DPPH visualization. *J. Agric. Food Chem.*, 2012; 60, 1755-1763.
20. SZAKIEL, A., PĄCZKOWSKI, C., HUTTUNEN, S., 2012a. Triterpenoid content of berries and leaves of bilberry *Vaccinium myrtillus* from Finland and Poland. *J. Agric. Food Chem.*, 60, 11839-11849.
21. SZAKIEL, A., PĄCZKOWSKI, C., KOIVUNIEMI, H., HUTTUNEN, S.,. Comparison of the triterpenoid content of berries and leaves of lingonberry *Vaccinium vitis-idaea* from Finland and Poland. *J. Agric. Food Chem.*, 2012b; 60, 4994-5002.
22. WOJDYŁO, A., JÁUREGUI, P.N.N., CARBONELL-BARRACHINA, Á.A., OSZMIAŃSKI, J., GOLIS, T. Variability of phytochemical properties and content of bioactive compounds in *Lonicera caerulea* L. var. *kantschatica* berries. *J. Agric. Food Chem.*, 2013; 61, 12072–12084.
23. HEDIN, P.A., PHILLIPS, V.A.,. Volatile constituents from honeysuckle aphids, *Hyadaphis tataricae* and the honeysuckle, *Lonicera* spp. Search for assembling pheromones. *J. Agric. Food Chem.*, 1991; 39, 1304-1306.
24. FARCASANU, I. C., GRUIA, M. I., PARASCHIVESCU, C., OPREA, E., & BACIU, I. Ethanol extracts of *Lonicera caerulea* and *Sambucus nigra* berries exhibit antifungal properties upon heat-stressed *Saccharomyces cerevisiae* cells. *Revista de Chimie*, 2006; 57(1), 79-81.
25. GRUIA, M. I., OPREA, E., GRUIA, I., NEGOITA, V., & FARCASANU, I. C. Correction: Gruia, M.-I. et al. The Antioxidant Response Induced by *Lonicera caerulea* Berry Extracts in Animals Bearing Experimental Solid Tumors. *Molecules* 2008, 13, 1195-1206. *Molecules*, 14(2), 893.
26. Z. ZORENC, R. VEBERIC, F. STAMPAR, D. KORON, M. MIKULIC-PETKOVSEK. Changes in berry quality of northern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) during the harvest season. *Turk. J. Agric. For.*, 40, 2016; pp. 855-864
27. BECKER R., SZAKIEL A., 2018. Phytochemical characteristics and potential therapeutic properties of blue honeysuckle *Lonicera caerulea* L. (Caprifoliaceae). *Journal of Herbal Medicine* 2018, <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2018.10.002>
28. SENICA, MATEJA, FRANCI STAMPAR, AND MAJA MIKULIC PETKOVSEK. "Different extraction processes affect the metabolites in blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L. subsp. *edulis*) food products." *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 43.6, 2019; 576-585.
29. (Gato ir kt., 2013).

30. RYU, KEUN HO, ET AL. "Anti-inflammatory and analgesic activities of SKLJI, a highly purified and injectable herbal extract of *Lonicera japonica*." *Bioscience, biotechnology, and biochemistry* 74.10, 2010; 2022-2028.
31. N.Z. YASSIN, F.R. MELEK, M.A. SELIM, I.A.A. KassemPharmacological activities of saponin containing fraction derived from *Gleditsia caspica* Defs. methanolic fruit extract. *Pharmacol. Lett.*, 5, 2013, pp. 247-253
32. OSZMIAŃSKI, JAN, AND ALICJA Z. KUCHARSKA. "Effect of pre-treatment of blue honeysuckle berries on bioactive iridoid content." *Food chemistry* 240, 2018; 1087-1091.
33. BECKER, RAFAŁ, AND ANNA SZAKIEL. "Phytochemical characteristics and potential therapeutic properties of blue honeysuckle *Lonicera caerulea* L.(Caprifoliaceae)." *Journal of Herbal Medicine* 16, 2019; 100237.
34. HAMINIUK, C. W. I., MACIEL, G. M., PLATA-OVIEDO, M. S. V., & PERALTA, R. M. . *Phenolic compounds in fruits - an overview. International Journal of Food Science & Technology*, 2012; 47(10), 2023–2044. doi:10.1111/j.1365-2621.2012.03067.x
35. RISPAIL, NICOLAS, PHILLIP MORRIS, AND K. JUDITH WEBB. "Phenolic compounds: extraction and analysis." *Lotus japonicus handbook*. Springer, Dordrecht, 2005. 349-354.
36. NACZK, MARIAN, AND FERREIDON SHAHIDI. "Extraction and analysis of phenolics in food." *Journal of chromatography A* 1054.1-2 , 2004; 95-111.
37. BALASUNDRAM, NAGENDRAN, KALYANA SUNDRAM, AND SAMIR SAMMAN. "Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses." *Food chemistry* 99.1, 2006; 191-203.
38. THÉRIAULT, MYLÈNE, ET AL. "Antioxidant, antiradical and antimutagenic activities of phenolic compounds present in maple products." *Food chemistry* 98.3, 2006; 490-501.
39. KUROSUMI, AKIHIRO, ET AL. "Novel extraction method of antioxidant compounds from *Sasa palmata* (Bean) Nakai using steam explosion." *Process Biochemistry* 42.10, 2007; 1449-1453.
40. BERNER ANDRÉE SANDOVAL-RAMÍREZ, ÚRSULA CATALÁN, SARA FERNÁNDEZ-CASTILLEJO, LAURA RUBIÓ, ALBA MACIÀ AND ROSA SOLÀ. Anthocyanin Tissue Bioavailability in Animals: Possible Implications for Human Health. A Systematic Review. *J. Agric. Food Chem.*, 2018; 66, 44, 11531–11543 doi.org/10.1021/acs.jafc.8b04014
41. RUPASINGHE, HP VASANTHA, ET AL. "The potential health benefits of haskap (*Lonicera caerulea* L.): Role of cyanidin-3-O-glucoside." *Journal of Functional Foods* 44 (2018): 24-39.
42. RUPASINGHE, HP VASANTHA, and Niroshaathevi Arumuggam. "Health benefits of anthocyanins." *Anthocyanins from Natural Sources*. 2019. 121-158.
43. MOLINA, A.K.; VEGA, E.N.; PEREIRA, C.; DIAS, M.I.; HELENO, S.A.; RODRIGUES, P.; FERNANDES, I.P.; BARREIRO, M.F.; KOSTIĆ, M.; SOKOVIĆ, M.; BARREIRA, J.C.M.; BARROS, L.; FERREIRA, I.C.F.R. Promising Antioxidant and Antimicrobial Food Colourants from *Lonicera caerulea* L. var. *Kamtschatica*. *Antioxidants* 2019, 8, 394. <https://doi.org/10.3390/antiox8090394>
44. AL-ZOREKY, N. S. "Antimicrobial activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit peels." *International journal of food microbiology* 134.3, 2009; 244-248.
45. B. K. TIWARI, V.P. VALDRAMIDIS, C. P. O'DONELL, K. MUTHUKUMARAPPAN, P. BOURKE, P. J. CULLEN. Application of natural antimicrobials for food preservation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 2009; pp.5987-6000

46. RAUHA, JUSSI-PEKKA, ET AL. "Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds." *International journal of food microbiology* 56.1, 2000; 3-12.
47. CISOWSKA, AGNIESZKA; WOJNICZ, DOROTA; HENDRICH, ANDRZEJ B.. *Anthocyanins as Antimicrobial Agents of Natural Plant Origin. Natural Product Communications*, 6(1), 2011; 1934578X1100600–. doi:10.1177/1934578x1100600136
48. AUZANNEAU, N.; WEBER, P.; KOSIŃSKA-CAGNAZZO, A.; ANDLAUER, W. Bioactive compounds and antioxidant capacity of *Lonicera caerulea* berries: Comparison of seven cultivars over three harvesting years. *J. Food Compos. Anal.* 2018, 66, 81–89.
49. GERBRANDT, E.M.; BORS, R.H.; MEYER, D.; WILEN, R.; CHIBBAR, R.N. Fruit quality of Japanese, Kuril and Russian blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) germplasm compared to blueberry, raspberry and strawberry. *Euphytica* 2020, 216, 59.
50. RUPASINGHE, H.P.V.; BOEHM, M.A.; SEKHON-LOODU, S.; PARMAR, I.; BORS, B.; JAMIESON, A.R. Anti-inflammatory activity of haskap cultivars is polyphenols-dependent. *Biomolecules* 2015, 5, 1079–1098.
51. RAUDSEPP, P.; ANTON, D.; ROASTO, M.; MEREMÄE, K.; PEDASTSAAR, P.; MÄESAAR, M.; RAAL, A.; LAIKOJA, K.; PÜSSA, T. The antioxidative and antimicrobial properties of the blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.), Siberian rhubarb (*Rheum rhaponticum* L.) and some other plants, compared to ascorbic acid and sodium nitrite. *Food Control* 2013, 31, 129–13
52. CHEN, L.; XIN, X.; LAN, R.; YUAN, Q.; WANG, X.; LI, X. Isolation of cyanidin 3-glucoside from blue honeysuckle fruits by high-speed counter-current chromatography. *Food Chem.* 2014, 152, 386–390.
53. PLEKHANOVA, M.N.; STRELTSYNA, S.A. Fruit chemical composition of *Lonicera* subsect. *Caerulea* (Caprifoliaceae) species. *For. Stud.* 1998, 30, 143–146.
54. GOŁBA, M.; SOKÓŁ-ŁĘTOWSKA, A.; KUCHARSKA, A.Z. Health properties and composition of honeysuckle berry *Lonicera caerulea* L. An update on recent studies. *Molecules* 2020, 25, 749.
55. MAŁODOBRY, M.; BIENIASZ, M.; DZIEDZIC, E. Evaluation of the yield and some components in the fruit of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* var. *edulis* Turcz. Freyn). *Folia Hortic.* 2010, 22, 45–50.
56. RENEE MILLER. Honeysuckle Toxicity. National Capital Poison Control Center. 2008.
57. KIM H.S., PARK S., CHOI S. H., SONG C. H, PARK S. J., SHIN Y. K., et al. Single Oral Dose Toxicity Test of Blue Honeysuckle Concentrate in Mice. *Toxicological Research*, 2015; vol. 31, no. 1, pp. 61–68.
58. LOWRY, J. B., AND E. A. SUMPTER.. Problems with terbium precipitation as a method for determination of plant phenolics. *J. Sci. Food Agric.* 1990;52:287
59. PLEKHANOVA, M.N.; STRELTSYNA, S.A. Fruit chemical composition of *Lonicera* subsect. *Caerulea* (Caprifoliaceae) species. *For. Stud.* 1998, 30, 143–146
60. ARMENTA, S., & DE LA GUARDIA, M. Green spectroscopy: a scientometric picture. *Spectroscopy Letters*, 2009; 42(6-7), 277-283.
61. ŠIKŠNIS, E. (2013). Valdomo RGBY apšvietimo sistemos kokybės tyrimas
62. LEIVA-VALENZUELA, G. A., LU, R., & AGUILERA, J. M. Assessment of internal quality of blueberries using hyperspectral transmittance and reflectance images with whole spectra or selected wavelengths. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2014; 24, 2-13.

63. SINELLI, N., SPINARDI, A., DI EGIDIO, V., MIGNANI, I., CASIRAGHI, E. Evaluation of quality and nutraceutical content of blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) by near and mid-infrared spectroscopy. *Postharvest Biol. Technol.* 2008; 50, 31–36.
64. GUIDETTI, R., BEGHI, R., BODRIA, L., SPINARDI, A., MIGNANI, I., FOLINI, L.,. Prediction of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) ripeness by a portable Vis-NIR device. IX International *Vaccinium* Symposium 2009; 810, 877–885.
65. LAM, H. S., PROCTOR, A., HOWARD, L., & CHO, M. J. Rapid fruit extracts antioxidant capacity determination by Fourier transform infrared spectroscopy. *Journal of Food Science*, 2005; 70(9), C545-C549.
66. . KALLITHRAKA S,A LIAJ L,MAKRIS DP, KEFALAS P.. Anthocyanin profiles of major red grape (*Vitis vinifera* L.) varieties cultivated in Greece and their relationship with *in vitro* antioxidant characteristics. *Intl J Food Sci Tech* 2009; 44(12):2385–93
67. LAM, H. S., PROCTOR, A., HOWARD, L., & CHO, M. J. Rapid fruit extracts antioxidant capacity determination by Fourier transform infrared spectroscopy. *Journal of Food Science*, 2005; 70(9), C545-C549.
68. ARROBAS, B. G., CIACCHERI, L., MENCAGLIA, A. A., RODRIGUEZ-PULIDO, F. J., STINCO, C., GONZÁLEZ-MIRET, M. L., MIGNANI, A. G. Raman spectroscopy for analyzing anthocyanins of lyophilized blueberries. In *2015 IEEE SENSORS* (pp. 1-4). 2015;.
69. DING, H. B.; XU, R. J. Differentiation of beef and kangaroo meat by visible/near-infrared reflectance spectroscopy. *Journal of Food Science*, 1999, 64.5: 814-817.
70. ALISHAHI A., FARAHMAND H., PRIETO N., COZZOLINO D. Identification of transgenic foods using NIR spectroscopy: a review. *Spectrochimica Acta A*, 2010; 75 (1), 1–7.
71. HERNÁNDEZ GÓMEZ A, HE Y., GARCÍA PEREIRA A. Non-destructive measurement of acidity, soluble solids and firmness of Satsuma mandarin using Vis/NIR-spectroscopy techniques. *Journal of Food Engineering*, 2006; 77 (2) 313–319.
72. LIU Y., SUN X., OUYANG A. Nondestructive measurement of soluble solid content of navel orange fruit by visible–NIR spectrometric technique with PLSR and PCA-BPNN. *LWT - Food Science and Technology*, 2010; 43, 602–607.
73. SIRISOMBOON P., TANAKA M., FUJITA S., KOJIMA T. Evaluation of pectin constituents of Japanese pear by near infrared spectroscopy. *Journal of Food Engineering*, 2007; 78 (2), 701–707.
74. CAYUELA J.A., WEILAND C. Intact orange quality prediction with two portable NIR spectrometers. *Postharvest Biology and Technology*, 2010; 58 (2) 113–120.
75. REID L.M., WOODCOCK T, O_DONNELL C.P, KELLY J.D., DOWNEY G. Differentiation of apple juice samples on the basis of heat treatment and variety using chemometric analysis of MIR and NIR data. *Food Research International*, 2005; 38 (10) 1109–1115
76. BECKLES D.M. Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 2012; 63 (1) 129-140
77. WEDDING B.B., WRIGHT C., GRAUF S., WHITE R.D., TILSE B., GADEK P. Effects of seasonal variability on FT-NIR prediction of dry matter content for whole Hass avocado fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 2013; 75, 9-16.
78. LI J., HUANG W., ZHAO C, ZHANG B. A comparative study for the quantitative determination of soluble solids content, pH and firmness of pears by Vis/NIR spectroscopy. *Journal of Food Engineering*, 2013; 116(2), 324-332.

79. XIE L., YE X., LIU D., YING Y. Quantification of glucose, fructose and sucrose in bayberry juice by NIR and PLS. *Food Chemistry*, 2009; 114 (3) 1135-1140
80. HUANG H., YU H., XU H., YING Y. Near infrared spectroscopy for on/in-line monitoring of quality in foods and beverages: A review. *Journal of Food Engineering*, 2008; 87 (3) 303–313.
81. WILLIAMS A. A., ROGERST C. A., COLLINS A. J. Relating chemical/physical and sensory data in food acceptance studies. *Food Quality and Preference*, 1988; 1 (1) 25-31.
82. LIANG, Z., SANG, M., FAN, P., WU, B., WANG, L., YANG, S., & LI, S. CIELAB coordinates in response to berry skin anthocyanins and their composition in *Vitis*. *Journal of food science*, 2011; 76(3), C490-C497.
83. GÓMEZ-POLO, C., MUÑOZ, M. P., LUENGO, M. C. L., VICENTE, P., GALINDO, P., & CASADO, A. M. M. Comparison of the CIELab and CIEDE2000 color difference formulas. *The Journal of prosthetic dentistry*, 2016, 115(1), 65-70.
84. KIM, S.W., MIN, S.R., KIM, J., PARK, S.K., KIM, T.I., LIU, J.R., Rapid discrimination of commercial strawberry cultivars using Fourier transform infrared spectroscopy data combined by multivariate analysis. *Plant Biotechnology Reports*, 2009; 3, 87–93.
85. NIU, X. Y., SHAO, L. M., ZHAO, Z. L., ZHANG, X. Y.,. Nondestructive discrimination of strawberry varieties by NIR and BP-ANN. *Spectrosc. Spectr. Anal.* 32, 2012; 2095–2099.
86. SÁNCHEZ, M. T., DE LA HABA, M. J., BENÍTEZ-LÓPEZ, M., FERNÁNDEZ-NOVALES, J., GARRIDO-VARO, A., & PÉREZ-MARÍN, D. (). Non-destructive characterization and quality control of intact strawberries based on NIR spectral data. *Journal of Food engineering*, 2012; 110(1), 102-108.
87. . GIOVANNINI IR KT. (), GIOVANNINI, D., QUACQUARELLI, I., RANIERI, M., FAEDI, W., 2014. Feasibility study of NIR application to strawberry internal fruit quality traits. VII International Strawberry Symposium, 2014; 1049, 947–954.
88. ŠARKINAS, A., & JASUTIENĖ, I. (). Bakterijų ir mielių testavimo kultūrų ląstelių jautrumas uogų etanolinių ir vandeninių ekstraktų bei sulčių priedams. *Veterinarija ir zootechnika*, 2007; 37(59).
89. ZHANG, M., LI, C., YANG, F. Optical properties of blueberry flesh and skin and Monte Carlo multi-layered simulation of light interaction with fruit tissues. *Postharvest Biol. Technol.* 2019; 150, 28–41
90. .REIN, MAARIT J.; HEINONEN, MARINA. Stability and Enhancement of Berry Juice Color. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2004; 52(10), 3106–3114. doi:10.1021/jf035507i
91. LI, X.L., HE, Y., 2006. Non-destructive measurement of acidity of Chinese bayberry using Vis/NIRS techniques. *Eur. Food Res. Technol.* 223, 731–736
92. COZZOLINO, D., CYNKAR, W.U., SHAH, N., SMITH, P.,. Multivariate data analysis applied to spectroscopy: potential application to juice and fruit quality. *Food Res. Int.*, 2011; 44, 1888–1896.
93. MAGWAZA, L.S., OPARA, U.L., NIEUWOUDT, H., CRONJE, P.J.R., SAEYS, W., NICOLAI, B.,. NIR spectroscopy applications for internal and external quality analysis of citrus fruit-a review. *Food Bioprocess Technol.* 2012; 5, 425–444.
94. MANLEY, M., JOUBERT, E., MYBURGH, L., LOTZ, E., KIDD, M.,. Prediction of soluble solids content and post-storage internal quality of Bulida apricots using near infrared spectroscopy. *J. Near Infrared Spectrosc.* 2007; 15, 179–188.

95. MCCLURE, W.F. Near-infrared spectroscopy—The giant is running strong. *Anal. Chem.* 1994, 66, A43–A53.
96. MARTINSEN, P.; SCHAARE, P. Measuring soluble solids distribution in kiwifruit using near-infrared imaging spectroscopy. *Postharvest Biol. Technol.* 1998, 14, 271–281.
97. SHAN, J.; PENG, Y.; WANG, W.; LI, Y.; WU, J.; ZHANG, L. Simultaneous detection of external and internal quality parameters of apples using hyperspectral technology. *Trans. CSAM* 2011, 42, 140–144.
98. NICOLAI, B.M., BEULLENS, K., BOBELYN, E., PEIRS, A., SAEYS, W., THERON, K.I., LAMMERTYN, J.,. Nondestructive measurement of fruit and vegetable quality by means of NIR spectroscopy: a review. *Postharvest Biol. Technol.* 2007; 46, 99–118.
99. PISSARD, A.; PIERNA, J.A.F.; BAETEN, V.; SINNAEVE, G.; LOGNAY, G.; MOUTEAU, A.; DUPONT, P.; RONDIA, A.; LATEUR, M. Non-destructive measurement of vitamin c, total polyphenol and sugar content in apples using near-infrared spectroscopy. *J. Sci. Food Agric.* 2013, 93, 238–244.
100. BEGHI, R., GIOVENZANA, V., SPINARDI, A., GUIDETTI, R., BODRIA, L., OBERTI, R.,. Derivation of a blueberry ripeness index with a view to a low-cost, handheld optical sensing device for supporting harvest decisions. *Trans. ASABE* 56, 2013; 1551–1559.
101. C. TANG, W.S. LEE AND J.G. WILLIAMSON, “Classification of blueberry fruit and leaves based on spectral signatures”, *Biosystems Engineering*, 2012; vol. 113, pp. 351-362,
102. FERRARO, J. R. *Introductory raman spectroscopy*, 2003. Elsevier.
103. LARKIN, P.J. . *Infrared and Raman Spectroscopy: Principles and Spectral Interpretation*. New York: Elsevier, 2011.
104. MUSINGARABWI, D. M., NIEUWOUDT, H. H., YOUNG, P. R., EYÉGHÈ-BICKONG, H. A., & VIVIER, M. A. A rapid qualitative and quantitative evaluation of grape berries at various stages of development using Fourier-transform infrared spectroscopy and multivariate data analysis. *Food chemistry*, 2016; 190, 253-262.
105. NGUYEN DO TRONG, N., ERKINBAEV, C., TSUTA, M., DE BAERDEMAEKER, J., NICOLAÏ, B., SAEYS, W. Spatially resolved diffuse reflectance in the visible and near-infrared wavelength range for non-destructive quality assessment of ‘Braeburn’ apples. *Postharvest Biol. Technol.*, 2014a. 91, 39–48
106. NGUYEN DO TRONG, N., RIZZOLO, A., HERREMANS, E., VANOLI, M., CORTELLINO, G., ERKINBAEV, C., TSUTA, M., SPINELLI, L., CONTINI, D., TORRICELLI, A., VERBOVEN, P., DE BAERDEMAEKER, J., NICOLAÏ, B., SAEYS, W., Optical properties–microstructure–texture relationships of dried apple slices: spatially resolved diffuse reflectance spectroscopy as a novel technique for analysis and process control. *Innovative Food Sci. Emerg. Technol.* 2014b; 21, 160–168.
107. STUART, B. Infrared spectroscopy. *Kirk-Othmer encyclopedia of chemical technology*, 2000.
108. DEINEKA, V.I.; SOROKOPUDOV, V.N.; DEINEKA, L.A.; SHAPOSHNIK, E.I.; KOLTSOV, S.V. Anthocyanins from Fruit of Some Plants of the Caprifoliaceae Family. *Chemistry of Natural Compounds* 2005, 41, 162–164.
109. ROBBINS, R.J. Phenolic Acids in Foods: An *Overview of Analytical Methodology*. 2003, 51, 2866–2887.
110. STALIKAS, C.D. Review: Extraction, Separation, and Detection Methods for Phenolic Acids and Flavonoids. *Journal of Separation Science* 2007, 30, 3268–3295.

111. RIVAL, G.S.; BOERIU, C.G.; WICHERS, H.J. Caseins and Casein Hydrolysates. 2. Antioxidative Properties and Relevance to Lipoxygenase Inhibition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2001, 49, 295–302.
112. SANCHEZ-MORENO, C.; LARRAURI, J.A.; SAURA-CALIXTO, F.A. Procedure to Measure the Antiradical Efficiency of Polyphenols. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 1998, 76, 270–276.
113. GOMEZ-MIGUEZ M, GONZALEZ-MIRET ML, HEREDIA FJ. Evolution of colour and anthocyanin composition of Syrah wines elaborated with pre-fermentative cold maceration. *J Food Eng*, 2007; 79(1):271–8.
114. KALLITHRAKA S, A LIAJ L, MAKRIS DP, KEFALAS P. Anthocyanin profiles of major red grape (*Vitis vinifera L.*) varieties cultivated in Greece and their relationship with *in vitro* antioxidant characteristics. *Intl J Food Sci Tech*, 2009; 44(12):2385–93.
115. DANILČENKO, Honorata, et al. Instrumentinè ir juslinè maisto produktų analizè. 2012.
116. AOAC,. Official Methods of Analyses. Washington, Association of Official Analytical Chemists, DC. 1990

PUBLIKACIJOS

1. Česonienė, Laima; Labokas, Juozas; Jasutienė, Ina; Šarkinas, Antanas; Kaškonienė, Vilma; Kaškonas, Paulius; Kazernavičiūtė, Rita; Pažereckaitė, Aistė; Daubaras, Remigijus. Bioactive compounds, antioxidant, and antibacterial properties of *Lonicera caerulea* berries: evaluation of 11 cultivars// *Plants*. Basel :MDPI. ISSN 2223-7747. 2021, vol. 10, iss. 4, art. no. 624, p. 1-15. DOI: 10.3390/plants10040624.
2. Pažereckaitė, Aistė; Jasutienė, Ina; Šarkinas, Antanas; Česonienė, Laima. Antimicrobial activity and composition of different cultivars of Honeysuckle Berry *Lonicera caerulea* L. // *Proceedings: IECPS 2020: the 1st international electronic conference on plant science*, 01-15 December 2020, online. Basel : MDPI. ISSN 2504-3900. 2020, vol. 00, p. 1-9. DOI: 10.3390/IECPS2020-08626.