



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

**Augalinių ekstraktų poveikis kokybiniam valgomosios
morkos šakniavaisių rodikliams ir ligotumui sandėliavimo
metu**

Baigiamasis magistro projektas

Aira Rudinskaitė

Projekto autorė

Doc. dr. Ilona Jonuškienė

Vadovė

Kaunas, 2024



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

**Augalinių ekstraktų poveikis kokybiniams valgomosios
morkos šakniavaisių rodikliams ir ligotumui sandėliavimo
metu**

Baigiamasis magistro projektas

Pramoninė biotechnologija (6211FX010)

Aira Rudinskaitė

Projekto autorė

Doc. dr. Ilona Jonuškienė

Vadovė

J. m. d. Simona Chrapačienė

Konsultantė

Doc. dr. Birutė Sapijanskaitė-Banevič

Recenzentė

Kaunas, 2024



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Aira Rudinskaitė

Augalinių ekstraktų poveikis kokybiniams valgomosios morkos šakniavaisių rodikliams ir ligotumui sandėliavimo metu

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

1. baigiamąjį projektą parengiau savarankiškai ir sąžiningai, nepažeisdama(s) kitų asmenų autorius 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.

Aira Rudinskaitė

Patvirtinta elektroniniu būdu

Rudinskaitė, Aira. Augalinių ekstraktų poveikis kokybiniams valgomosios morkos šakniavaisių rodikliams ir ligotumui sandėliavimo metu. Magistro baigiamasis projektas / vadovė doc. dr. Ilona Jonuškienė; Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas; konsultantė j. m. d. Simona Chrapačienė; Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centras, Sodininkystės ir daržininkystės institutas.

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

Reikšminiai žodžiai: morka, augaliniai ekstraktai, kokybiniai rodikliai, sandėliavimas.

Kaunas, 2024. 62 p.

Santrauka

Valgomoji morka (*Daucus carota* L.) yra itin jautrus augalas, kurio kokybei bei derliaus kiekybei didelę įtaką daro intensyvus dirvožemio alinimas dėl sparčiai augančios daržo augalų paklausos. Be to, neišvengiamai neigiamą įtaką daro patogeniniai grybai, galintys pažeisti augalą augimo, derliaus nuėmimo ir laikymo metu. Morkų šakniavaisių derliaus nuostoliai dėl infekcijų plitimo sandėliavimo metu gali siekti net 50 %. *Alternaria*, *Sclerotinia*, *Rhizoctonia* ir *Botrytis* spp. yra ekonomiškai reikšmingi patogenai, sukeltys morkų juodąjį, pilkąjį ir baltąjį puvinį bei rizoktoniozę. Dažnu atveju augalų apsaugai nuo patogeninių grybų yra naudojami cheminiai fungicidai, tačiau pastaruoju metu jų naudojimas palaipsniui mažėja dėl daromos neigiamos įtakos gamtai ir žmonių sveikatai. Šis tyrimas atliktas siekiant išsiaiškinti augalinių priemonių poveikį morkų šakniavaisių ligotumui sandėliavimo metu bei įvertinti augalinių priemonių įtaką kokybiniams morkų šakniavaisių rodikliams. Biologinei kontrolei įvertinti naudotos trys augalinės priemonės: vaistinio čiobrelio eterinis aliejus (100 µL/L), vaistinio čiobrelio-vaistinio isopo ekstraktas (100 mL/L) bei kvapniojo gvazdikmedžio-kilniojo lauramedžio ekstraktas (11 mL/L). Nustatyta, kad septintąją vertinimo savaitę vaistinio čiobrelio eterinis aliejus ir vaistinio čiobrelio-vaistinio isopo ekstraktas esmingai sumažino infekcijų, sukeliančių morkų šakniavaisių svorio nuostolius, atsiradimą. Norint įvertinti augalinių priemonių įtaką kokybiniams rodikliams, atlikta spalvos ir tekstūros analizė, biocheminė analizė įskaitant bendros cukrų, askorbo rūgšties, sausų medžiagų, karotenoidų koncentracijos, bendros fenolinių junginių koncentracijos ir antioksidacinio aktyvumo nustatymą. Nustatyta, kad augalinių priemonių naudojimas turėjo menką įtaką morkų šakniavaisių spalvos ir tekstūros pokyčiams. Tačiau vaistinio čiobrelio eterinis aliejus bei vaistinio čiobrelio-vaistinio isopo ir kvapniojo gvazdikmedžio-kilniojo lauramedžio ekstraktai sumažino bendrą cukrų koncentraciją morkų šakniavaisiuose, o vaistinio čiobrelio eterinis aliejus padidino askorbo rūgšties koncentraciją. Tirti augaliniai ekstraktai ir eterinis aliejus didino karotenoidų ir sausų medžiagų koncentraciją, antioksidacinį aktyvumą ir bendrą fenolinių junginių koncentraciją morkų šakniavaisiuose. Atlikti tyrimai parodė, kad augaliniai ekstraktai ir eterinis aliejus gali tapti efektyvia priemone prailginančia morkų šakniavaisių išsilaikymą ir aukštą kokybę sandėliavimo metu.

Rudinskaitė, Aira. Effect of plant extracts on qualitative parameters and morbidity of carrot roots during storage. Master's Final Degree Project/ supervisor Assoc. Prof. dr. Ilona Jonuškienė; Faculty of Chemical Technology, Kaunas University of Technology; consultant researcher Simona Chrapačienė; Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry, Institute of Horticulture.

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

Keywords: carrot, plant extracts, qualitative parameters, storage.

Kaunas, 2024. 62.

Summary

Carrot (*Daucus carota* L.) is a susceptible plant whose quality and yield are strongly influenced by intensive soil degradation due to the rapidly growing demand for horticultural crops. In addition, pathogenic fungi, which can infect the plant during growth, harvest, and storage, inevitably have a negative impact. Carrot yield losses due to the spread of infections during storage can be as high as 50%. *Alternaria*, *Sclerotinia*, *Rhizoctonia*, and *Botrytis* spp. are economically important pathogens that cause carrot black, gray and white rot and rhizoctoniosis. Chemical fungicides are often used to protect plants from pathogenic fungi, but recently, their use has been gradually decreasing due to the negative impact on nature and human health. This study was carried out to find out the effect of plant extracts on the morbidity of carrot roots during storage and to evaluate the influence of plant extracts on the quality indicators of carrot roots. Three plant substances were used for biological control: thyme essential oil (100 µL/L), thyme-hyssop extract (100 mL/L), and clove-laurel extract (11 mL/L). In the seventh week of evaluation, thyme essential oil and thyme-hyssop extract were found to significantly reduce the occurrence of infections causing weight loss in carrot roots. To assess the influence of plant substances on qualitative indicators, colour and texture analysis, biochemical analyses such as the determination of sugars, ascorbic acid, carotenoids, dry matter, total phenolic content, and determination of antioxidant activity were carried out. The use of plant substances was found to have little effect on changes in the colour and texture of carrot roots. Still, thyme essential oil and extracts of thyme-hyssop and clove-laurel reduced the total sugar concentration in carrot roots, while thyme essential oil increased ascorbic acid concentration. The studied plant extracts and essential oil increased the concentration of carotenoids and dry matter, antioxidant activity, and total phenolic content in carrot roots. The study showed that plant extracts and essential oil can become an effective tool for extending the shelf-life and ensuring the high quality of carrot roots during storage.

Turinys

Lentelių sąrašas	8
Paveikslų sąrašas	9
Santrumpų ir terminų sąrašas	10
Įvadas.....	11
1. Literatūros apžvalga	12
1.1. Valgomosios morkos svarba.....	12
1.2. Valgomosios morkos biocheminė sudėtis	12
1.2.1. Karotenoidai	13
1.2.2. Fenoliniai junginiai.....	14
1.2.3. Askorbo rūgštis.....	14
1.3. Morkų šakniavaisių kokybiniai rodikliai.....	15
1.3.1. Morkų šakniavaisių kokybę lemiantys veiksniai.....	16
1.3.2. Morkų šakniavaisių sandėliavimas.....	17
1.4. Patogeninių grybų įtaka morkų šakniavaisiams sandėliavimo metu.....	18
1.4.1. <i>Alternaria</i> spp.....	18
1.4.2. <i>Sclerotinia</i> spp.....	19
1.4.3. <i>Rhizoctonia</i> spp.....	19
1.4.4. <i>Botrytis</i> spp.....	19
1.5. Morkų šakniavaisių ligų kontrolė sandėliavimo metu.....	20
1.5.1. Vaistinio čiobrelio eterinis aliejus ir ekstraktas.....	21
1.5.2. Vaistinio isopo ekstraktas.....	22
1.5.3. Kvapniojo gvazdikmedžio ekstraktas.....	22
1.5.4. Kilniojo lauramedžio ekstraktas	23
1.5.5. Biocheminės morkų šakniavaisių sudėties analizė.....	23
1.6. Literatūros apžvalgos apibendrinimas.....	24
2. Medžiagos ir tyrimo metodai.....	25
2.1. Tyrimų atlikimo vieta	25
2.2. Tyrimų objektas ir medžiagos	25
2.3. Tyrimų metu naudoti reagentai	25
2.4. Tyrimų metu naudota aparatūra.....	25
2.5. Tyrimo etapai.....	26
2.6. Eterinių aliejų ir ekstraktų gamyba.....	27
2.6.1. Vaistinio čiobrelio eterinio aliejaus išskyrimas.....	27
2.6.2. Vaistinio čiobrelio ir vaistinio isopo ekstraktų išskyrimas.....	28
2.6.3. Kvapniojo gvazdikmedžio ir kilniojo lauramedžio ekstraktų išskyrimas	28
2.7. Morkų šakniavaisių plovimas augalinėmis priemonėmis ir sandėliavimas	28
2.8. Morkų šakniavaisių spalva ir tekstūra	30
2.9. Biocheminės morkų šakniavaisių sudėties analizė.....	30
2.9.1. Cukrų kiekybinis nustatymas	30
2.9.2. Askorbo rūgšties kiekybinis nustatymas	31
2.9.3. Karotenoidų kiekybinis nustatymas	31
2.9.4. Sausų medžiagų kiekybinis nustatymas	32
2.9.5. Antioksidacinio aktyvumo nustatymas spektrofotometriniu ABTS metodu.....	32
2.9.6. Antioksidacinio aktyvumo nustatymas spektrofotometriniu DPPH metodu.....	33

2.9.7. Bendros fenolinių junginių koncentracijos nustatymas su Folin-Ciocalteu reagentu	34
2.10. Tyrimo duomenų apdorojimas	34
3. Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas.....	35
3.1. Augalinėmis priemonėmis plautų morkų šakniavaisių sandėliavimas	35
3.1.1. Sveikų morkų šakniavaisių svorio pokytis	35
3.1.2. Pažeistų morkų šakniavaisių svorio pokytis.....	36
3.1.3. Morkų šakniavaisių ligotumo įvertinimas	38
3.2. Morkų šakniavaisių tekstūra ir spalva	39
3.2.1. Morkų šakniavaisių spalva	39
3.2.2. Morkų šakniavaisių tekstūra.....	41
3.3. Biocheminės morkų šakniavaisių sudėties analizė.....	41
3.3.1. Bendra cukrų koncentracija morkų šakniavaisiuose	42
3.3.2. Askorbo rūgšties koncentracija morkų šakniavaisiuose.....	43
3.3.3. Bendra karotenoidų koncentracija morkų šakniavaisiuose	44
3.3.4. Sausos medžiagos	45
3.4. Antioksidacinės savybės ir bendra fenolinių junginių koncentracija	46
3.4.1. Antioksidacinio aktyvumo įvertinimas ABTS metodu	46
3.4.2. Antioksidacinio aktyvumo nustatymas DPPH metodu	47
3.4.3. Bendra fenolinių junginių koncentracija	48
4. Rekomendacijų dalis	50
Išvados	52
Literatūros sąrašas	53

Lentelių sąrašas

1.1 lentelė. Valgomosios morkos šakniavaisio maistinė vertė [11]	12
1.2 lentelė. Morkų šakniavaisių sudėtyje esančių karotenoidų struktūrinės formulės [14]	13
1.3 lentelė. Fenolinių junginių struktūrinės formulės [16].....	14
2.1 lentelė. Tyrimų metu naudota aparatūra	25
2.2 lentelė. Ekstrakcijai naudoti augalai	27
2.3 lentelė. Augalinių ekstraktų ir eterinio aliejaus koncentracijos	29
3.1 lentelė. Morkų šakniavaisių spalvos palyginimas	39
3.2 lentelė. Morkų šakniavaisių tekstūros palyginimas	41
4.1 lentelė. Subkryzinės CO ₂ ekstrakcijos aparatūros žymėjimas	51

Paveikslų sąrašas

1.1 pav. Askorbo rūgšties struktūrinė formulė.....	15
1.2 pav. Morkų tipai: A – <i>Nantes</i> ; B – <i>Nantes/Berlikum</i> ; C – <i>Berlikum</i> ; D – <i>Flakee</i> ; E – <i>Šantene</i> [8]	15
1.3 pav. Morkų šakniavaisiai paveikti juodojo puvinio [43]	18
1.4 pav. Morkos šakniavaisis paveiktas baltojo puvinio (autorius nuotrauka)	19
1.5 pav. Morkos šakniavaisis paveiktas rizoktoniozės [47].....	19
1.6 pav. Morkos šakniavaisis paveiktas pilkojo puvinio [51].....	20
2.1 pav. Tyrimų etapų principinė schema	26
2.2 pav. <i>Clevenger</i> aparatūra (1 – termometras, 2 – pereinamoji mova, 3 – kondensatorius, 4 – vandens įtekėjimo kanalas, 5 – vandens ištekėjimo kanalas, 6 – apvaliadugnė kolba, 7 – matavimo vamzdelis, 8 – išleidimo sklendė, 9 – EA surinkimo indas, 10 – kaitinimo krosnelė).....	27
2.3 pav. Maceravimo principinė schema.....	28
2.4 pav. Morkų šakniavaisių, apiplautų augalinėmis priemonėmis, sandėliavimas	29
2.5 pav. TA.XT plus tekstūros analizatorius.....	30
2.6 pav. Titravimo aparatūra (1 – biuretė, užpildyta 0,001 N Tilmanso reagentu, 2 – kūginė kolba, užpildyta bandinio tirpalu).....	31
2.7 pav. Antioksidacinio aktyvumo nustatymo su ABTS radikalu reakcijos schema	33
2.8 pav. Antioksidacinio aktyvumo nustatymo su DPPH radikalu reakcijos schema	33
2.9 pav. Bendros fenolinių junginių koncentracijos nustatymo su Folin-Ciocalteu reagentu reakcijos schema	34
3.1 pav. Sveikų morkų šakniavaisių svorio pokytis.....	35
3.2 pav. Pažeistų morkų šakniavaisių svorio pokytis.....	37
3.3 pav. Bendras morkų šakniavaisių, apdorotų augalinėmis priemonėmis, pažeidimas mikroskopiniais grybais (%).....	38
3.4 pav. Bendra cukrų koncentracija morkų šakniavaisiuose	42
3.5 pav. Askorbo rūgšties koncentracija morkų šakniavaisiuose.....	43
3.6 pav. Bendra karotenoidų koncentracija morkų šakniavaisiuose	44
3.7 pav. Sausų medžiagų koncentracija morkų šakniavaisiuose.....	45
3.8 pav. Morkų šakniavaisių antioksidacinis aktyvumas ABTS metodu.....	47
3.9 pav. Morkų šakniavaisių antioksidacinis aktyvumas DPPH metodu.....	48
3.10 pav. Bendra fenolinių junginių koncentracija morkų šakniavaisiuose, apdorotuose augalinėmis priemonėmis	49
4.1 pav. Aparatūrinė subkizinės CO ₂ ekstrakcijos schema	50

Santrumpų ir terminų sąrašas

Santrumpos:

AAL – Augalų apsaugos laboratorija;

ABTS – 2,2'-azino-bis-(3-etilbenziazolin-6-sulfono rūgšties) laisvasis radikalas;

AE – augalinis ekstraktas;

AE-2 – vaistinio čiobrelbio-vaistinio isopo ekstraktas;

AE-3 – kvapniojo gvazdikmedžio-kilniojo lauramedžio ekstraktas;

EA – eterinis aliejus;

EA-1 – vaistinio čiobrelbio eterinis aliejus;

DPPH – 2,2-difenil-1-pikrilhidrazilo laisvasis radikalas;

LAMMC – Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centras;

NPK – azotas (N), fosforas (P), kalis (K);

SDI – Sodininkystės ir daržininkystės institutas;

spp. – rūšys, įeinančios į aukštesnį taksoną;

TE – Trolokso ekvivalentai;

TEAC – Troloksui ekvivalentiška antioksidacinė galia;

Troloksas – (±)-6-hidroksi-2,5,7,8-tetra-metilchroman-2-karboksirūgštis.

Įvadas

Nuolatinis žmonių populiacijos didėjimas kelia ne tik maisto paklausos augimo iššūkius, bet ir intensyvina žemės ūkio veiklą. Šie veiksniai lemia žemės išsekimą ir degradaciją, bei mažėjanti derliaus išgavimą iš to pačio dirbamo ploto. Būtent dėl to yra itin svarbu skirti dėmesį žemės ūkio produkcijos kokybės išsaugojimui ne tik auginimo metu, bet ir po derliaus nuėmimo, sandėliavimo metu.

Pastaruojamu metu žemės ūkis, ypatingai augalininkystės ir daržininkystės sektoriai, patiria dideles transformacijas, siekdami kuo tvaresnės ir labiau aplinkai tausojančios ūkininkavimo praktikos [1]. Vienas iš pagrindinių uždavinių yra išsiaiškinti, kaip būtų galima apsaugoti daržo augalus nuo kenksmingųjų organizmų daromos žalos aplinkai draugiškais, tuo pat metu efektyviais būdais. Nepaisant cheminių fungicidų veiksmingumo kovojant su grybinių patogenų sukeltomis ligomis, vis dažniau pastebimas jų neigiamas poveikis aplinkai. Per didelis ir netinkamas cheminių preparatų naudojimas kenkia dirvožemio bei vandens ekosistemoms. Be to, pesticidai gali sutrikdyti augalijos, gyvūnijos ir žmonių sveikatą. Europos Komisija, vykdydama strategiją „Nuo ūkio iki stalo“, kuri yra vienas iš svarbiausių Europos žaliojo kurso elementų, kelia ambicingus tikslus mažinti pesticidų naudojimą. Vienas iš svarbiausių tikslų – iki 2030 m. sumažinti Europos Sąjungoje naudojamų cheminių pesticidų bei su tuo susijusią riziką iki 50 % [2].

Dėl išvardintų priežasčių vis daugiau išteklių skiriama alternatyvių augalų apsaugos priemonių paieškai. Atlikti tyrimai parodė, kad iš aromatinių augalų išskirti eteriniai aliejai ir ekstraktai yra biologiškai skaidūs, ekologiški ir pasižymintys mažesniu toksiškumo lygiu nei cheminiai pesticidai [3]. Manoma, kad augaluose esančios biologiškai aktyvios medžiagos, gali būti veiksminga priemonė kovoje su grybinių patogenų sukeliama ligomis morkų augimo metu ir po derliaus nuėmimo, pagerinanti šakniavaisių išsilaikymą bei išlaikanti jų aukštą kokybę.

Tyrimo tikslas – nustatyti augalinių ekstraktų įtaką sandėliuojamų morkų šakniavaisių kokybei, jų išsilaikymui ir biocheminiams rodikliams.

Uždaviniai:

1. nustatyti morkų šakniavaisių, paveiktų augaliniais ekstraktais ir eteriniu aliejumi, svorio pokyčius sandėliavimo metu;
2. išanalizuoti augalinių ekstraktų ir eterinio aliejaus gebėjimą slopinti morkų šakniavaisių infekcijas sukeliančius grybinius patogenus;
3. nustatyti morkų šakniavaisių, paveiktų augaliniais ekstraktais ir eteriniu aliejumi, spalvos ir tekstūros pokyčius;
4. ištirti morkų šakniavaisių, paveiktų augaliniais ekstraktais ir eteriniu aliejumi, biochemines savybes.

1. Literatūros apžvalga

1.1. Valgomosios morkos svarba

Valgomoji morka (lot. *Daucus carota* L.) yra vienas iš labiausiai paplitusių daržininkystės sektoriaus augalų, turinčių didelę ekonominę vertę. Morka yra šakninis daržo augalas, savo populiarumu pralenkiantis salierus, petražoles ir pastarnokus, priklausančius tai pačiai *Apiaceae* augalų šeimai. Morkos Europoje pradėtos auginti dar prieš X amžių, kur jos buvo naudojamos tik medicininiais tikslais [4]. Oranžinės spalvos morkos, sukurtos Vidurio Europoje XV–XVI amžiuje. Atradus, jog oranžinėse morkose kaupiasi didelė provitamino A koncentracija, jos sparčiai išpopuliarėjo [5]. Pastaruoju metu morkos kartu su pomidorais, svogūnais bei agurkais užima bene svarbiausią vietą pagal daržovių suvartojimą visame pasaulyje [6]. 2023 m. duomenimis Kinija yra pirmaujanti šalis, sudaranti apie 45 % globalios morkų rinkos. Po Kinijos seka Jungtinės Amerikos Valstijos, Ukraina ir Uzbekistanas [7].

Lietuvoje daržininkystė sudaro apytiksliai 4–6 % žemės ūkio produkcijos struktūros, todėl augalai, auginami daržininkystės sektoriuje, yra priskiriami prie mažo ploto auginamų kultūrų. Dėl didėjančio daržovių suvartojimo, ši žemės ūkio šaka išlieka paklausi ir pelninga. 2018 m. duomenimis Lietuvoje buvo deklaruota 4987 hektarų daržovių auginimo ploto, iš jų apie 620 hektarų morkų. Lietuvoje auginamos ankstyvosios, vidutinio ankstyvumo, vidutinio vėlyvumo ir vėlyvosios morkos [9].

1.2. Valgomosios morkos biocheminė sudėtis

Daržovės, ypač morkos, yra labai svarbi maisto raciono dalis. Jose gausu organizmui būtinų maistinių skaidulų, įvairių mikroelementų, vitaminų bei mineralinių medžiagų (1.1. lentelė) [10]. Vis daugiau vartotojų į mitybą stengiasi įtraukti kuo didesnę daržovių kiekį sąmoningai suprasdami jų naudą organizmui.

1.1 lentelė. Valgomosios morkos šakniavaisio maistinė vertė [11]

Komponentas	Koncentracija	Komponentas	Koncentracija
Vanduo (%)	84–95	Kalis (mg/100 g)	240–320
Baltymai (%)	0,6–2,0	Natris (mg/100 g)	40–69
Angliavandeniai (%)	6–10,6	Cinkas (mg/100 g)	0,2–0,24
Riebalai (%)	0,2–0,7	Varis (mg/100 g)	0,02–0,05
Skaidulos (%)	0,6–2,9	Manganas (mg/100 g)	0,14–0,69
Bendras cukrus (%)	4,7–6,7	Geležis (mg/100 g)	0,3–2,2
Sacharozė (%)	3,68–4,54	Vitaminas C (mg/100 g)	4–58
Gliukozė (%)	0,59–1,0	Tiaminas (mg/100 g)	0,04–0,1
Fruktozė (%)	0,55–1,0	Riboflavinai (mg/100 g)	0,02–0,06
Kalcis (mg/100 g)	2–80	Niacinas (mg/100 g)	0,2–1,2
Magnis (mg/100 g)	9–12	Karotenoidai (mg/100 g)	16–38
Fosforas (mg/100 g)	25–280		

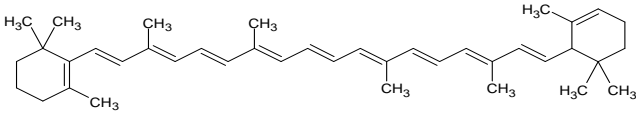
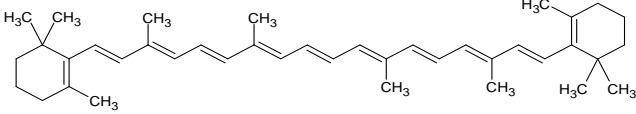
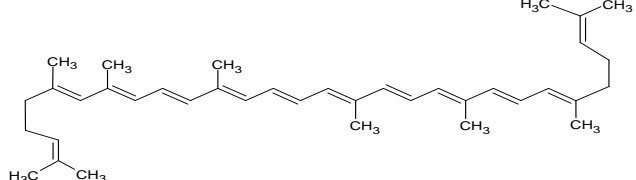
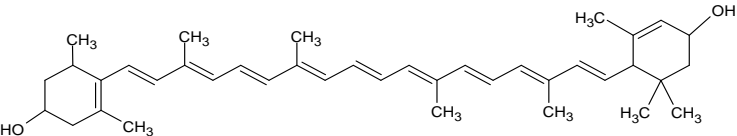
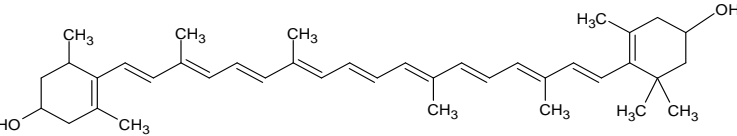
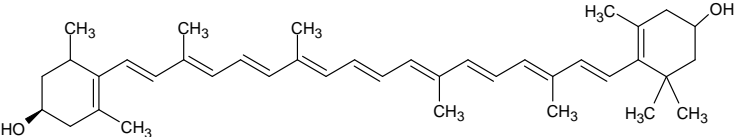
Didžiąją dalį morkos šakniavaisio cheminės sudėties sudaro vanduo, jo gali būti nuo 84 iki 95 %. Taip pat yra baltymų 0,6–2,0 %, angliavandenių 6–10,6 % ir nedidelis kiekis riebalų 0,2–0,7 % [11]. Šviežiose morkose yra skaidulinių medžiagų: lignino (7,41 %), celiuliozės (80,94 %) ir hemiceliuliozės (9,14 %) [12]. Bendra cukrų koncentracija gali svyruoti nuo 4,7–6,7 %, iš jų 3,68–4,54 % sudaro sacharozė, likusieji – gliukozė ir fruktozė. Valgomosios morkos sudėtyje aptinkama makroelementų – kalcio, magnio, fosforo, kalio ir geležies. Taip pat gausu mikroelementų – natrio, cinko, vario ir mangano [11].

Morkų sudėtyje yra antrinių metabolitų, dar vadinamų fitochemikalais. Tai augalinės kilmės bioaktyvūs junginiai, kuriuos augalai gamina apsaugojimui nuo fizinių ir cheminių abiotinių veiksnių. Taip pat jie gali būti naudingi žmogaus organizmui. Morkų šakniavaisiuose aptinkami svarbūs antriniai metabolitai: karotenoidai, fenoliniai junginiai, poliacetilenai ir vitaminas C (askorbo rūgštis) [13].

1.2.1. Karotenoidai

Karotenoidai yra didelė pigmentų grupė, sudaryta iš daugiau nei 700 skirtingų junginių, suteikianti augalui patrauklią raudoną, oranžinę arba geltoną spalvą. Karotenoidai yra skirstomi į karotenus, suteikiančius oranžinę spalvą ir ksantofilus – duodančius geltoną spalvą (1.2. lentelė). Morkų sudėtyje yra trys karotenai: α -karotenas (23 %), β -karotenas (75 %), likopenas, ir trys ksantofilai: liuteinas (1,9 %) ir mažiau nei 1 % zeaksantino ir β -kriptoksantino [14].

1.2 lentelė. Morkų šakniavaisių sudėtyje esančių karotenoidų struktūrinės formulės [14]

Struktūrinė formulė	Pavadinimas	Karotenoidų grupė
	α -karotenas	Karotenai
	β -karotenas	
	Likopenas	
	Liuteinas	Ksantofilai
	Zeaksantinas	
	β -kriptoksantinas	

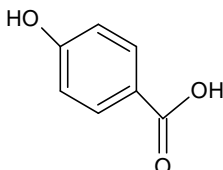
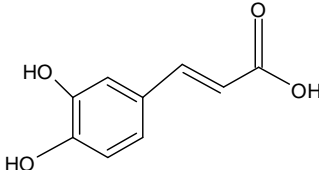
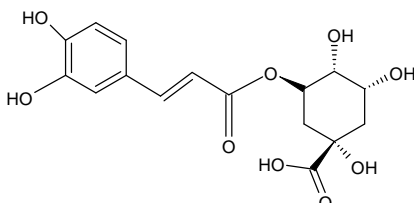
Vienas iš pagrindinių morkų kokybės rodiklių – β -karoteno koncentracija. Kuo didesnė jo koncentracija augalo sudėtyje, tuo jis vertingesnis. Karklienės ir kt. tyrimo duomenimis, daugiausiai karoteno kaupia lietuviškos selekcijos morkos: „Skalsa F1“ (19,5 mg/100 g) ir „Svalia F1“ (21,5 mg/100 g) [15].

β -karotenas patekęs į žmogaus organizmą, veikiant virškinimo fermentams, paverčiamas vitaminu A. Dėl vitamino A stokos organizme gali įvykti akies fotoreceptorių degeneracija, todėl atsiranda regėjimo sunkumų. β -karotenas apsaugo regėjimą, ypatingai naktinį matymą. Morkos yra vienas geriausių karotenoidų šaltinių, jų vartojimas susijęs su mažesne rizika susirgti krūties vėžiu bei sveiku vystymusi [5].

1.2.2. Fenoliniai junginiai

Fenoliniai junginiai – antriniai metabolitai, sudaryti iš aromatinio žiedo ir hidroksilo grupių, kurios atlieka svarbų vaidmenį kovoje su įvairių tipų stresu, kaip: patogenai, augalai, gyvūnai ar ultravioletine šviesa. Fenoliniai junginiai gali būti skirstomi į pogrupius: fenolines rūgštis (1.3. lentelė), taninus, flavonoidus ir kt. [16]. Izokumarinai ir fenolinės rūgštys suteikia kartumo skonį morkos lupenai, o terpenoidai ir vandenyje tirpūs fenoliai – morkos šakniavaisiui. Todėl tam tikrų fenolinių junginių buvimas gali būti panaudojamas įvertinti augalo kokybę po derliaus nuėmimo [17].

1.3 lentelė. Fenolinių junginių struktūrinės formulės [16]

Struktūrinė formulė	Pavadinimas
	<i>p</i> -hidroksibenzoinė rūgštis
	Kavos rūgštis
	Chlorogeno rūgštis

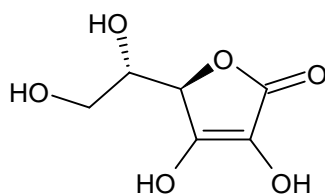
Morkų šaknyse esantys flavonoidai ir fenoliniai dariniai pasižymi antikancerogeninėmis savybėmis, gebėjimu mažinti uždegimą bei reguliuoti imunologinį atsaką [5]. Taip pat fenoliniai junginiai turi teigiamą poveikį kovoje su širdies ligomis bei neurodegeneracija [18].

1.2.3. Askorbo rūgštis

Askorbo rūgštis, dar vadinama vitaminu C, yra vienas gausiausiai randamų vandenyje tirpių mažos molekulinės masės antioksidantų visoje *Plantae* karalystėje. Askorbo rūgštis atlieka pagrindinį vaidmenį reguliuodama oksidacijos-redukcijos potencialą ląstelėse. Jos koncentracija gali svyruoti

nuo 4 iki 58 mg/100 g morkos šakniavaisyje, priklausomai nuo morkos veislės, temperatūros, drėgmės, auginimo bei sandėliavimo sąlygų [19].

Žmogaus organizmui askorbo rūgštis yra itin svarbi: padeda pasisavinti geležį, redukuodama Fe^{3+} iki Fe^{2+} ir palaiko geležį jungiančių baltymų struktūrą, taip pat dalyvauja kolageno sintezėje [20].

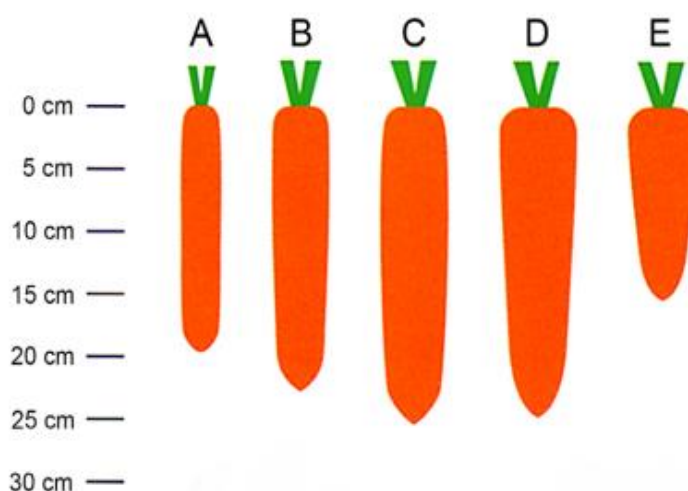


1.1 pav. Askorbo rūgšties struktūrinė formulė

1.3. Morkų šakniavaisių kokybiniai rodikliai

Pagrindiniai rodikliai, lemiantys morkų kokybės vertinimą, nepaisant maistinės vertės, apima šakniavaisių formą, dydį, spalvą, tekstūrą bei juslines savybes [21].

Remiantis šakniavaisio dydžiu, morkos gali būti trumpos, ilgos, plonos bei storos. Šakniavaisio forma gali būti įvairi: apvali, cilindriška, smaili ar kūgiška. Lietuvoje gana dažnai sutinkamos *Nantes* tipo vidutinio dydžio, ryškios oranžinės spalvos morkos. *Berlikum* tipo morkų šakniavaisiai stambūs, cilindriški, tinkami sandėliuoti žiemą. *Flakee* tipo morkos yra stambios, smailios ir ilgos. *Šantene* tipo skiriamasis bruožas – kūgio formos šakniavaisis su buku galu [9].



1.2 pav. Morkų tipai: A – *Nantes*; B – *Nantes/Berlikum*; C – *Berlikum*; D – *Flakee*; E – *Šantene* [8]

Šakniavaisių spalva vartotojui taip pat reikšmingas rodiklis. Dažnu atveju vartotojas stereotipiškai sieja oranžinės spalvos morkos šakniavaisį su aukštesne kokybe [22]. Tačiau morkų šakniavaisiai gali būti balti, geltoni, raudoni, violetiniai ar tamsiai violetiniai [5].

Juslinės savybės yra vertinamos pasitelkiant skonio ir kvapo receptorius. Sensoriniai pojūčiai yra bene pats svarbiausias faktorius vartotojui renkantis morkų veislę [23]. Morkų veislei pasirinkti didelę įtaką daro ne tik augalo prekinė išvaizda, bet ir maistinių medžiagų kiekis, ypatingai atsižvelgiama į

karoteno koncentraciją [8]. Šių kriterijų visuma leidžia įvertinti morkų šakniavaisių kokybę bei prisitaikyti prie skirtingų rinkos reikalavimų bei standartų ir individualių vartotojų poreikių.

Jungtinių Tautų Organizacija yra išleidusi rinkodaros bei kokybės kontrolės standartą morkų augintojams, kuriame pateikiami minimalūs kokybės reikalavimai morkų augintojams, norint tiekti produkciją vartotojui:

- morkos turi būti nepažeistos;
- be perteklinių nešvarumų;
- be kenkėjų;
- tvirtos;
- šakniavaisis nešakotas ir nesumedėjęs;
- be neįprastos perteklinės drėgmės;
- be pašalinio kvapo ir (arba) skonio [24].

1.3.1. Morkų šakniavaisių kokybę lemiantys veiksniai

Veiksniai, turintys įtaką daržo augalo kokybei po derliaus nuėmimo, gali būti skirstomi į tris grupes: 1) prieš derliaus nuėmimą; 2) derliaus nuėmimo metu; 3) po derliaus nuėmimo [25].

Vienas iš pagrindinių veiksnių, darančių didelę įtaką norimai morkų kokybei pasiekti – tinkamos augalo veislės bei tipo pasirinkimas. Augalų veislių genetiniai skirtumai lemia augalų prisitaikymą augti skirtingomis klimato sąlygomis, skirtingą atsparumą grybelinėms infekcijoms, vabzdžiams, taip pat fermentų bei metabolitų aktyvumo skirtumus [26].

Meteorologinės sąlygos yra labai svarbus veiksnys, lemiantis morkų šakniavaisių kokybę prieš derliaus nuėmimą. Morkos yra priskiriamos prie subtropinio klimato augalų – optimali temperatūra jų augimui svyruoja nuo 18 °C iki 24 °C. Pernelyg aukšta temperatūra turi įtakos augalo brandai, spalvai bei karotenoidų koncentracijos mažėjimui [27]. Atlikti moksliniai tyrimai parodė, kad morkų auginimas žemesnėje temperatūroje veikia juslinį aspektą, padidindamas saldumo skonį. 9 °C temperatūroje augintuose morkų šakniavaisiuose fruktozės koncentracija padidėjo 49 %, gliukozės – 28 %, sacharozės koncentracija sumažėjo 33 %, o β-karoteno – 40 %, lyginant su morkomis augintomis 21 °C temperatūroje [25]. Saulės šviesa yra pagrindinis energijos šaltinis reguliuojantis augalo vystymąsi po sudygimo. Morkų augaluose tiesioginė šviesa skatina karotenoidų bei chlorofilų sintezę [28]. Pakankamas drėgmės kiekis yra labai svarbus morkų augimui bei kokybei. Krituliai ir drėkinimas suteikia lengvesnį maistinių medžiagų prieinamumą ir pasisavinimą iš dirvožemio. Per didelis ar per mažas drėgmės kiekis gali sumažinti daržovių derliaus augimą bei paskatinti nepageidaujamą junginių gamybą jose [25]. Vėjas taip pat turi poveikį augalų kokybei: žalojami augalų lapai, kurie yra būtini gyvybiškai svarbiai fotosintezei vykti. Be to, vėjas didina sausų medžiagų kiekį, mažina fosforo, magnio, kalcio bei natrio koncentracijas morkų šakniavaisiuose [25].

Kitas svarbus faktorius tinkamai morkų kokybei pasiekti – dirvožemio pasirinkimas, jo paruošimas ir sudėtis. Dirvožemio tipo pasirinkimas gali būti esminis veiksnys, lemiantis galutinę derliaus išėigą bei kokybę. Smėlingas dirvožemis ir priemolis tradiciškai laikomi tinkamiausiais morkų auginimui [29]. Be to, tikslinga įvertinti kitus svarbius dirvožemio rodiklius: pH vertę, granulimetrinę sudėtį bei NPK kiekį. Morkoms auginti tinkamiausias yra neutralus, švelniai rūgštus dirvožemis, kurio pH vertė 6–7 [12]. NPK – tai mineralų azoto, fosforo ir kalio kompleksas, kuris yra būtinas efektyviam derliui pasiekti. Azotas skatina tiamino ir karoteno susidarymą, tačiau per didelis jo kiekis mažina askorbo rūgšties koncentraciją augalo šakniavaisyje [30]. Fosforas yra pagrindinė sudedamoji

fosfolipidų ir nukleorūgščių dalis. Jo trūkumas riboja augalų augimą bei vystymąsi [31]. Kalio trūkumas sukelia šakniavaisio tekstūros pokyčius: šakniavaisis būna mažas, prastos spalvos, neprinokęs, kietas [30]. Taip pat svarbu parinkti tinkamą priešsėlį bei vykdyti sėjomainą. Norint užtikrinti optimalų morkų derlių, morkos turi būti sėjamos į tą patį lauką ne anksčiau kaip po 3–4 metų. Morkoms tinkamą sėjomainą sudaro: raudonųjų burokėlių auginimas, po to svogūnai, kopūstai ir morkos. Morkų auginimui tinkami priešsėliai yra rapsai, garstyčios, kopūstai, svogūnai, pupelės [8].

Derliaus nuėmimo branda yra svarbiausias veiksnys, apsprendžiantis daržo augalo galutinę kokybę bei galimą ilgiausią sandėliavimo trukmę. Nesubrendę morkų šakniavaisiai yra daug jautresni mechaniniams pažeidimams bei aplinkos poveikiui [30]. Derliaus nuėmimo metu morkos augalai patiria stresą, todėl svarbu parinkti tinkamus derliaus nuėmimo būdus, kurie skirstomi į rankinius ir mechaninius. Įpjovimai ir įbrėžimai yra mechaniniai pažeidimai, kurie gali paspartinti vandens ir askorbo rūgšties pasišalinimą iš augalo, kas lemia padidėjusį jautrumą patogenų poveikiui [32]. Stiprus mechaninis stresas turi neigiamą poveikį morkos šakniavaisio skoninėms savybėms. Tyrimo metu nustatyta, kad mechaniniu stresu paveiktų morkų saldumas sumažėjo 34 % ir apie 14 kartų padidėjo kartumo skonį suteikiančių fenolinių junginių koncentracija [25].

Po derliaus nuėmimo morkų šakniavaisių audiniai yra gyvi ir nuolat besikeičiantys. Tokie pokyčiai negali būti sustabdyti, bet gali būti kontroliuojami tam tikrose ribose naudojant įvairias procedūras po morkų nuėmimo [33]. Veiksniai, turintys įtakos daržovių kokybei gali būti skirstomi į vidinius ir išorinius. Vidiniai veiksniai yra susiję su augalo genetinėmis savybėmis (veisle, tipu), derliaus branda ir jautrumu fiziniams dirgikliams. Išoriniai veiksniai yra susiję su apdorojimu (plovimas, pakavimas, pervežimas, sandėliavimas, prekyba) ir technologinėmis procedūromis (reikalingos temperatūros, drėgmės palaikymas, švitinimas, cheminis apdorojimas) [34].

1.3.2. Morkų šakniavaisių sandėliavimas

Daržo augalų sandėliavimas prailgina produkcijos naudojimo laiką ir tam tikromis aplinkybėmis išlaiko kokybę. Pagrindiniai šviežių morkų šakniavaisių sandėliavimo uždaviniai – kontroliuoti vandens pasišalinimą iš šakniavaisio, respiraciją, infekcijų dažnį ir išlaikyti kuo aukštesnės kokybės produktą kuo ilgesnį laikotarpį [35]. Norint sulėtinti augale vykstančius biologinius bei biocheminius procesus, visų pirma, turi būti pašalinta perteklinė šiluma esanti augale. Tam gali būti pasitelkiami įvairūs vėsinimo metodai: 1) vėsinimas tam tikroje patalpoje, pvz.: sunkvežimių priekabos su įmontuotais vėsinimo įrenginiais; 2) vėsinimas suslėgtu oru – tam naudojami ventiliatoriai kartu su vėsinimo patalpa; 3) šlapias vėsinimas – tai veiksmingas būdas vėsinti ir kartu atlikti valymo operaciją. Šių metodų metu morkų šakniavaisiai atvėsinami iki 5 °C ar žemesnės temperatūros. Siekiant sumažinti grybinių infekcijų dažnį ir ligų plitimą, rekomenduotina vėsinant su vandeniu kartu naudoti dezinfekavimo priemones [36].

Subrendusius morkų šakniavaisius galima sandėliuoti nuo 4 iki 6 mėnesių, priklausomai nuo morkų veislės ir kokybės [37]. Sandėliuojant morkų šakniavaisius kontroliuojamoje aplinkoje yra reguliuojami temperatūros, santykinės drėgmės, šviesos, deguonies ir anglies dioksido parametrai. Laikymas kontroliuojamo klimato aplinkoje apima deguonies mažinimą ir anglies dioksido didinimą lyginant su natūraliomis aplinkos sąlygomis. Kuo mažesnis deguonies ir kuo didesnis anglies dioksido lygis, tuo lėčiau vyksta augalų senėjimo, gedimo procesai. Tačiau deguonies ir anglies dioksido lygių mažinimas ar didinimas yra riboti dėl perėjimo nuo aerobinio metabolizmo prie

anaerobinio, dėl ko gali atsirasti nepageidaujamos skoninės savybės. Be to, tam tikros kontroliuojamos aplinkos sąlygos sukelia morkų šakniavaisių, bulvių, svogūnų dygimo bei įsišaknijimo problemas [38].

Morkų šakniavaisių laikymas plastikiniuose maišeliuose taip pat reiškia saugojimą kontroliuojamoje aplinkoje. Polietileniniai maišeliai su plomba yra pakankamai ekonomiškai ir plačiai prieinami, todėl gali būti naudojami daržo augalų produkcijai laikyti. Plomba užsandarintas maišelis sukuria kontroliuojamą aplinką, tačiau vidinė temperatūra priklauso nuo aplinkos temperatūros [36]. Dėl šios priežasties polietileniniai maišeliai su morkų šakniavaisiais turi būti laikomi vėsioje patalpoje. Atlikti tyrimai parodė, kad morkų šakniavaisių saugojimas polietileniniuose maišeliuose gali pailginti daržovių sandėliavimo laiką lyginant su įprastiniu sandėliavimu vėsioje patalpoje [39].

1.4. Patogeninių grybų įtaka morkų šakniavaisiams sandėliavimo metu

Nepaisant sparčiai tobulėjančių daržovių sandėliavimo technologijų ir sąlygų, 20–50 % jų derliaus sunaikina mikroorganizmai, tarp jų patogeniniai grybai [40]. Patiriami daržovių nuostoliai ir patogeninių grybų daroma žala pasaulio maisto pramonei kainuoja apie 750 milijonų JAV dolerių per metus. Šie nuostoliai yra siejami su mechanine ir biologine žala. Su pastarąja žala susiję kenksmingieji organizmai sukelia daugiau nei 40 % visų daržovių nuostolių [41]. Didžiausius nuostolius morkų derliui darantys grybiniai patogenai priklauso šioms gentims: *Alternaria*, *Sclerotinia*, *Rhizoctonia* ir *Botrytis* spp. [42].

1.4.1. *Alternaria* spp.

Dauguma *Alternaria* genties grybų rūšių yra saprotrofai, maistines medžiagas gaunantys iš pūvančių augalų dalių. Tam tikros *Alternaria* spp. priskiriamos oportunistiniams augalų patogenams, sukeliantiems didelius morkų šakniavaisių nuostolius po derliaus nuėmimo [43]. *Alternaria radicina* (Meier, Drechsler ir Eddy) vienas iš labiausiai paplitusių morkų ligų sukėlėjų Europoje ir Šiaurės Amerikoje. Tai itin pavojingas patogenas, galintis paveikti visas augalo dalis: sėklą, šakniavaisį, stiebą ir lapiją. *A. radicina* sukelia juodąjį puvinį ant sveikų morkų (1.3 pav.), tačiau infekcija greičiausiai plinta per smulkius mechaninius pažeidimus esančius ant šakniavaisio. Dažnu atveju juodoju puvinium morkų šakniavaisiai užsikrečia sandėliavimo metu. Ant morkų atsiranda sausos, juodos, nekrozinės dėmės, bet specifinis kvapas nejaučiamas – tai pirminė šakniavaisio infekcija. Formuojantis antrinei mikroorganizmų infekcijai, susidaro šakniavaisio suskystėjimai, suminkštėjimai, atsiranda nemalonas specifinis kvapas [44].



1.3 pav. Morkų šakniavaisiai paveikti juodojo puvinio [43]

1.4.2. *Sclerotinia* spp.

Sclerotinia sclerotiorum ((Lib.) de Bary) – tai *Sclerotiniaceae* šeimai priklausantis kosmopolitinis patogeninis grybas. Remiantis statistiniais duomenimis, *S. sclerotiorum* sukeltam baltajam (sklerotiniam) puviniiui (1.4 pav.) atitenka 40–50 % morkų derliaus nuostolių sandėliavimo metu, patirtų dėl augalų patogenų daromos žalos [45]. Baltajam puviniiui plisti reikalinga didelė drėgmė, todėl ir žemesnė aplinkos temperatūra (12–15 °C). Pradinėje infekcijos stadijoje ant šakniavaisio vystosi balta puri grybiena, kurioje vėliau formuojasi juodi skleročiai. Pūvantys morkų audiniai tampa minkštesni ir paruduoja [46].



1.4 pav. Morkos šakniavaisis paveiktas baltojo puvinio (autorius nuotrauka)

1.4.3. *Rhizoctonia* spp.

Rhizoctonia spp. grybai yra bazidiomicetai, gamtoje sutinkami vegetatyvinės grybienos ir skleročių pavidalu. *Rhizoctonia solani* (J.G. Kühn) tai plačiausiai ištirtas šios genties grybas dėl stipraus patogeninio poveikio augalams. Tai destruktivus grybas, sukeldamas rizoktoniozę (1.5 pav.), gali paveikti visas augalo dalis: sėklas, šakniavaisį, stiebą ir lapiją [47]. Sandėliavimo metu ant *R. solani* pažeisto morkos šakniavaisio, daugiausiai ant lenticelių, atsiranda juodi, netaisyklingi įdubimai. Infekuoti morkų šakniavaisiai sparčiai vysta, trūkinėja ir tampa grublėti [48].



1.5 pav. Morkos šakniavaisis paveiktas rizoktoniozės [47]

1.4.4. *Botrytis* spp.

Botrytis spp. atstovai, ypač *Botrytis cinerea* (Pers.), yra vieni iš labiausiai paplitusių dekoratyvinių augalų, vaisių bei daržo augalų kenksmingųjų organizmų. *B. cinerea*, dar žinomas kaip pilkasis puvinys (1.6 pav.), yra siūlinis patogenas, galintis infekuoti augalus tiek augimo metu, tiek po derliaus nuėmimo [49]. Ankstyvoje infekcijos stadijoje ant morkos šakniavaisio matomi rusvai juodi pažeidimai be micelio požymių. Užkrėstas audinys greitai apauga miceliu, kuris vėliau išsivysto

į skleročius. Esant vėsioms laikymo sąlygoms grybiene išlieka balta, primenanti *S. sclerotiorum* sukeltą baltąjį puvinį. Daugeliu kitų atvejų *B. cinerea* yra pakankamai lengvai atpažįstamas pagal būdingas pilkas apvalias sporas [50].



1.6 pav. Morkos šakniavaisis paveiktas pilkojo puvinio [51]

1.5. Morkų šakniavaisių ligų kontrolė sandėliavimo metu

Siekiant kontroliuoti augalų patogenų plitimą ir jų sukeliamas ligas bei sumažinti derliaus nuostolius, tuo pačiu išsaugojant aukštą produktų kokybę, daržininkystės sektoriuje naudojamos įvairios augalų apsaugos priemonės. Augalų apsaugos būdai skirstomi į fizinius, cheminius ir biologinius. Infekcijos suvaldymo veiksmingumas priklauso nuo apsaugos būdo pasirinkimo, jo gebėjimo pasiekti patogeną, infekcijos lygio ir augalo šeiminingo jautrumo pasirinktam apsaugos metodui [52]. Daržovių ligas sandėliavimo metu galima kontroliuoti įvairiais fiziniais metodais, tokiais kaip laikymas žemoje temperatūroje, magnetinių laukų panaudojimas ar veikimas ultragarso, mikrobangų, infraraudonąja bei ultravioletine spinduliuote [53]. Cheminių priemonių, tokių kaip bifenilo, karbendazimo ar aliuminio druskų panaudojimas, yra plačiai paplitęs siekiant sumažinti daržo augalų ligų plitimą ir vystymąsi [52]. Nepaisant teigiamų fizinių ir cheminių metodų patogenų ligų slopinimo rezultatų, šie metodai pasižymi pakankamai dideliu ekologiniu pėdsaku. Fizinės apsaugos priemonės reikalauja didelių energijos kaštų [53]. Cheminių pesticidų naudojimas siejamas su aplinkosaugos ir sveikatos problemomis. Patekę į organizmą cheminiai preparatai gali daryti neigiamą įtaką endokrininei bei reprodukcinei sistemoms, be to, jų naudojimas didina ekologinį pėdsaką [54].

Dėl išvardintų priežasčių vis didesnis mokslininkų ir visuomenės dėmesys yra skiriamas biologinėms augalų apsaugos priemonėms. Biologiniai preparatai, kaip ir cheminiai pesticidai, yra skirstomi pagal naudojimo paskirtį į bioinsekticidus ir biofungicidus. Biologiniai fungicidai, kovojantys su augalų patogeniniais grybais, yra aktyvūs nedideliais kiekiais ir greitai suyrantys, dėl to sumažėja neigiamas poveikis žmogaus sveikatai ir aplinkai [55]. Nustatyta, kad iš įvairių augalų išskirti eteriniai aliejai ir augaliniai ekstraktai pasižymi antimikrobinėmis, antibakterinėmis ir antigrybinėmis savybėmis [56]. Šios ypatybės prisideda prie daržo augalų efektyvesnio ir ilgesnio išsilaikymo sandėliavimo metu. Augaluose randami antriniai metabolitai, kurie veikia kaip natūralūs fungicidai kovoje su patogeniniais grybais, yra fenoliniai junginiai, riebalų rūgštys, flavanoidai, alkaloidai, terpenoidai, taninai ir glikozidai. Tyrimų metu nustatyta, kad akacijos (lot. *Acacia* Mill.) ekstraktas pasižymi slopinančiu poveikiu prieš *Aspergillus candidus* (Link), o kvapiojo rozmarino (lot. *Rosmarinus officinalis* L.), šaltmėtės (lot. *Mentha spicata* L.) ir vaistinio šalavijo (lot. *Salvia officinalis* L.) ekstraktai turi slopinamąjį poveikį *B. cinerea* patogeniui [57]. Be to, antriniai metabolitai slopina kai kurių patogeninių grybų rūšių fitotoksinų gamybą, kas lėtina daržovių gedimą po derliaus nuėmimo

[58]. Ojagian ir kt. [59] nustatė, kad indinio nimbamedžio (lot. *Azadirachta indica* Juss) ir imbiero (lot. *Zingiber officinale* Roscoe) augaliniai ekstraktai slopina *S. sclerotiorum* patogeninio grybo infekcijos plitimą morkų šakniavaisiuose sandėliavimo metu.

Aktyvių junginių gavybai iš augalų naudojamos įvairios technologijos. Tam gali būti panaudota subkizinė CO₂ ekstrakcija, hidrodistiliacija, maceravimas, ekstrakcija ultragarsu, mikrobangomis ar Soksleto ekstrakcija [60]. Augalinių ekstraktų ir eterinių aliejų cheminė sudėtis kinta atsižvelgiant į skirtingus eterinių aliejų ir augalinių ekstraktų gavybos būdus, augalų geografinę padėtį, brandą, skirtingas augalų rūšis ir iš kokios augalo dalies išgaunamas ekstraktas [61]. Eterinių aliejų sudėtyje yra nuo 20 iki 60 aktyviųjų komponentų, tačiau dažnu atveju eteriniai aliejai yra išskiriami dėl 2–3 komponentų, kurių procentinė sudėtis augale yra didžiausia. Pavyzdžiui, graikinio raudonėlio (lot. *Origanum heracleoticum* L.) eteriniame aliejuje yra 65 % karvakrolio ir 15 % timolio. Blakinės kalendros (*Coriander sativum* L.) eteriniame aliejuje aptinkama 68 % linalolo. O pipirmėtės (lot. *Mentha x piperita* L.) eteriniame aliejuje 59 % aktyviųjų medžiagų sudaro mentolis ir 19 % mentonas [62]. Kalbant apie augalinius ekstraktus, kvapiojo gvazdikmedžio (lot. *Syzygium aromaticum* L. Merr. ir Perry) augaliniame ekstrakto gali būti 49–87 % aktyviosios medžiagos eugenolio ir 4–21 % β-kariofileno [63].

1.5.1. Vaistinio čiobrelis eterinis aliejus ir ekstraktas

Vaistinis čiobrelis (lot. *Thymus vulgaris* L.) – tai *Lamiaceae* šeimai priklausantis daugiametis augalas. Tai visžalis krūmas su pilkšvos ir žalios spalvos stipriai aromatingais lapeliais ir violetiniais arba rausvais žiedynais. Vaistinio čiobrelis augalo kilmė yra Pietų Europoje [64]. Nuo senų laikų vaistinis čiobrelis buvo naudojamas medicinoje dėl atsikosėjimą skatinančių, antibronchitinių, antispazminių bei antimikrobinių savybių. Mokslininkai, ieškodami naujų augalų apsaugos priemonių, nustatė, kad vaistinis čiobrelis taip pat pasižymi fungicidiniu poveikiu, kadangi iš šios žaliavos išgautas eterinis aliejus veikia slopinančiai prieš kviečių ligas sukeltantį *Zymoseptoria tritici* ((Roberge ex Desm.) Quaedvl. ir Crous) patogeną [65]. Vaistinio čiobrelis eteriniame aliejuje yra timolio (38 %), *p*-kumeno (29 %), γ-terpineno (5,2 %), linalolo (3,7 %), karvakrolio (2,3 %) aktyviųjų sudedamųjų komponentų, tačiau šiam augalui būdingas cheminis polimorfizmas. Pagal pagrindinį lakūjų komponentą, galimi skirtingi chemotipai, pavyzdžiui, timolio, karvakrolio, geraniolio, terpineolio, linalolo [67]. Nustatyta, kad čiobrelis eterinio aliejaus antimikrobines ir antigrybines savybes lemia būtent fenoliniai junginiai – timolis ir karvakrolis [65].

Maghenzani ir kt. nustatė, kad vaistinio čiobrelis eterinis aliejus (4,5 mg/mL ir 18 mg/mL) turi įtakos vyšnių kokybei sandėliavimo metu. Išanalizavus rezultatus pastebėta, kad eterinio aliejaus naudojimas sumažino vyšnių svorio kritimą ir askorbo rūgšties koncentracijos mažėjimą. Be to, derliaus nuostoliai sandėliavimo metu sumažėjo 62 % lyginant su laikytais neapdorotomis vyšniomis [66]. O Abbasi ir kt. tyrė vaistinio čiobrelis eterinio aliejaus (0,2 %) ir karboksietilceliuliozės (1,5 %) mišinio poveikį *Penicillium* spp., kuris pažeidžia žaliąsias citrinas sandėliavimo metu. Pastebėta, kad vaistinio čiobrelis ir karboksietilceliuliozės mišinys sukėlė *Penicillium* spp. grybų hifų morfologijos pokyčius – jie tapo netiesiški ir susiraukšlėję. Abbasi ir kt. mokslininkų nuomone, vaistinio čiobrelis eterinio aliejaus ir karboksietilceliuliozės derinys gali būti naudojamas kaip veiksminga priemonė kovoje su *Penicillium* spp. sukeliama žaliųjų citrinų ligomis [67].

Hager ir kt. nustatė, kad vaistinio čiobrelio ekstraktas (2,5, 5 ir 10 %) turi slopinantį poveikį *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl patogenui *in vitro* ir *in vivo*, sukeliančiam mango (lot. *Mangifera indica* L.) vaisiaus juodąją dėmėtligę. *In vitro* tyrimo metu nustatyta, kad didėjanti vaistinio čiobrelio ekstrakto koncentracija pasižymi didesne inhibicija patogeno augimui, atitinkamai 62,56 %, 71,97 %, 84,15 %. *In vivo* tyrimo metu vaistinio čiobrelio ekstraktas turėjo statistiškai reikšmingą antigrybinį poveikį, atitinkamai 85,90 %, 84,13 %, 82,18 % [68].

1.5.2. Vaistinio isopo ekstraktas

Vaistinis isopas (lot. *Hyssopus officinalis* L.), dar žinomas kaip juozažolė, tai *Lamiaceae* šeimai priklausantis daugiamecis augalas, plačiai paplitęs Viduržemio jūros vakarų regione. Vaistinis isopas yra žolinis, pusiau visžalis krūmas, turintis malonų mėtų, šalavijų kvapą. Jis gali užaugti iki 20–60 cm aukščio, stiebai tiesūs, sumedėję, prie pagrindo – šakoti [69]. Vaistinio isopo lapai tamsiai žalios spalvos, lancetiški, padengti plonais plaukeliais. Lapuose išsidėsčiusios liaukos, gaminančios eterinį aliejų. Vaistinio isopo žiedai gali būti rožiniai, šviesiai violetiniai, mėlyni, rečiau balti [70]. Senovėje vaistinio isopo augalas buvo naudojamas ritualiniam šventyklų, šventųjų vietų apvalymui bei kaip vaistas raupsuotiesiems gydyti [69]. Šiomis dienomis vaistinis isopas visame pasaulyje gerai žinomas aromatinis ir vaistinis augalas, pasižymintis farmakologinėmis savybėmis [71]. Dėl gaminamų eterinių aliejų vaistinio isopo augalas naudojamas nervų sistemos ligų, nerimo, depresijos gydymui ir žmogaus imunodeficito viruso (ŽIV) slopinimui [72]. Iš augalų apsaugos perspektyvos, plačiausiai ištirtas vaistinio isopo ekstrakto antimikrobinis aktyvumas prieš patogenines bakterijas, tokias kaip *Staphylococcus aureus* (Rosenbach) ir *Klebsiella pneumoniae* (Schroeter ir Trevisan) [73]. Vaistinio isopo ekstraktas taip pat pasižymi antigrybiniu poveikiu. Nustatyta, kad šis ekstraktas efektyviai slopina *Candida krusei* (Boidin, Pignal ir Besson), *Candida albicans* ((Robin) Berkhout) ir *Candida tropicalis* ((Castellani) Berkhout) plitimą [72]. Vaistinio isopo ekstrakto yra 42–46 % pinokamfeno, apie 30 % izopinokamfeno. Taip pat α -pineno, β -pineno ir mirtenilo-metilo, jų koncentracija svyruoja nuo 0,5 iki 9 %, priklausomai nuo augimo vietos ir ekstrakcijos bei analizės sąlygų [74].

Sesan ir kt. tyrė vaistinio isopo ekstrakto poveikį *B. cinerea* ant juodųjų serbentų (*Ribes nigrum* L.) *in vivo*. Juodieji serbentai buvo purkšti 10 % augaliniu ekstraktu tris kartus: po žydėjimo, uogų formavimosi metu ir uogų nokimo pradžioje. Išanalizavus rezultatus pastebėta, kad naudojant vaistinio isopo augalinį ekstraktą pilkojo puvinio plitimas, sukeltas *B. cinerea*, sumažėjo 70 % lyginant su neapdorota kontrole [75].

1.5.3. Kvapniojo gvazdikmedžio ekstraktas

Kvapnūsias gvazdikmedis (lot. *Syzygium aromaticum* L. Merr. ir Perry) yra *Myrtaceae* šeimai priklausantis aromatingas augalas [76]. Tai visžalis, vidutinio dydžio medis, galintis užaugti iki 8–12 metrų aukščio. Gvazdikmedžio žiedpumpuriai pirmiausia būna žalios spalvos, tuomet pamažu pasikeičia į rausvą ar raudoną spalvą, o pilnai subrendę jie tampa ryškiai raudoni. Augalas pradeda formuoti žiedus maždaug po 5–7 metų nuo pasodinimo [77]. Gvazdikėlis yra plačiai paplitęs prieskoninis augalas, naudojamas maisto pramonėje mėsos, daržovių marinavimui, konditerijos gaminių gardinimui. Nepaisant to, gvazdikmedžio augale gausu fenolinių junginių, tokių kaip flavanoidai, hidroksicinamo rūgštis ir hidroksibenzenkarboksirūgštis. Šie junginiai lemia gvazdikmedžio gebėjimą pasižymėti antimikrobiniu, antibakteriniu bei priešvėžiniu poveikiu. Iš gvazdikmedžio išskirti ekstraktai naudojami artrito, skrandžio ligų gydymui, taip pat gliukozės koncentracijos kraujyje reguliavimui [78]. Be gydomųjų savybių, gvazdikmedyje esantys junginiai

pasižymi fungicidiniu poveikiu. Nustatyta, kad gvazdikmedžio ekstraktai efektyviai slopina *Venturia inaequalis* ((Cooke) Winter) ir *Candida tropicalis* augimą. Gvazdikmedžio ekstrakto gali būti 40–86 % eugenolio, 9–10 % β -kariofileno, 0,5–2,5 % eugenilo acetato ir mažesnės koncentracijos kitų komponentų [79].

Castellanos ir kt. tyrė gvazdikmedžio eterinio aliejaus poveikį *Fusarium oxysporum* (Schlecht, Snyder ir Hansen) ir *Aspergillus niger* (van Tieghem) ant pomidorų (lot. *Solanum lycopersicum* L.) *in vivo*. Pomidorų mėginiai buvo purkšti 350, 400, 450 ppm gvazdikmedžio eterinio aliejaus koncentracijomis. Išanalizavus duomenis, nustatyta, kad gvazdikmedžio ekstraktas (350 ppm) reikšmingai slopino *F. oxysporum* ir *A. niger* grybų augimą [80].

1.5.4. Kilniojo lauramedžio ekstraktas

Kilnūs lauramedis (lot. *Laurus nobilis* L.), paprastai žinomas kaip lauras, yra *Lauraceae* šeimai priklausanti visžalių krūmų ir medžių rūšis. Tai iš pietinio Viduržemio jūros regiono kilęs augalas, užaugantis iki 6–10 metrų aukščio. Plačiausiai lauramedis auginamas dėl aromatingų lapų, kurie naudojami maisto pramonėje ir tradicinėje medicinoje [81]. Nustatyta, kad lauramedžio ekstraktai pasižymi antigrybinėmis, antivirusinėmis, antibakterinėmis ir antioksidacinėmis savybėmis. Tyrimo metu įrodyta, kad lauramedžio eterinis aliejus slopinančiai veikia *A. niger*, *Cladosporium cladosporioides* ((Fresen.) Vries), *Myrothecium verrucaria* ((Alb. ir Schwein.) Ditmar) augimą [82].

Xu ir kt. tyrė lauramedžio ekstrakto įtaką *A. alternata* ant vyšninių pomidorų. Išanalizavus rezultatus, nustatyta, kad 500 $\mu\text{g mL/L}$ ekstrakto koncentracija slopino *A. alternata* infekcijos plitimą 33,9 %. Ištyrus *A. alternata* mikroskopiškai, pastebėti reikšmingi morfologiniai hifų pakitimai [83].

1.5.5. Biocheminės morkų šakniavaisių sudėties analizė

Alternatyvių augalų apsaugos priemonių, tokių kaip augaliniai ekstraktai ir eteriniai aliejai, tikslas yra ne tik išsaugoti vizualinius kokybę užtikrinančius rodiklius (spalvą, dydį), bet ir vidines savybes (skonis, tekstūra ir kt.), nepažeidžiant biocheminių ir produkto kokybės savybių [84]. Siekiant išsiaiškinti augalinių ekstraktų poveikį biocheminiams daržo augalų rodikliams atliekami įvairūs tyrimai. Morkų šakniavaisių kokybę apsprendžia biocheminiai rodikliai tokie kaip antioksidacinis aktyvumas, karotenoidų koncentracija ir bendra fenolinių junginių koncentracija [85]. Antioksidaciniam aktyvumui nustatyti gali būti taikomi skirtingi laisvųjų radikalų surišimo gebos metodai: DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazilo laisvasis radikalas) ir ABTS (2,2-azino-bis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfono rūgšties laisvasis radikalas) [86]. Bendrai fenolinių junginių koncentracijai nustatyti naudojamas *Folin-Ciocalteu* metodas, paremtas cheminės redukcijos procesu [87]. Karotenoidų koncentracijai nustatyti naudojami įvairūs chromatografijos metodai (plonasluoksnė chromatografija, kolonėlinė chromatografija ir kt.) [88].

Liu ir kt. mokslininkai analizavo paprastosios portulakos (lot. *Portulaca oleracea* L.) augalinio ekstrakto įtaką bulvių kokybei sandėliavimo metu. Per pirmąsias 4 eksperimento dienas, pastebėta, kad didėjant portulakos ekstrakto koncentracijai (0,01, 0,05, 0,1 %), bendra fenolinių junginių koncentracija mažėjo. Tačiau bendra fenolinių junginių koncentracija sparčiai padidėjo po 4 dienų laikymo. Aštuntą matavimo dieną bendra fenolinių junginių koncentracija nesiskyrė tarp 0,1 % koncentracija apdorotų ir neapdorotų bulvių [89].

Kahramanoglu ir kt. tyrė propolio ekstrakto ir juodgrūdės (lot. *Nigella sativa* L.) eterinio aliejaus poveikį granatų (lot. *Punica granatum* L.) vaisiams po derliaus nuėmimo. Granatų vaisių antioksidacinis aktyvumas iškart po derliaus nuėmimo siekė 95,2 %, tačiau sandėliavimo metu stabiliai mažėjo. Tyrimo metu pastebėta, kad propolio ekstrakto ir juodgrūdės eterinio aliejaus naudojimas sulėtino antioksidacinio aktyvumo mažėjimą pirmąsias 30 dienų lyginant su kontroliniu variantu. Pirmąją dieną po derliaus nuėmimo granatuose nustatyta 124,57 mg/L antocianino, o praėjus 90 dienų, jo koncentracija mėginiuose žymiai sumažėjo. Po 150 dienų antocianino koncentracija visuose mėginiuose buvo santykiniai didesnė nei pirmąją derliaus nuėmimo dieną. Reikšmingų biocheminių skirtumų tarp kontrolinio varianto, propolio ekstrakto ir juodgrūdės eterinio aliejaus poveikio nenustatyta [90].

1.6. Literatūros apžvalgos apibendrinimas

Valgomoji morka – plačiai visame pasaulyje paplitęs daržo augalas, turintis didelę ekonominę vertę pasaulio daržininkystės sektoriuje. Be to, valgomoji morka yra svarbi kasdienio maisto raciono dalis, kurioje gausu vitaminų, mikro- ir makro- elementų būtinų žmogaus organizmui. Nustatyta, kad dideli morkų produkcijos nuostoliai patiriami dėl neigiamos patogeninių grybų veiklos morkų šakniavaisių sandėliavimo metu. Remiantis literatūra, didžiausią žalą morkų šakniavaisių kokybei sukelia *Alternaria*, *Sclerotinia*, *Rhizoctonia* ir *Botrytis* spp. Ligų plitimui ir derliaus nuostoliams sumažinti sandėliavimo metu yra naudojami cheminiai preparatai. Nepaisant šių apsaugos priemonių efektyvumo, ieškoma alternatyvų, kurios leistų ne tik kiek galima daugiau išsaugoti daržovių kokybę, sumažinti produkcijos nuostolius, bet ir pratęsti jų vartojimo terminus, užtikrinant jų saugą aplinkai draugiškais būdais. Morkų šakniavaisių išsilaikymui gerinti ir kokybei užtikrinti sandėliavimo metu kaip viena iš galimybių galėtų būti iš augalų išgautų eterinių aliejų ir ekstraktų panaudojimas.

2. Medžiagos ir tyrimo metodai

2.1. Tyrimų atlikimo vieta

Tiriamasis darbas buvo atliekamas 2022 m. rugsėjo – 2024 m. birželio mėnesiais Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro (LAMMC) Sodininkystės ir daržininkystės instituto (SDI) Augalų apsaugos laboratorijoje (AAL).

2.2. Tyrimų objektas ir medžiagos

Eksperimentams naudoti morkų šakniavaisių ėminiai surinkti SDI AAL eksperimentinių bandymų laukuose (55.084433, 23.804391). Tyrimuose naudota morkų veislė: „Maestro F1“.

Augalinių priemonių išgavimui naudota džiovinta vaistinio čiobrelio žaliava surinkta iš LAMMC SDI vietinių apylinkių, o džiovinta vaistinio isopo, gvazdikmedžio žiedpumpurių ir lauramedžio lapų žaliava įsigyta UAB „Sauda“ (Lietuva). Vaistinio čiobrelio eterinis aliejus išgautas hidrodistiliacijos būdu panaudojant *Clevenger* aparatą. Vaistinio čiobrelio ir vaistinio isopo augalinių ekstraktų mišinys pagamintas maceravimo būdu bei kvapiojo gvazdikmedžio ir kilniojo lauramedžio augalinių ekstraktų mišinys pagamintas subkryzinės CO₂ ekstrakcijos metodu.

2.3. Tyrimų metu naudoti reagentai

- Distiliuotas vanduo;
- sterilus dejonizuotas vanduo;
- 1 % sacharozės tirpalas (*Avantor, Pensilvanija, JAV*);
- vandenilio chloridas (*Sigma – Aldrich, Misūris, JAV*);
- Tilmanso reagentas (*2,6-dichlorfenolindofenolis*) (*SIAL, Kanada*);
- heksanas (*Sigma – Aldrich, Misūris, JAV*);
- metil-tret-butilo eteris (*Sigma – Aldrich, Misūris, JAV*);
- 70 %, 99 % metanolis (*Honeywell International, Inc., Šiaurės Karolina, JAV*);
- ABTS (*Thermo Fisher Scientific, Masačusetsas, JAV*);
- 70 mM kalio persulfatas (*Carl Roth GmbH + Co. KG, Karlsrūhė, Vokietija*);
- Trolokso reagentas (*Sigma – Aldrich, Misūris, JAV*);
- DPPH (*Sigma – Aldrich, Misūris, JAV*);
- Folin-Ciocalteu reagentas (*MilliporeSigma, Masačusetsas, JAV*);
- 7,5 % natrio karbonatas (*Sigma – Aldrich, Misūris, JAV*);
- Galo rūgštis (*Carl Roth GmbH + Co. KG, Karlsrūhė, Vokietija*).

2.4. Tyrimų metu naudota aparatūra

2.1 lentelė. Tyrimų metu naudota aparatūra

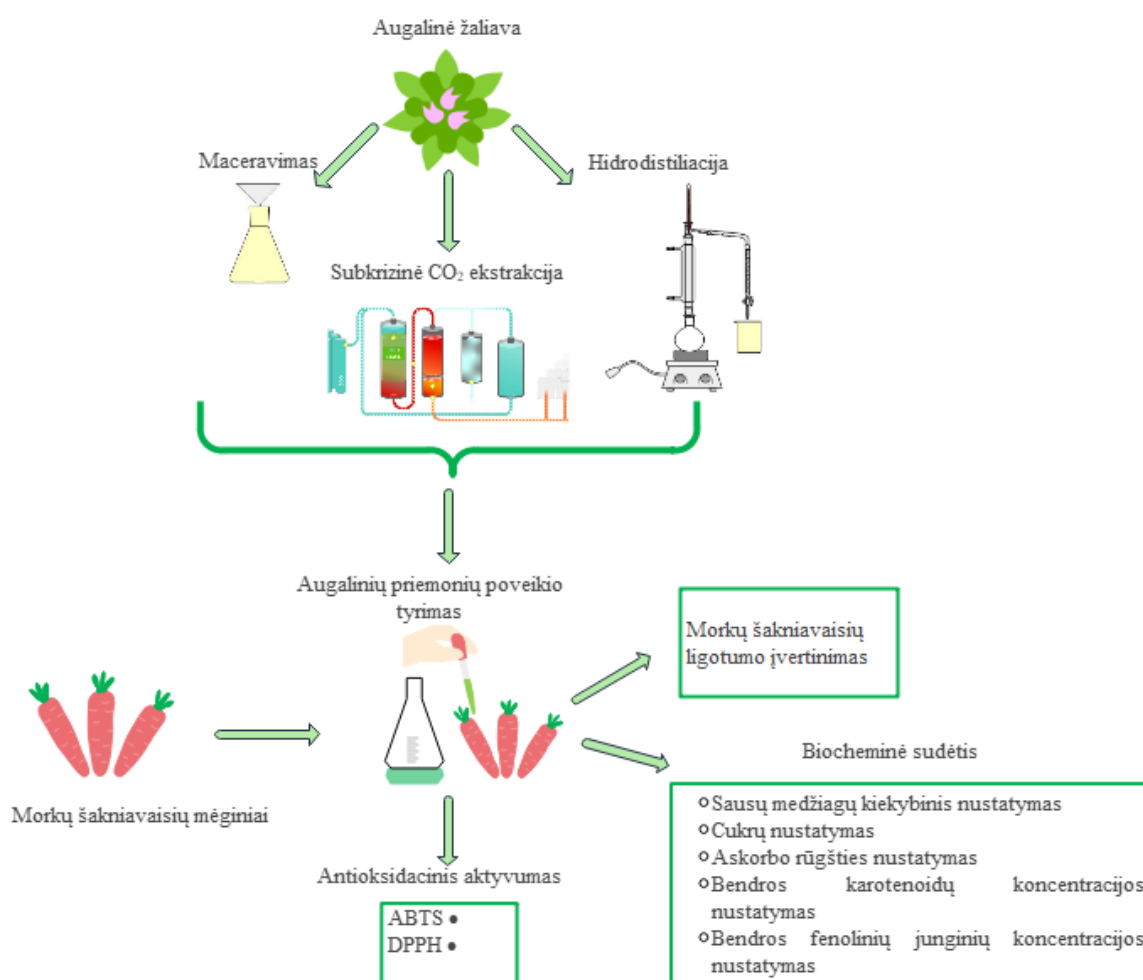
Aparatūra	Modelis
Analitinės svarstyklės	<i>Toledo MS-S</i>
Termostatas	<i>Memmert UN55</i>
Laminaras	<i>Esco Airstream® Class II Biological Safety Cabinet</i>
Purtyklė	<i>Vortex V-1 plus</i>

2.1 lentelė, tęsinys. Tyrimų metu naudota aparatūra

Aparatūra	Modelis
Centrifuga	<i>Hettich 320</i>
Elektrinis mikroskopas	<i>Nikon Eclipse 80i</i>
Vandens distiliavimo sistema	<i>Milipore Elix3</i>
Kaitinimo spinta	<i>VWR Collection DRY-Line®)</i>
Refraktometras	<i>Atago PAL-1</i>
Spektrofotometras	<i>MiniScan XE Plus</i>
Spektrofotometras	<i>Genesys-10 UV/Vis (Thermo Spectronic)</i>
Tekstūros analizatorius	<i>TA.XT plus (Stable Micro Systems)</i>
HPLC chromatografinė kolonėlė	<i>RP-C30 column (YMC Europe)</i>

2.5. Tyrimo etapai

Tiriamąjį darbą tiksliai pasiekti ir sėkmingam uždavinių įgyvendinimui naudojama metodika apimanti, skirtingus etapus: augalinės žaliavos paruošimą, eterinių ir augalinių ekstraktų gavybą, morkų šakniavaisių mėginių paruošimą tyrimams, jų ligotumo vertinimą bei kokybinių ir biocheminių savybių tyrimus. Vizualinė tyrimo etapų schema pateikta 2.1 paveiksle.



2.1 pav. Tyrimų etapų principinė schema

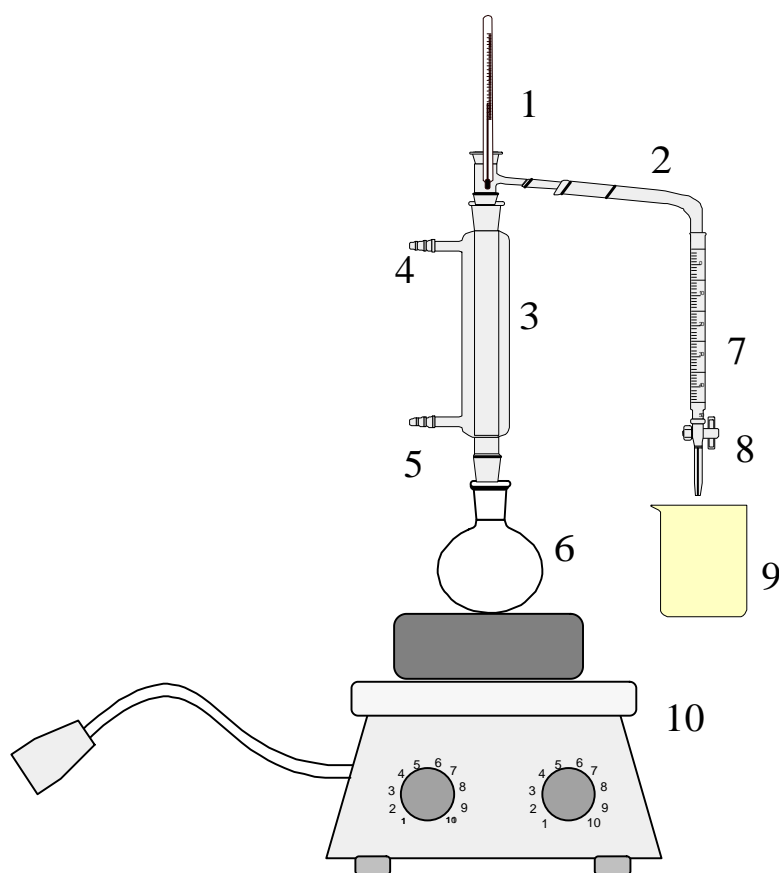
2.6. Eterinių aliejų ir ekstraktų gamyba

2.2 lentelė. Ekstrakcijai naudoti augalai

Augalo šeima	Botaninis pavadinimas	Bendrasis pavadinimas	Ekstrakcijai naudota augalo dalis
Notreliniai (<i>Lamiaceae</i>)	<i>Thymus vulgaris</i> L.	Vaistinis čiobrelis	Lapai
	<i>Hyssopus officinalis</i> L.	Vaistinis isopas	Lapai
Mirtiniai (<i>Myrtaceae</i>)	<i>Syzygium aromaticum</i> L. Merr. ir Perry	Kvapnūs gvazdikmedis	Žiedpumpuriai
Lauramediniai (<i>Lauraceae</i>)	<i>Laurus nobilis</i> L.	Kilnūs lauramedis	Lapai

2.6.1. Vaistinio čiobrelio eterinio aliejaus išskyrimas

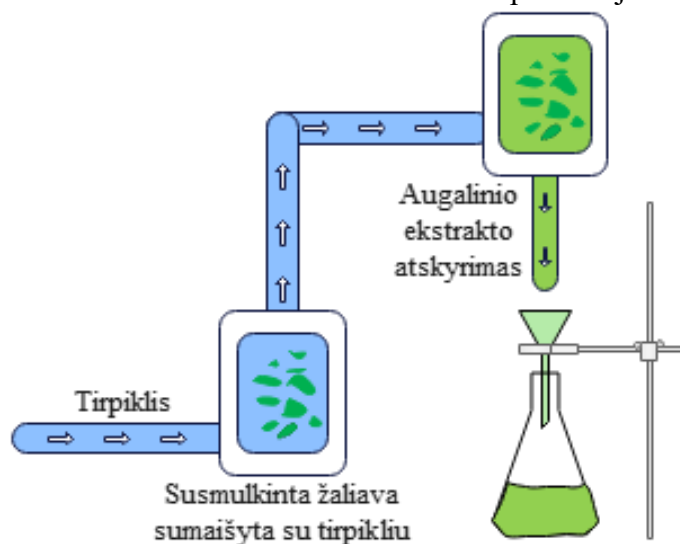
Vaistinio čiobrelio (lot. *T. vulgaris* L.) eterinis aliejus išgaunamas hidrodistiliacijos būdu, panaudojant *Clevenger* tipo aparatūrą. Eterinio aliejaus gamybai atsveriami 100 g išdžiovintos vaistinio čiobrelio žaliavos, kuri supilama į 2 litrų talpos apvaliadugnę kolbą ir užpilama 600 mL distiliuoto vandens. Hidrodistiliacijos procesas vykdomas 2 valandas, atmosferiniame slėgyje. Apvaliadugnė kolba kaitinama 100 °C temperatūroje. Panaudojant sklendę atskiriamos dvi fazės: susidaręs vandens distiliatas yra išleidžiamas, o eterinis aliejus surenkamas į švarų indą. Hidrodistiliacijos procesui pasibaigus aparatūra plaunama 80 % acetono tirpalu. Eterinis aliejus saugomas -20 °C temperatūroje iki tolimesnio naudojimo.



2.2 pav. *Clevenger* aparatūra (1 – termometras, 2 – pereinamoji mova, 3 – kondensatorius, 4 – vandens įtekėjimo kanalas, 5 – vandens ištekėjimo kanalas, 6 – apvaliadugnė kolba, 7 – matavimo vamzdelis, 8 – išleidimo sklendė, 9 – EA surinkimo indas, 10 – kaitinimo krosnelė)

2.6.2. Vaistinio čiobrelio ir vaistinio isopo ekstraktų išskyrimas

Augaliniai vaistinio čiobrelio ir vaistinio isopo ekstraktai gaunami maceravimo metu iš išdžiovintos vaistinio čiobrelio bei vaistinio isopo žaliavos. Sumalta tiriamoji medžiaga užpilama distiliuotu vandeniu ir perkeliama į ekstrahavimo indą. Maceravimas vykdomas 12–24 val. tamsoje, kambario temperatūroje. Pasibaigus maceravimo procesui gautas ekstraktas filtruojamas per membraninį filtrą. Vaistinio čiobrelio ir vaistinio isopo ekstraktui pagaminti, pavieniai ekstraktai sumaišomi lygiomis dalimis 1:1. Gautas vandeninis ekstraktas laikomas $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūroje.



2.3 pav. Maceravimo principinė schema

2.6.3. Kvapniojo gvazdikmedžio ir kilniojo lauramedžio ekstraktų išskyrimas

Kvapniojo gvazdikmedžio ir kilniojo lauramedžio ekstraktai gaunami subkryzinės CO_2 ekstrakcijos metu iš išdžiovintos kvapniojo gvazdikmedžio bei kilniojo lauramedžio žaliavos. Subkryzinės ekstrakcijos metu augalinė biomasė dedama į ekstraktorių, kuriame palaikoma pastovi $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūra ir 42 bar slėgis. Ekstrakcijos procesas vykdomas 6 valandas. Pasibaigus augalinio ekstrakto išskyrimo procesui, CO_2 pašalinamas išgarinant. Kvapniojo gvazdikmedžio-kilniojo lauramedžio ekstraktui pagaminti, pavieniai ekstraktai sumaišomi dalimis 4:7. Gautas augalinis ekstraktas laikomas $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūroje iki tolimesnių eksperimentų vykdymo.

2.7. Morkų šakniavaisių plovimas augalinėmis priemonėmis ir sandėliavimas

Morkų šakniavaisių plovimo augalinėmis priemonėmis ir sandėliavimo eksperimentui naudojami 2022 m. derliaus „Maestro F1“ veislės morkų šakniavaisiai. Bandymams parinkti sveiki, be akivaizdžių ligos požymių šakniavaisiai, kuriems nebuvo taikyta jokia apsauga nuo grybinių ligų. Atrinkti morkų šakniavaisiai švelniai apiplaunami tekančiu vandeniu, pašalinant žemės likučius ir žaliosios dalies liekanas. Vėliau morkų šakniavaisiai išdžiovinami ant vienkartinio popieriaus, kol tampa visiškai sausi. Augalinių priemonių poveikio morkų šakniavaisių išsilaikymui ir kokybei sandėliavimo metu tirtos 3 augalinės priemonės: vaistinio čiobrelio eterinis aliejus, vaistinio čiobrelio-vaistinio isopo vandeninis ekstraktas, kvapniojo gvazdikmedžio-kilniojo lauramedžio CO_2 ekstraktas, kurių koncentracijos pateiktos 2.3 lentelėje. Kiekvieną variantą sudarė 3 pakartojimai, o viename pakartojime naudota 10 vienetų šakniavaisių.

Apiplovimui naudota 3 L kiekvieno varianto tirpalo, kuris gautas augalinę priemonę sumaišant su distiliuotu vandeniu iki tiriamos koncentracijos. Kontrolinio varianto apiplovimui naudojamas distiliuotas vanduo.

2.3 lentelė. Augalinių ekstraktų ir eterinio aliejaus koncentracijos

Variantas	Pakartojimai	Augalinė priemonė	Augalinės priemonės koncentracija
1	1-I	Kontrolinis variantas	-
	1-II		
	1-III		
2	2-I	Vaistinio čiobrelio EA (EA-1)	100 µL/L
	2-II		
	2-III		
3	3-I	Vaistinio čiobrelio-vaistinio isopo AE (AE-2)	100 mL/L
	3-II		
	3-III		
4	4-I	Kvapniojo gvazdikmedžio-kilniojo lauramedžio AE (AE-3)	11 mL/L
	4-II		
	4-III		

Kiekvieną morkų šakniavaisių variantą apiplovus, jie džiovinami ant vienkartinio popieriaus laminare. Visiškai nudžiovinti morkų šakniavaisiai dedami į užspaudžiamus plastikinius maišelius su užrašytu variantu. Kiekvienas eksperimento variantas pasveriamas su maišeliu ir užrašomas svoris. Po apiplovimo morkų šakniavaisiai sandėliuojami 10 °C temperatūroje, tamsoje, palaikant 15 % drėgmę.

Morkų šakniavaisių matavimai ir vertinimai atliekami tris kartus kas septynias savaites. Atskaitos dienomis vertintas maišelio svoris, ligotų šakniavaisių kiekis bei infekcijų požymiai. Pasibaigus sandėliavimui, iškart atlikta šakniavaisių spalvos, tekstūros analizė, nustatyta bendra cukrų, askorbo rūgšties, karotenoidų koncentracija, sausų medžiagų procentinė dalis, antioksidacinis aktyvumas ir bendra fenolinių junginių koncentracija.



2.4 pav. Morkų šakniavaisių, apiplautų augalinėmis priemonėmis, sandėliavimas

2.8. Morkų šakniavaisių spalva ir tekstūra

Morkų šakniavaisių spalvos koordinačių nustatymui šakniavaisiai yra sutarkuojami. Naudojamas spektrofotometras MiniScan XE Plus (Hunter Associates Laboratory Inc., JAV). Morkų spalvos koordinatės nustatomos CIE L*a*b* skalėje, kur:

- L apibūdina šviesumą, kuris gali būti nuo 0 (juoda) iki 100 (balta);
- a apibrėžia žalios ir raudonos spalvos santykį. Teigiamos a reikšmės rodo raudoną spalvą, o neigiamos – žalią;
- b apibrėžia geltonos ir mėlynos spalvos santykį. Teigiamos b reikšmės rodo geltoną spalvą, o neigiamos mėlyną [91].

Morkų šakniavaisių tekstūros įvertinimui naudojamas tekstūros analizatorius TA.XT plus (Stable Micro Systems, Anglija) (2.5 pav.); duomenys apdoroti programa *Texture Exponent*. Atliekamas spaudimo bandymas. Šiuo būdu morkos šakniavaisis yra spaudžiamas adata su jutikliu tam tikru greičiu ir jėga, kol adata praduria šakniavaisį. Pradūrimo jėgos ir laiko iki pradūrimo rodikliai naudojami morkų šakniavaisių kietumui ir traškumui įvertinti. Tekstūros vertinimas išreiškiamas – N/cm^3 .



2.5 pav. TA.XT plus tekstūros analizatorius

2.9. Biocheminės morkų šakniavaisių sudėties analizė

2.9.1. Cukrų kiekybinis nustatymas

Morkų šakniavaisiai sutarkuojami ir sutrinami iki vientisos masės. Gauta masė centrifuguojama 8800 aps./min. 7 min. Gaunamas skaidrus morkų supernatantas toliau naudojamas analizei.

Bendra cukrų koncentracija morkose nustatoma refraktometriniu metodu. Šis metodas pagrįstas šviesos lūžio rodiklio matavimu. Šiuo atveju matuojama priklausomybė tarp tirpalo šviesos lūžio rodiklio ir sacharidų koncentracijos jame. Morkose esanti bendra cukrų koncentracija išmatuojama

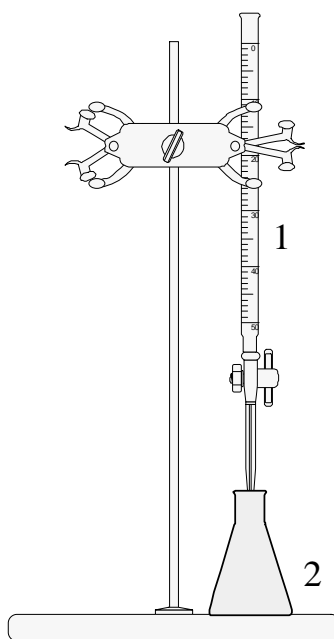
lašą tiriamojo supernatanto užlašinus ant optinio stiklo. Gaunami rezultatai, išreikšti Brix laipsniais, kurių 1°brix atitinka 1 % sacharozės tirpalo. Paruošti mėginiai tiriami, naudojant vienkartinės pipetes ir refraktometrą. Refraktometre pasirenkama norima tyrimo skalė (sacharozė). Aparatas sukalibruojamas sertifikuotu etaloniniu standartiniu sacharozės tirpalu. Nulis nustatomas, naudojant distiliuotą vandenį. Lašas mėginio užlašinamas ant optinio stiklo ir po 3 sekundžių gaunamas cukraus kiekis procentais. Po kiekvieno tyrimo optinis stiklas nuvalomas ir nuplaunamas distiliuotu vandeniu. Mėginiai matuojami po tris kartus.

2.9.2. Askorbo rūgšties kiekybinis nustatymas

Tikslus morkų šakniavaisių svėrinys (2,5 g) užpilamas 25 mL išgryninto vandens. Po 10 min. maceratas sumaišomas ir nufiltruojamas per popierinį filtrą. Tiriamasis tirpalas ruošiamas į kolbą įpilus 0,5 mL vandenilio chlorido rūgšties 20 g/L tirpalo, 0,5 mL gautos ištraukos ir 6,5 mL išgryninto vandens. Pagamintas tirpalas titruojamas mikrobiurete, titrantu naudojant Tilmanso reagentą (2,6-dichlorfenolindofenolio natrio druskos 0,001 M tirpalą), kol jis nusidažo blyškia rožine spalva, neišnykstančia 10 sek. [92]. Atliekami trys titravimo pakartojimai.

$$x = \frac{100 \times a \times T \times V}{b \times c}, (mg/100 g);$$

Čia a – sunaudoto Tilmanso reagento kiekis, mL; T – koeficientas, lygus 0,088; V – pagaminto ekstrakto tūris, mL; b – ekstrakto tūris, paimtas titravimui, mL; c – paimtos analizei medžiagos masė, g.



2.6 pav. Titravimo aparatūra (1 – biuretė, užpildyta 0,001 N Tilmanso reagentu, 2 – kūginė kolba, užpildyta bandinio tirpalu)

2.9.3. Karotenoidų kiekybinis nustatymas

2 g morkų šakniavaisių žaliavos sutrinama keraminėje grūstuvėje su smėliu. Gauta masė plaunama su 100 mL heksano. Gautas geltonos spalvos ekstraktas su heksanu filtruojamas per membranių filtrą (porų dydis 0,45 μm). Bendra karotenoidų koncentracija nustatoma vykdant aukštos kokybės skysčių chromatografiją (angl. HPLC) [93]. Analizės atlikimo metu naudotas srauto greitis – 0,6 mL/min.,

kolonėlės temperatūra – 22 °C, karotenoidai aptinkami 450 nm bangos ilgyje. Mobili fazė sudaryta iš dviejų tirpiklių: metil-tret-butilo eterio (tirpiklis A) ir metanolio (tirpiklis B). Mėginiai išvirkščiami esant 99 % B (laikoma 1 min.), vėliau gradientas pakeičiamas į 0 % B (90 min.) ir vėl 99 % B per 5 min. (laikomas 5 min.). Kalibracinės kreivės sudarytos naudojant liuteino, zeaksantino ir β-karoteno standartus (koncentracijos nuo 0,01 iki 5,0 mg/100 mL). Gauti duomenys apdoroti naudojant Waters Empower programinę įrangą (Waters Corporation, Milford, MA, USA).

2.9.4. Sausų medžiagų kiekybinis nustatymas

Sausų medžiagų procentinė dalis nustatoma džiovinant tarkuotą morkų šakniavaisių masę 24 val. iki pastovios masės 105 °C temperatūroje, pagal LST ISO 751:2000 standartą.

2.9.5. Antioksidacinio aktyvumo nustatymas spektrofotometriiniu ABTS metodu

5 g sutarkuotos šviežios žaliavos sumaišoma su 25 mL 70 % metanolio ir homogenizuojama ultragarso vonelėje. Gautas mišinys palaikomas 24 val. tamsoje šaldytuve. Po paros atliekamas centrifugavimas 8800 aps./min. 7 min. Tuomet supernatantas surenkamas ir naudojamas analizei.

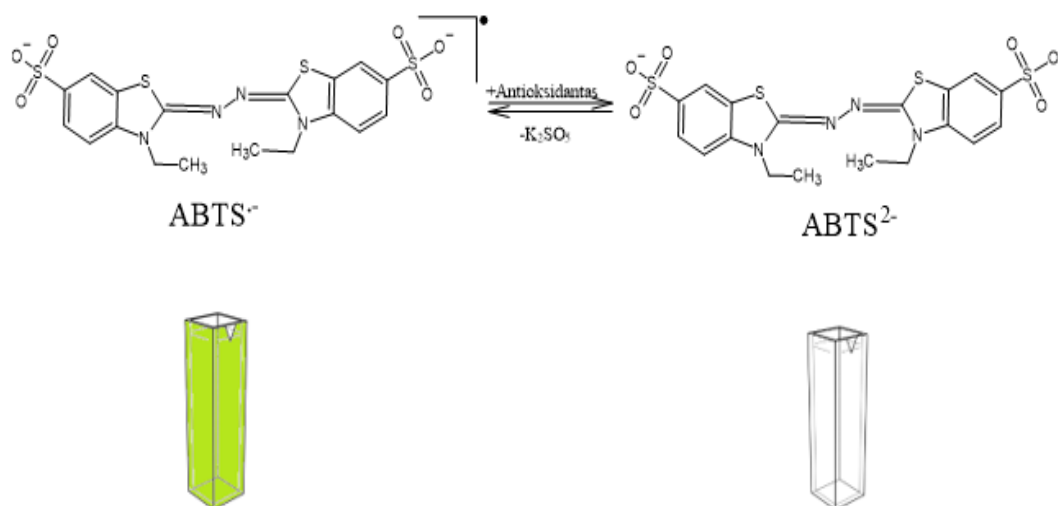
ABTS antioksidacinis aktyvumas nustatomas naudojant radikalų katijoną ABTS. Eksperimento metu naudotas ABTS radikalų katijonų tirpalas buvo paruošas pagal Re ir kt. metodiką [94] su tam tikrais pakeitimais, 16 val. prieš analizę. Pirmiausia paruošiamas 50 mL 2 mM ABTS tirpalas, į kurį pridedama 200 µL 70 mM K₂S₂O₈ tirpalo distiliuotame vandenyje. Prieš analizę ABTS tirpalas atskiestas, kad absorbcija ties 734 nm bangos ilgiu būtų apie 0,80 ± 0,03. Tuomet 20 µL paruošto morkų šakniavaisių ekstrakto sumaišyta su 2 mL ABTS tirpalo. Po 30 min. reakcijos laiko fiksuotas absorbcijos pokytis spektrofotometriiniu būdu (734 nm). Gauti rezultatai lyginami su Trolokso standarto tirpalų sukeltu absorbcijos sumažėjimu ties 734 nm bangos ilgiu.

Trolokso kalibracinė kreivė: 5 mg Trolokso reagento ištirpinama 100 mL metanolio ir vandens (santykiu 70:30) mišinyje. Skiedimo būdu paruošiami kalibraciniai Trolokso tirpalai (250, 150, 100, 50 ir 0 mM). Absorbcija matuojama kiekvienam kalibracinės kreivės taškui 734 nm bangos ilgyje spektrofotometru. Gaunama kalibracinė kreivė, kuri naudojama tolimesniuose antioksidacinio aktyvumo skaičiavimuose. Mėginiai matuojami po tris kartus.

Tyrimo metu nustatytas antioksidacinis aktyvumas apskaičiuotas pagal etaloninį antioksidantą – troloksą ir išreikštas trolokso ekvivalentais (TE). Trolokso ekvivalentai atitinka trolokso kiekį (µmol), kuris turi tokį patį antioksidacinį aktyvumą kaip ir tiriamasis junginys viename grame šviežios žaliavos. TE apskaičiuojamas pagal formulę [95]:

$$TE = c \times \frac{V}{m} (\mu\text{mol}/g \text{ šviežios žaliavos});$$

Čia c – Trolokso koncentracija, nustatyta pagal kalibracinę kreivę, µmol; V – tiriamosios šviežios žaliavos ekstrakto bandinio tūris, L; m – tiriamojo bandinio masė, g.

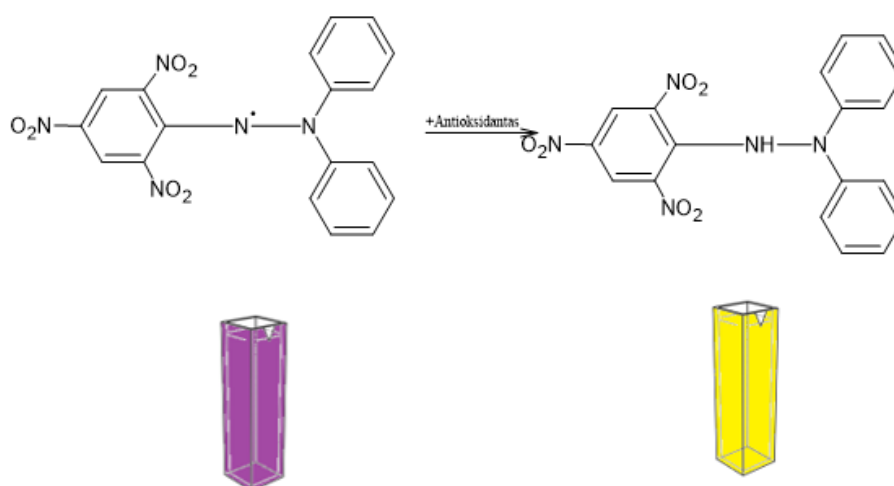


2.7 pav. Antioksidacinio aktyvumo nustatymo su ABTS radikalų reakcijos schema

2.9.6. Antioksidacinio aktyvumo nustatymas spektrofotometriškai DPPH metodu

5 g susmulkintos šviežios žaliavos užpilama 25 mL 70 % metanolio ir homogenizuojama ultragarso vonelėje. Gautas mišinys palaikomas 24 val. tamsoje šaldytuve. Po paros atliekamas centrifugavimas 8800 aps./min. 7 min. Tuomet supernatantas surenkamas. DPPH laisvųjų radikalų tirpalas paruošiamas 0,0024 g DPPH laisvųjų radikalų tirpinant 100 mL 99 % metanolio [96]. Kiuvetėje sumaišoma 20 μ L paruošto ekstrakto ir 2 mL (6×10^{-5} M) DPPH laisvųjų radikalų tirpalo. Palyginimui naudojamas 99 % metanolis. Po 30 minučių reakcijos laiko fiksuotas absorbcijos pokytis spektrofotometriškai būdu (515 nm). Gauti rezultatai lyginami su Trolokso standarto tirpalų sukeltu absorbcijos sumažėjimu esant 515 nm bangos ilgiui.

DPPH radikalų surišimo aktyvumas išreiškiamas Trolokso ekvivalento (TE) antioksidaciniu pajėgumu (μ mol TE/g šviežio mėginio svorio) pagal Trolokso kalibracinės kreivės lygtį. Visi matavimai atliekami po tris kartus.



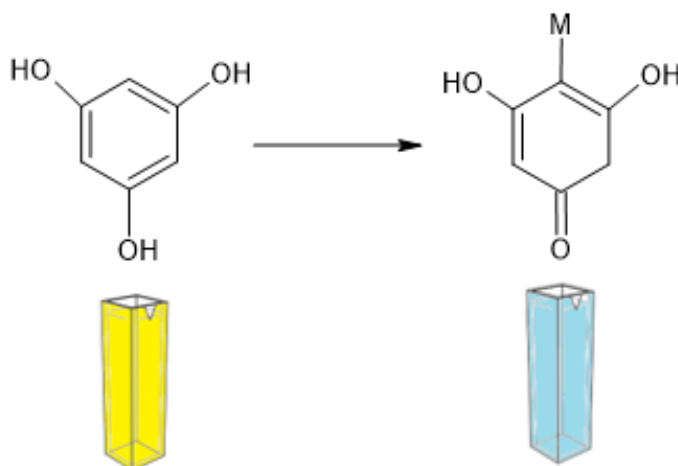
2.8 pav. Antioksidacinio aktyvumo nustatymo su DPPH radikalų reakcijos schema

2.9.7. Bendros fenolinių junginių koncentracijos nustatymas su Folin-Ciocalteu reagentu

Bendra fenolinių junginių koncentracija nustatyta pagal Folin-Ciocalteu metodą, [97] panaudojant galo rūgštį kaip standartą.

Susmulkinta žaliava (5 g) užpilama 25 mL 70 % metanolio ir homogenizuojama ultragarso vonelėje. Gautas mišinys palaikomas 24 val. tamsoje šaldytuve. Praėjus numatytam laikui, atliekamas centrifugavimas 8800 aps./min. 7 min. Tuomet supernatantas surenkamas.

Paruošiamas Folin-Ciocalteu reagentas praskiedžiant 1:10 išgrynintu vandeniu. Mėgintuvėliuose išpilstoma po 1 mL tiriamo ekstrakto, užpilama 5 mL Folin-Ciocalteu reagento ir 4 mL 7,5 % natrio karbonato tirpalo. Palyginamasis mėginys gaminamas vietoje tiriamo ekstrakto įpilant 1 mL 70 % metanolio. Gauti tirpalai inkubuojami kambario temperatūroje 60 min. tamsoje. Šviesos absorbcija matuojama spektrofotometru *Genesys-10 UV/Vis* (Thermo Spectronic, Rochester, JAV) 765 nm bangos ilgyje. Bendra fenolinių junginių koncentracija nustatoma pagal kalibracinę kreivę ir išreiškiama galo rūgšties ekvivalentu mg/100 g šviežio mėginio (mg GAE/100 g šviežio mėginio).



2.9 pav. Bendros fenolinių junginių koncentracijos nustatymo su Folin-Ciocalteu reagentu reakcijos schema

2.10. Tyrimo duomenų apdorojimas

Duomenims apdoroti naudota *Microsoft Excel* (Microsoft, Vašingtonas, JAV) programa. Naudojantis programa apskaičiuoti morkų šakniavaisių svoriai, jų vidurkiai, paklaidos bei kokybinių rodiklių vertės ir koncentracijos. Statistinei analizei įvertinti atlikta vienfaktorinė dispersinė analizė (*ANOVA*). Visi duomenys pateikiami kaip trijų pakartojimų vidurkis su standartiniu nuokrypiu.

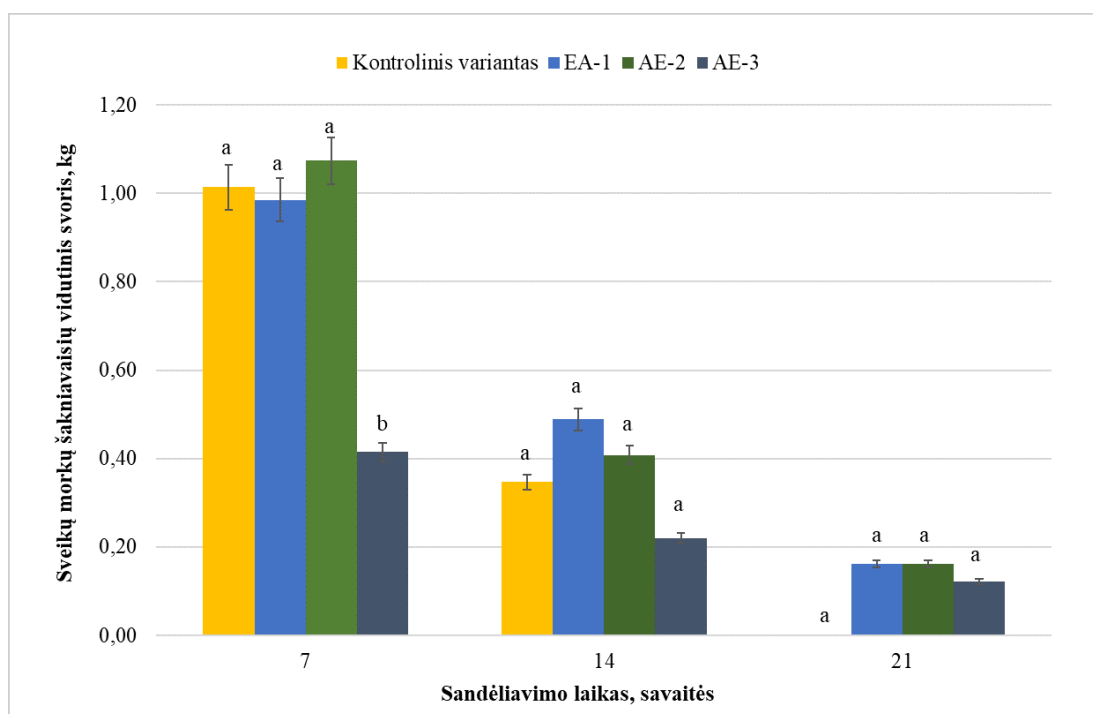
3. Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

3.1. Augalinėmis priemonėmis plautų morkų šakniavaisių sandėliavimas

Morkų šakniavaisių svorio pokyčiai laikymo metu yra esminis rodiklis, apibūdinantis naudojamos apsauginės priemonės efektyvumą apsaugant šakniavaisius nuo patogenų sukeltų ligų ir kitų pažeidimų. Analizuojant morkų šakniavaisių išsilaikymo duomenis, galima spręsti kaip optimizuoti sandėliavimo sąlygas ir sumažinti derliaus nuostolius.

3.1.1. Sveikų morkų šakniavaisių svorio pokytis

Išanalizavus augalinėmis priemonėmis plautų morkų šakniavaisių rezultatus, pastebėti morkų svorių skirtumai tarp sandėliuotų mėginių. Gauti rezultatai pateikiami 3.1 paveiksle. Septintąją vertinimo savaitę mažiausias sveikų morkų vidutinis svoris nustatytas mėginyje su AE-3. Šio varianto vidutinis sveikų morkų svoris (0,42 kg) apytiksliai 58,4 % mažesnis lyginant su kontroliniu variantu (1,01 kg). EA-1 paveiktų morkų mėginio vidutinis svoris nustatytas 0,20 kg mažesnis nei kontrolinio varianto, t. y. apie 2 %. Morkų šakniavaisių mėginys, apiplautas AE-2 pasižymėjo didžiausiu sveikų morkų svoriu. Septintąją vertinimo savaitę, šio mėginio svoris, lyginant su kontroliniu variantu, buvo 0,60 kg didesnis, t. y. 5,9 %.



3.1 pav. Sveikų morkų šakniavaisių svorio pokytis

Keturioliktąją apskaitos savaitę visų mėginių sveikų morkų vidutinis svoris pastebimai sumažėjo. Kontrolinio varianto sveikų morkų svoris sumažėjo beveik 66 %, EA-1 – 50 %, AE-2 – 62 %, AE-3 – 47 %. Mažiausias sveikų morkų vidutinis svoris (0,22 kg) buvo užfiksuotas mėginyje, paveiktame AE-3. Šis svoris yra maždaug 37 % mažesnis palyginti su kontroliniu variantu (0,35 kg). Morkų, kurios buvo apiplautos EA-1, vidutinis svoris buvo (0,49 kg) 40 % didesnis lyginant su kontroliniu variantu. Mėginio, paveikto AE-2 (0,41 kg) 17 % didesnis nei kontrolinio varianto.

Paskutiniąją vertinimo savaitę sveikų morkų vidutinis svoris ženkliai sumažėjo. Kontroliniame variante sveikų morkų vidutinis svoris buvo lygus 0,00 kg. Kontrolinio varianto sveikų morkų

vidutinis svoris sumažėjo 100 % lyginant su 14 savaitės sveikų morkų vidutiniu svoriu. EA-1 sumažėjo – 67 %, AE-2 – 60 %, AE-3 – 44 %. EA-1 ir AE-2 sveikų morkų vidutinis svoris užfiksuotas vienodas – 0,16 kg. Morkų šakniavaisių mėginio, apiplauto AE-3, svoris (0,12 kg), lyginant su EA-1 ir AE-2 (0,16 kg), 25 % mažesnis.

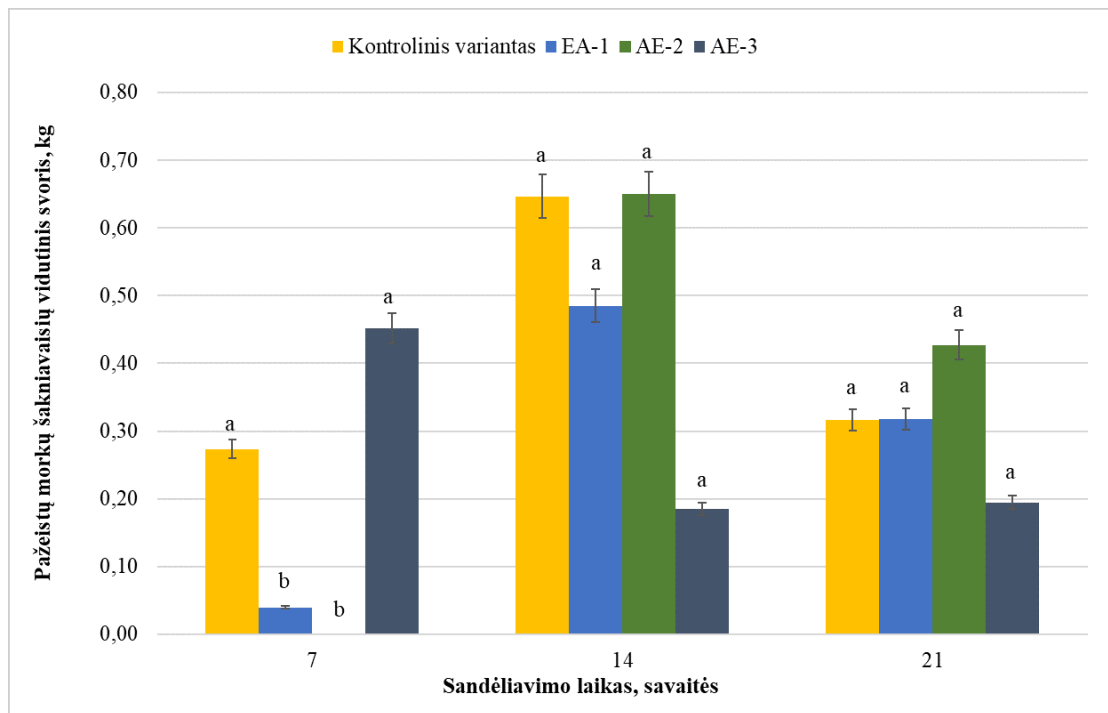
Chrapačienė ir kt. [98] tyrė eterinio aliejaus poveikį morkų kokybei laikymo metu. Morkų vegetacijos metu taikytas augalų purškimas 0,01 % koncentracijos vaistinio čiobrelio eteriniu aliejumi, vėliau morkos sandėliuotos 24 savaites plastikiniuose maišeliuose. Šešioliktają matavimo savaitę buvo pastebėta, kad kontrolinio varianto vidutinis sveikų morkų šakniavaisių svoris mažėjo greičiau nei morkų, paveiktų eteriniu aliejumi. Tačiau paskutinę vertinimo savaitę vaistinio čiobrelio eterinio aliejaus poveikis tapo prastesnis, kontrolinis variantas pasižymėjo geresniu morkų šakniavaisių svorio išlaikymu. Tarp apdorotų eteriniu aliejumi ir kontrolinio varianto mėginių reikšmingų skirtumų nepastebėta.

3.1.2. Pažeistų morkų šakniavaisių svorio pokytis

Apskaičiavus pažeistų morkų šakniavaisių svorio pokyčius gauti rezultatai pateikiami 3.2 paveiksle. Apskaitos metu po septynių savaitių nustatyta, kad didžiausias pažeistų morkų vidutinis svoris užfiksuotas mėginyje, kuriame buvo naudojamas AE-3 (0,45 kg). Lyginant su kontroliniu variantu (0,27 kg), šio mėginio pažeistų morkų šakniavaisių vidutinis svoris nustatytas 44 % didesnis. Įvertinus EA-1 efektą, pažeistų morkų vidutinis svoris (0,04 kg) buvo 85 % mažesnis nei kontrolinio varianto. AE-2 statistiškai reikšmingai slopino morkų pažeidimus, jų vidutinis svoris septintąją vertinimo dieną nustatytas 0,00 kg.

Keturioliktają vertinimo savaitę didžiausias pažeistų morkų vidutinis svoris nustatytas mėginyje, apdorotame AE-2 (0,65 kg). Šio mėginio svoris, lyginant su kontroliniu variantu, nustatytas vienodas. Morkų šakniavaisių, paveiktų EA-1, mėginio vidutinis pažeistų morkų svoris (0,49 kg) 24 % mažesnis palyginti su kontroliniu variantu. Mažiausiu pažeistų morkų vidutiniu svoriu pasižymėjo mėginys, apdorotas AE-3. Šio mėginio vidutinis svoris (0,19 kg) beveik 71 % mažesnis nei kontrolinio mėginio. Statistiškai reikšmingų rezultatų antrojo vertinimo metu negauta.

Paskutiniąją vertinimo savaitę, praėjus 21 savaitei, mažiausias vidutinis pažeistų morkų svoris užfiksuotas mėginyje su AE-3. Jo vidutinis svoris (0,20 kg), lyginant su kontroliniu variantu, 38 % mažesnis. Šio mėginio vidutinis pažeistų morkų svoris, lyginant su keturioliktos savaitės duomenimis, padidėjo tik 5 %. EA-1 apdorotų morkų mėginio vidutinis svoris (0,32 kg) lygus kontrolinio mėginio svoriui. Vertinant EA-1 pažeistų morkų vidutinio svorio pokytį nuo keturioliktosios savaitės, matyti, kad pažeistų morkų svoris sumažėjo beveik 35 %. Didžiausias pažeistų morkų vidutinis svoris nustatytas mėginyje, paveiktame AE-2. Šio mėginio vidutinis pažeistų morkų svoris (0,43 kg), 34 % didesnis nei kontrolinio varianto. Kontrolinio varianto mėginio svoris, lyginant su keturioliktosios savaitės duomenimis, sumažėjo 50 %.



3.2 pav. Pažeistų morkų šakniavaisių svorio pokytis

Atlikus mokslinės literatūros apžvalgą, nebuvo rasta kitų tiriamųjų darbų, kuriuose būtų nagrinėjamas eterinių ir augalinių ekstraktų poveikis morkų išsilaikymo gerinimui laikymo metu. Tačiau Zewdie ir kt. [99] tyrė nimbamedžio (lot. *Azadirachta indica* Juss.) lapų ekstrakto ir bičių vaško dangos įtaką pomidorų (lot. *Lycopersicon esculentum* Mill.) kokybės gerinimui sandėliavimo metu. Eksperimento metu naudotas skirtingos nimbamedžio ekstrakto koncentracijos – 15, 20 ir 25 % bei bičių vaško – 3, 6 ir 9 %. Didžiausias pažeistų pomidorų svorio rodiklis buvo nustatytas kontroliniame variante, jis siekė 1,43 %–17,12 %. Mažiausi svorio nuostoliai nustatyti mėginyje, paveiktame 25 % nimbamedžio lapų ekstrakto ir 9 % bičių vaško dangos mišiniu. Šio mėginio pažeistų pomidorų svorio rodiklis buvo 0,7 %–6,27 %. Tyrimo metu pastebėta, kad didėjanti nimbamedžio lapų ekstrakto ir bičių vaško dangos koncentracija, lemia mažėjantį pomidorų pažeidimų rodiklį.

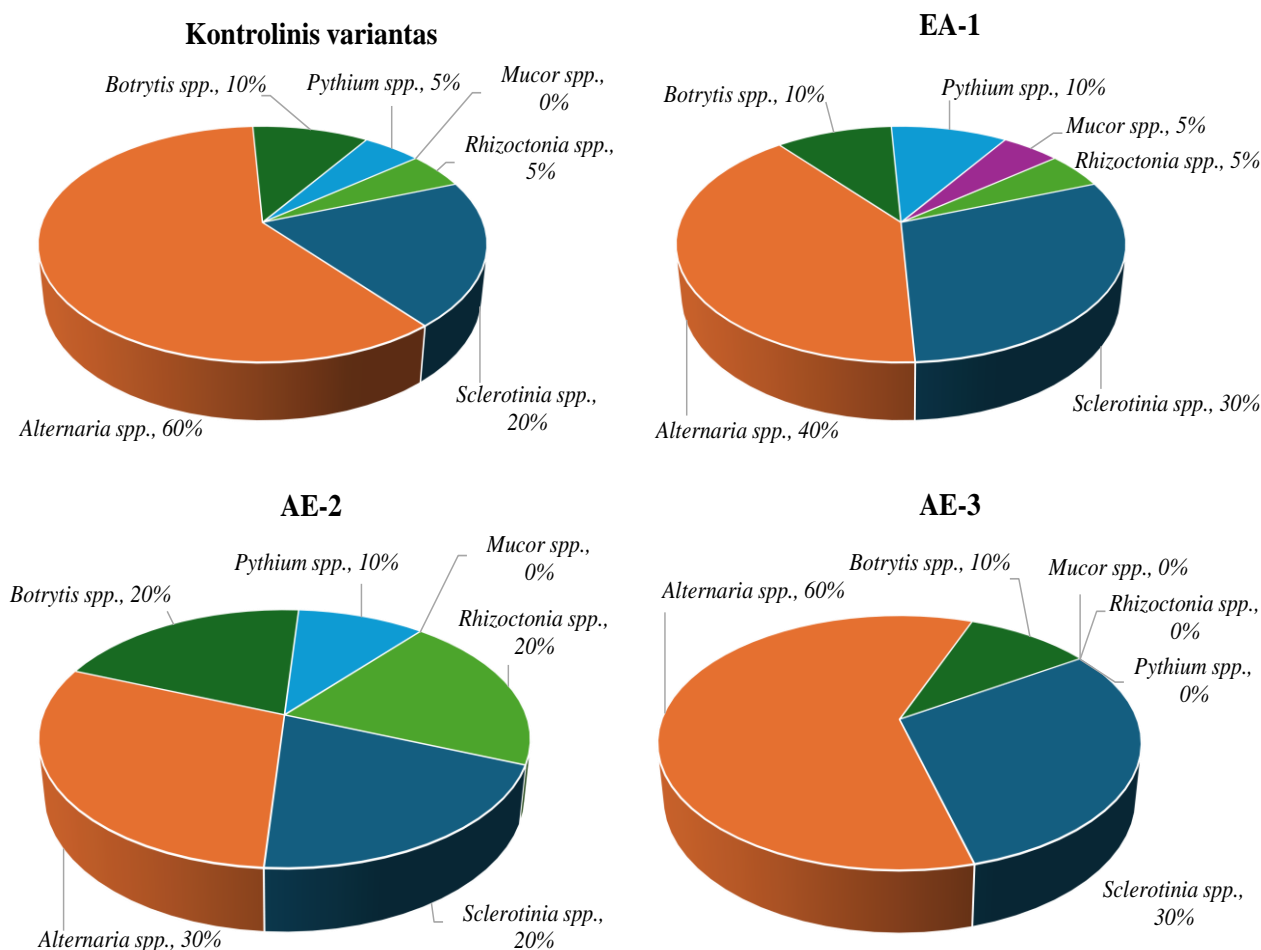
Nikkhah ir kt. [100] tyrė cinamono (625 µg/mL), vaistinio čiobrelio (1250 µg/mL), vaistinio čiobrelio mišinyje su cinamonu (78, 1250, 39 µg/mL) bei cinamono mišinyje su rozmarinu ir vaistiniu čiobreliu (78, 1250, 39 µg/mL) eterinių aliejų poveikį *B. cinerea* ir *Penicillium expansum* (Link.) ant kriaušės vaisių sandėliavimo metu. Cinamono, vaistinio čiobrelio ir rozmarino eterinių aliejų mišinys pasižymėjo stipriausiu slopinamuoju aktyvumu. Penktąją vertinimo dieną ant šiuo mišiniu apdorotų kriaušių nebuvo nustatytas infekcijų plitimas. Rezultatai parodė, kad vaistinio čiobrelio ir cinamono eterinių aliejų mišinys pasižymėjo geresniu slopinimu nei atskiri cinamono ir vaistinio čiobrelio eteriniai aliejai. Tačiau visos augalinės priemonės pasižymėjo slopinamuoju poveikiu prieš *B. cinerea* ir *P. expansum* lyginant su neapdorotu kontroliniu variantu.

Li ir kt [101] analizavo šilingės (lot. *Lysimachi foenum-graecum* L.) ir dviskiaučio ginkmedžio (lot. *Ginkgo biloba* L.) ekstrakto įtaką ličio (lot. *Litchi chinensis* Sonn.) vaisių kokybinių rodiklių užtikrinimui laikymo metu. Eksperimento metu nustatyta, kad mėginys, apdorotas šilingės eteriniu aliejumi, pasižymėjo mažiausiu pažeistų vaisių svoriu lyginant su kontroliniu variantu. Taip pat ličių, paveiktų ginkmedžio ekstraktu, svorio nuostoliai buvo mažesni nei kontrolinio varianto. Manoma, kad būtent eteriniame aliejuje esantys esteriai ir organinės rūgštys bei ekstrakte aptinkami flavanoidai,

terpenai ir ginkolinė rūgštis stabdė infekcijų plitimo dažnį bei turėjo tam tikrą poveikį vaisių šviežumo išsaugojimui.

3.1.3. Morkų šakniavaisių ligotumo įvertinimas

Morkų šakniavaisių ligotumas buvo vertinamas atsižvelgiant į literatūroje aprašytus patogeninių grybų infekcijų požymius [102]. Gauti rezultatai pateikti 3.3 paveiksle. Remiantis šiais duomenimis, nustatyta, kad ant kontrolinio varianto, EA-1, AE-2 bei AE-3 morkų šakniavaisių didžiausią patogeninių grybų dalį sudaro *Alternaria* spp. Šio patogeninio grybo procentinė dalis minėtuose mėginiuose atitinkamai 60 %, 40 %, 30 % ir 60 %.



3.3 pav. Bendras morkų šakniavaisių, apdorotų augalinėmis priemonėmis, pažeidimas mikroskopiniais grybais (%)

Visuose mėginiuose buvo rasta *Botrytis* spp. ir *Sclerotinia* spp. Šių patogenų procentinė dalis kontroliniame variante, atitinkamai 10 % ir 20 %, EA-1 mėginyje – 10 % ir 30 %, AE-2 mėginyje – 20 % ir 20 %, o AE-3 mėginyje – 10 % ir 30 %.

Pythium spp. infekcijų požymiai aptikti ant kontrolinio varianto morkų šakniavaisių – 5 %, ant EA-1 – 10 % ir ant AE-2 – 10 %. Ant morkų šakniavaisių, apdorotų AE-3 augaline priemone, *Pythium* spp. nerasta.

Ant morkų šakniavaisių, apdorotų EA-1 augaline priemone, rasta 5 % *Mucor* spp., ant kitų mėginių šio patogeninio grybo neaptikta. *Rhizoctonia* spp. ligos požymiai pastebėti ant neapdorotų morkos

šakniavaisių bei ant EA-1 ir AE-2. Atitinkamai procentinė *Rhizoctonia* spp. dalis šiuose mėginiuose 5 %, 5 % ir 20 %. Morkos šakniavaisiai, apdoroti AE-3 augaline priemone, nebuvo paveikti *Rhizoctonia* spp.

Parikh ir kt. [103] nustatė, kad kvapniojo gvazdikmedžio ekstraktas turi slopinantį poveikį *Pythium* spp. *in vitro*. Sempere-Ferre ir kt. [104] nustatė, kad iš kvapniojo gvazdikmedžio ir kilniojo lauramedžio išskirtas eugenolis slopina *Rhizoctonia* spp. augimą.

Kanados mokslininkai Kora ir kt. [105] nustatė, kad ant morkų šakniavaisių laikymo metu vyravo *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Mucor*, *Penicillium*, *Rhizoctonia*, *Rhizopus*, *Sclerotinia* ir *Trichoderma* spp. sukelti pažeidimai. Visi aptikti patogenai sukėlė įvairaus laipsnio infekcijos simptomus. Didžiausius pažeidimus sukėlė *Sclerotinia* spp., o mažiausi pažeidimai priskirti *Alternaria* genties grybams. *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Mucor*, *Penicillium*, *Rhizopus* ir *Trichoderma* spp. priskirti mažos rizikos kategorijai. Tačiau šios kategorijos grybai gali sukelti staigų infekcijos plitimą, kai morkų šakniavaisiai yra pažeisti arba laikomi netinkamomis sąlygomis – esant aukštai temperatūrai ir mažai santykinėi oro drėgmei.

Suomijoje atlikto tyrimo metu [106] nustatyta, kad dažniausiai morkų šakniavaisių pažeidimus sukėlė *Mycocentrospora acerina* (Deighton), *B. cinerea*, *Fusarium* spp., *Cylindrocarpon* spp. ir *Mucor* spp. Šio tyrimo metu nebuvo aptikti kiti grybiniai patogenai, sukeliantys didelius produkcijos nuostolius kitose šalyse, kaip *Alternaria*, *Sclerotinia* ar *Rhizoctonia* spp. Manoma, kad patogeninių grybų įvairovės skirtumai gali būti susiję su skirtingomis klimato sąlygomis.

3.2. Morkų šakniavaisių tekstūra ir spalva

Morkų šakniavaisių išvaizda ir skoninės savybės yra pagrindinis veiksnys, apsprendžiantis vartotojų morkų veislės pasirinkimą. Vartotojai dažnu atveju sieja specifines skonines bei išvaizdos savybes su aukštesne kokybe bei didesne maistine verte. Tekstūros ir spalvos vertinimo modeliai leidžia įvertinti kokybę, užtikrinant objektyvius tekstūros ir spalvos skirtumus.

3.2.1. Morkų šakniavaisių spalva

Morkų šakniavaisių, apdorotų skirtingomis augalinėmis priemonėmis, spalvos pokyčių duomenys pateikti 3.1 lentelėje.

3.1 lentelė. Morkų šakniavaisių spalvos palyginimas

Variantas	Spalvos koordinatės		
	L*	a*	b*
Kontrolinis variantas	41,60±0,17	17,24±0,12	23,47±0,48
EA-1	39,64±0,12	15,04±0,13	21,02±0,20
AE-2	40,97±0,16	16,48±0,36	23,5±0,30
AE-3	37,66±0,59	13,97±0,24	20,64±0,76

Išanalizavus morkų šakniavaisių šviesumą (L^*), pastebėta, kad kontrolinis variantas pasižymėjo didžiausiu šviesumu (41,60). Morkų šakniavaisių, apiplautų EA-1 priemone, šviesumo rodiklis (39,64) buvo 4,7 % mažesnis nei kontrolinio varianto. AE-2 augaline priemone apdorotos morkos turėjo 1,5 % mažesnę šviesumą (40,97) lyginant su kontroliniu variantu, o AE-3 (37,66) – 9,5 %. Be kontrolinio varianto, didžiausia šviesumo vertė nustatyta AE-2 morkų šakniavaisių mėginyje.

Vertinant morkų šakniavaisių raudonumą (a^*), nustatyta, kad kontrolinis variantas pasižymėjo didžiausiu raudonos spalvos kiekiu – 17,24. Morkos, apdorotos EA-1 priemone, turėjo 12,8 % mažesnę raudonumo rodiklį (15,04) lyginant su kontroliniu variantu. Morkų šakniavaisių, apdorotų AE-2, raudonumas (16,48) buvo 4,4 % mažesnis nei kontrolinio varianto, o AE-3 šis rodiklis siekė 13,97, t. y. 19 % mažiau nei kontroliniame variante. Išskyrus kontrolinį variantą, didžiausią raudonos spalvos rodiklį turėjo AE-2 augaline priemone apdoroti morkų šakniavaisiai.

Ištyrus morkų šakniavaisių geltonumą (b^*), nustatyta, kad kontroliniame variante geltonos spalvos rodiklis buvo 23,47. Didžiausią geltonos spalvos kiekį (23,5) turėjo morkos, apdorotos AE-2 priemone. Tai sudaro 0,13 % padidėjimą lyginant su kontrolinio varianto mėginiais. EA-1 priemone, paveiktų šakniavaisių, geltonos spalvos rodiklis (21,02) buvo 10,4 % mažesnis nei kontrolinio varianto, o AE-3 grupėje šis rodiklis siekė 20,64, t. y. 12 % mažiau nei kontroliniame variante.

Atlikus morkų šakniavaisių spalvos palyginimą nustatyta, kad didžiausią įtaką morkų šakniavaisių spalvos pokyčiams turėjo AE-3 augalinės priemonės naudojimas. Morkos, apdorotos šia priemone, tapo tamsesnės, prarado raudonos ir geltonos spalvos intensyvumą. Palyginti su kontroliniu variantu, mažiausią įtaką spalvos pasikeitimams turėjo AE-2 augalinė priemonė. EA-1 priemonės poveikis buvo tarpinis: morkų spalva tapo šiek tiek tamsesnė, o raudonos ir geltonos spalvos intensyvumas sumažėjo. Manoma, kad augalinių priemonių sudėtyje esančios cheminės medžiagos gali reaguoti su morkų pigmentais, sukeldamos spalvos pokyčius.

Išanalizavus mokslinę literatūrą, kitų mokslininkų tiriamųjų darbų, susijusių su augalinių priemonių įtaka morkų šakniavaisių spalvos pokyčiams, rasti nepavyko. Tačiau Zielinska ir kt. [107] nustatė „Macon F1“ veislės morkų šakniavaisių spalvos rodiklius pagal L^* , a^* , b^* skalę, kur gautos vertės atitinkamai $55,35 \pm 1,63$, $28,90 \pm 0,85$ ir $40,05 \pm 2,05$. Tuo tarpu Haq ir kt. [108] lygino šviežių ir sandėliuojamų morkų šakniavaisių spalvos pokyčius. Laikymo metu L^* , a^* , b^* vertės ženkliai pasikeitė: L^* vertė padidėjo 21,8 %, a^* – sumažėjo 29,1 %, b^* – sumažėjo 1,6 %. Valgomosios morkos šakniavaisių spalvos pokyčiai po derliaus nuėmimo, yra susiję su polifenolinių junginių skilimu, kurie morkos šakniavaisiui suteikia tamsesnę spalvą [109].

Be to, Yuan ir kt. [110] analizavo pipirmėtės ekstrakto slopinamąjį poveikį šaltai laikomo šviežiai supjaustyto taro (lot. *Colocasia esculenta* L.) spalvos pokyčiams. Kontrolinio varianto šviesumo vertė nuosekliai mažėjo nuo 88,33 pirmąją vertinimo dieną iki 82,02 paskutinąją vertinimo dieną. Pipirmėtės ekstraktas reikšmingai sulėtino šviesumo rodiklio mažėjimą, paskutinąją vertinimo dieną šio mėginio šviesumo rodiklis buvo 2,06–2,60 % didesnis nei kontrolinio varianto. Priešinga tendencija pastebėta raudonos ir geltonos spalvos verčių atžvilgiu. Paskutinąją apskaitos dieną raudonos ir geltonos spalvos parametrų vertės pipirmėčių ekstraktu apdorotame mėginyje buvo ženkliai mažesnės lyginant su kontroliniu variantu. Tyrimo metu padaryta išvada, kad pipirmėčių ekstraktas gali būti perspektyvi priemonė, stabdanti daržo augalų rudavimą aplinkai draugišku būdu.

3.2.2. Morkų šakniavaisių tekstūra

Vienas iš rodiklių, apibūdinančių morkų šakniavaisių tekstūrą, yra tvirtumas. Morkos šakniavaisių, apdorotų skirtingomis augalinėmis priemonėmis, tvirtumo rezultatai pateikti 3.2 lentelėje.

Atlikus bandymą nustatytas kontrolinio varianto morkų šakniavaisių tvirtumas – 261,54 N/cm³. Didžiausias tvirtumas nustatytas šakniavaisiams, apdorotiems AE-2 augaline priemone – 278,36 N/cm³. Šio varianto tvirtumas, palyginti su kontroliniu variantu, 6 % didesnis. Lyginant su EA-1 ir AE-3 augalinėmis priemonėmis, atitinkamai tvirtumas didesnis 8,7 % ir 4,2 %. Morkų šakniavaisiai, apdoroti EA-1 priemone, pasižymėjo mažiausiu tvirtumu – 254,25 N/cm³. Jų tvirtumas nustatytas 2,8 % mažesnis nei kontrolinio varianto. Šakniavaisių, apiplautų AE-3 augaline priemone, tvirtumas (266,61 N/cm³) lyginant su kontroliniu variantu 1,9 % didesnis. Atlikus tyrimą, nustatyta, kad AE-2 augalinė priemonė padidino morkų šakniavaisių tvirtumą lyginant su kontroliniu variantu ir kitomis augalinėmis priemonėmis.

3.2 lentelė. Morkų šakniavaisių tekstūros palyginimas

Variantas	Tvirtumas, N/cm ³
Kontrolinis	261,54
EA-1	254,25
AE-2	278,36
AE-3	266,61

Atlikus mokslinės literatūros apžvalgą, darbų, susijusių su morkų šakniavaisių tvirtumo pokyčiais po augaliniu priemonių apdorojimo, rasti nepavyko. Nepaisant to, Ilič ir kt. [111] tyrė morkų šakniavaisių tvirtumo pokyčius sandėliavimo metu. Tyrimo metu nustatyta, kad sandėliuoti morkų šakniavaisiai pasižymėjo žymiai didesniu tvirtumu nei švieži šakniavaisiai. Be to, šakniavaisių, apdorotų natrio hipochloritu tvirtumas nustatytas ženkliai didesnis palyginti su kontroliniu variantu. Manoma, kad šakniavaisių tvirtumo didėjimas laikymo metu gali būti susijęs su sandėliavimo sąlygomis: drėgme bei temperatūra.

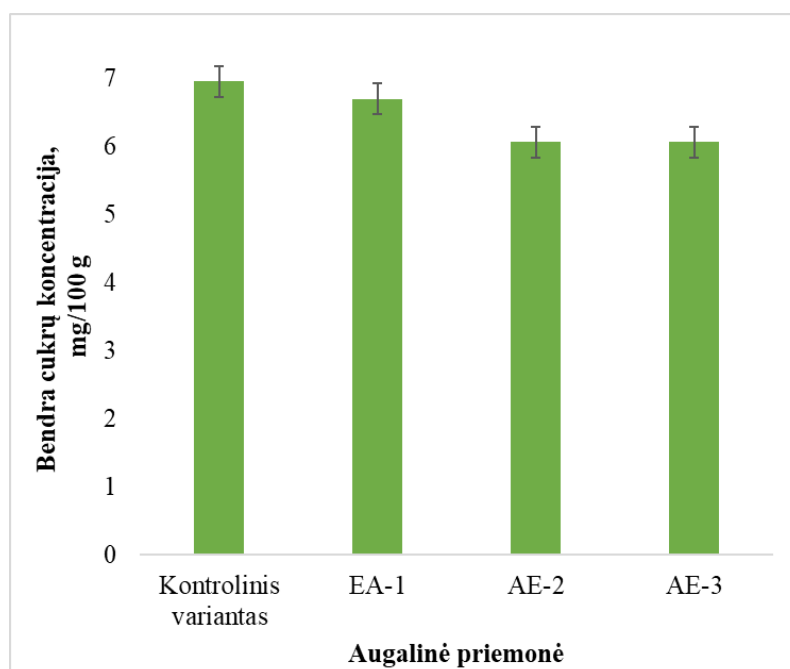
Taip pat Bobo ir kt. [112] analizavo žaliosios arbatos ekstrakto įtaką bulvių (lot. *Solanum tuberosum* L.) polifenolio oksidazės slopinimui, kuri sukelia bulvių rudavimą. Įvertinus spalvos pokyčius, nustatyta, kad žaliosios arbatos ekstraktas reikšmingai slopino bulvių rudavimą. Atlikus bulvių tvirtumo bandymą, kontrolinio varianto ir žaliosios arbatos ekstraktu paveiktų mėginių stiprumo vertė padidėjo atitinkamai 14 % ir 8 %. Nustatyta, kad apdorojimas žaliosios arbatos ekstraktu neparodė žymaus poveikio tekstūros parametrų. Manoma, kad kontrolinio varianto ir žaliosios arbatos ekstrakto mėginių tvirtumo verčių padidėjimas gali būti susijęs su bulvių paviršiaus sausėjimu, kuris buvo stebimas viso eksperimento metu.

3.3. Biocheminės morkų šakniavaisių sudėties analizė

Morkų šakniavaisių biocheminės sudėties tyrimai leidžia palyginti skirtingų augalinių priemonių poveikį maistinei vertei ir išanalizuoti jų įtaką augalų fiziologiniams procesams. Atlikus morkų šakniavaisių, paveiktų skirtingomis augalinėmis priemonėmis, biocheminę sudėties analizę, nustatyta cukrų, askorbo rūgšties, bendra karotenoidų koncentracija ir sausų medžiagų procentinė dalis.

3.3.1. Bendra cukrų koncentracija morkų šakniavaisiuose

Bendros cukrų koncentracijos tyrimo rezultatai pateikiami 3.4 paveiksle. Tiriant bendrą cukrų koncentraciją šviežiuose morkų šakniavaisiuose iškart po laikymo bandymo, nustatyta, kad jų koncentracija mėginiuose kito nuo 6,95 iki 6,06 mg/100 g. Didžiausia bendra cukrų koncentracija (6,95 mg/100 g) buvo nustatyta kontroliniame variante. Morkų šakniavaisiuose, kurie buvo apdoroti EA-1, rasta 6,69 mg/100 g cukrų. Bendra cukrų koncentracija EA-1 mėginyje nustatyta 3,7 % mažesnė palyginti su kontroliniu variantu. AE-2 ir AE-3 bendra cukrų koncentracija nustatyta vienoda – 6,06 mg/100 g. Lyginant su kontroliniu variantu, šių augalinių priemonių bendra cukrų koncentracija sumažėjo 12,8 %. AE-2 ir AE-3 neturėjo didelio poveikio bendros cukrų koncentracijos padidėjimui.



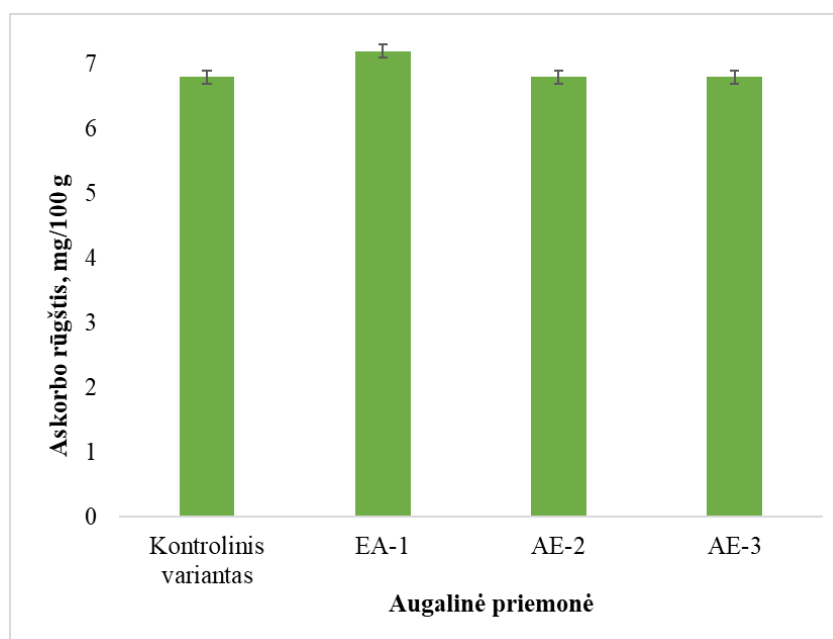
3.4 pav. Bendra cukrų koncentracija morkų šakniavaisiuose

Grabowska ir kt. [113] analizavo biostimuliatorių įtaką skirtingų veislių morkų derliui bei kokybiniam rodikliams. „Napoli F1“ veislės šakniavaisiuose nustatytas 3,8 % didesnė bendra cukrų koncentracija nei „Nandrin F1“. Didžiausia bendra cukrų koncentracija pasižymėjo „Napoli F1“ veislės šakniavaisiai apdoroti biostimuliatoriumi ($3,0 \text{ dm}^3 \times \text{ha}^{-1}$). Šiame mėginyje nustatyta bendra cukrų koncentracija 5,4 % didesnė nei kontroliniame variante.

Anjum ir kt. [114] tyrė gumiarabiko (lot. *Gum arabic* L.) ir valgomojo česnako (lot. *Allium sativum* L.) poveikį guavos vaisiaus kokybei sandėliavimo metu. Tyrimo metu nustatyta, kad cukrų koncentracija buvo reikšmingai mažesnė ekstraktais apdorotame guavos vaisiaus mėginyje (14,66 mg/100 g) lyginant su kontroliniu variantu (15,33 mg/100 g). Augalų nokimas ir brendimas glaudžiai susijęs su bendros cukrų koncentracijos didėjimu. Manoma, kad veikdami biocheminius mechanizmus augaliniai ekstraktai gali sutrikdyti cukrų sintezės procesus augalo ląstelėse. Dėl to sumažėja cukrų kaupimosi greitis, kas lėtina augalų nokimo ir minkštėjimo procesus [115].

3.3.2. Askorbo rūgšties koncentracija morkų šakniavaisiuose

Askorbo rūgšties koncentracijos nustatymo rezultatai pateikiami 3.5 paveiksle. Tyrimo metu nustatyta, kad didžiausia askorbo rūgšties koncentracija rasta morkų šakniavaisių, apdorotų EA-1, mėginyje – 7,2 mg/100 g. EA-1 augalinės priemonės naudojimas padidino askorbo rūgšties koncentraciją 5,9 % lyginant su kontroliniu variantu. Morkų šakniavaisių, paveiktų AE-2 ir AE-3 augalinėmis priemonėmis, mėginiuose bei kontroliniame variante, nustatyta vienoda (6,8 mg/100 g) askorbo rūgšties koncentracija. AE-2 ir AE-3 neturėjo reikšmingo poveikio askorbo rūgšties koncentracijos pokyčiui morkų šakniavaisiuose. Remiantis anksčiau analizuota literatūra, žinoma, kad morkų šakniavaisiuose askorbo rūgšties koncentracija gali būti nuo 4 iki 58 mg/100 g priklausomai nuo veislės, klimato sąlygų, derliaus nuėmimo metodo ir sandėliavimo sąlygų [19].



3.5 pav. Askorbo rūgšties koncentracija morkų šakniavaisiuose

Wszelaczynska ir kt. [116] tyrė komercializuotų biologinių stimuliatorių poveikį morkų maistinėms savybėms laikymo metu. Askorbo rūgšties koncentracija morkų šakniavaisiuose sumažėjo 16,8 % po šešių mėnesių sandėliavimo, palyginti su rezultatais, išmatuotais iškart po derliaus nuėmimo. Nepaisant to, biologinių preparatų naudojimas padidino askorbo rūgšties koncentraciją 19,1 % palyginti su kontroliniu variantu iškart po derliaus nuėmimo. Po šešių mėnesių laikotarpio askorbo rūgšties koncentracija biostimuliatoriumi apdorotame mėginyje buvo 35 % didesnė palyginti su kontroliniu variantu. Tyrimo metu buvo išsikelta hipotezė, kad biostimuliatorių naudojimas askorbo rūgšties koncentracijos didinimui gali būti naudingas tik tais atvejais, kai morkos yra auginamos nepalankiomis sąlygomis. Tačiau tyrimo rezultatai paneigė šią hipotezę, įrodydami, kad biostimuliatorių naudojimas gali būti efektyvus askorbo rūgšties didinime, kai daržo augalai auginami palankiomis sąlygomis.

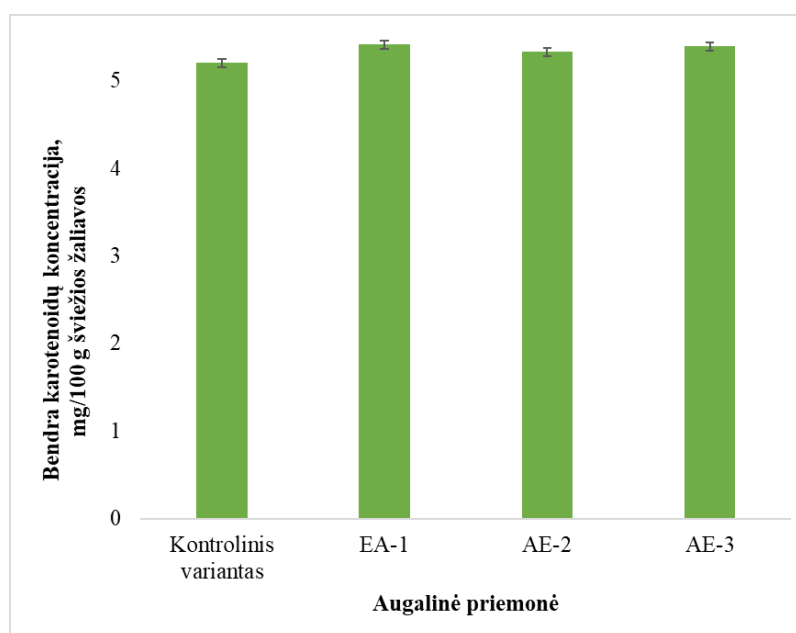
Perez-Vazquez ir kt. [117] analizavo pipirmėtės (lot. *Mentha x piperita* L.) EA įtaką *Fusarium sambucinum* ((Fr.) Sacc.) ant gauruotosios paprikos (lot. *Capsicum pubescens* Ruiz ir Pav.) *in vivo*. Atlikus biocheminę sudėties analizę, nustatyta, kad askorbo rūgšties koncentracija paprikų mėginyje, paveiktame EA, buvo 15 % didesnė palyginti su kontroliniu variantu. Askorbo rūgštis yra antioksidantas, neutralizuojantis laisvuosius radikalus, kuriuos gauruotoji paprika gamina

reaguodama į *F. sambucinum* keliamą infekciją. Manoma, kad pipirmėtės EA pasižymi antioksidaciniu poveikiu, kuris skatina augalą gaminti daugiau askorbo rūgšties.

Awad ir kt. [118] tyrė arbatmedžio (lot. *Camellia sinensis* L.) ir pipirmėtės EA poveikį žaliųjų pupelių (lot. *Phaseolus vulgaris* L.) kokybės išsaugojimui sandėliavimo metu. Atlikus askorbo rūgšties koncentracijos nustatymą, pastebėta, kad 3–9 sandėliavimo dienomis askorbo rūgšties koncentracija visuose mėginiuose reikšmingai nesiskyrė lyginant su kontroliniu variantu. Tačiau visuose mėginiuose, ilgėjant laikymo trukmei, mažėjo. Dvyliktąją ir penkioliktąją matavimo dienomis, askorbo rūgšties koncentracija arbatmedžio EA ir pipirmėtės EA mėginiuose nustatyta reikšmingai didesnė palyginti su kontroliniu variantu. Autorių nuomone, toks askorbo rūgšties koncentracijos padidėjimas gali būti susijęs su eterinių aliejų antioksidacinėmis savybėmis, dėl kurių sulėtėja deguonies difuzija ir kvėpavimo greitis.

3.3.3. Bendra karotenoidų koncentracija morkų šakniavaisiuose

Bendros karotenoidų koncentracijos morkų šakniavaisiuose rezultatai pateikti 3.6 paveiksle. Išanalizavus gautus rezultatus, nustatyta, kad bendra karotenoidų koncentracija šviežių morkų šakniavaisių mėginiuose svyravo nuo 5,42 mg/100 g šviežios žaliavos iki 5,21 mg/100 g šviežios žaliavos. Nustatyta, kad didžiausia bendra karotenoidų koncentracija aptikta morkų šakniavaisių, apiplautų EA-1 (5,42 mg/100 g šviežios žaliavos) mėginyje – 4 % daugiau nei kontroliniame variante (5,21 mg/100 g šviežios žaliavos). AE-3 (5,40 mg/100 g šviežios žaliavos) ir AE-2 (5,33 mg/100 g šviežios žaliavos) atitinkamai nustatyta 3,6 % ir 2,4 % daugiau karotenoidų lyginant su kontroliniu variantu.



3.6 pav. Bendra karotenoidų koncentracija morkų šakniavaisiuose

Taha ir kt. [119] tyrė jūržolės (lot. *Fucus serratus* L.) ekstrakto (2,5, 5 ir 10 g/L) poveikį morkų augimui, derliui ir kokybei. Tyrimo metu nustatyta, kad morkų šakniavaisių mėginiai, kurie buvo paveikti augaliniu ekstraktu, turėjo didesnę bendrą karotenoidų koncentraciją lyginant su kontroliniu variantu. Taip pat pastebėta, kad kuo didesnė AE koncentracija naudota, tuo didesnė bendra karotenoidų koncentracija nustatyta. Nustatyta, kad jūržolės ekstrakto yra daug biologiškai aktyviųjų

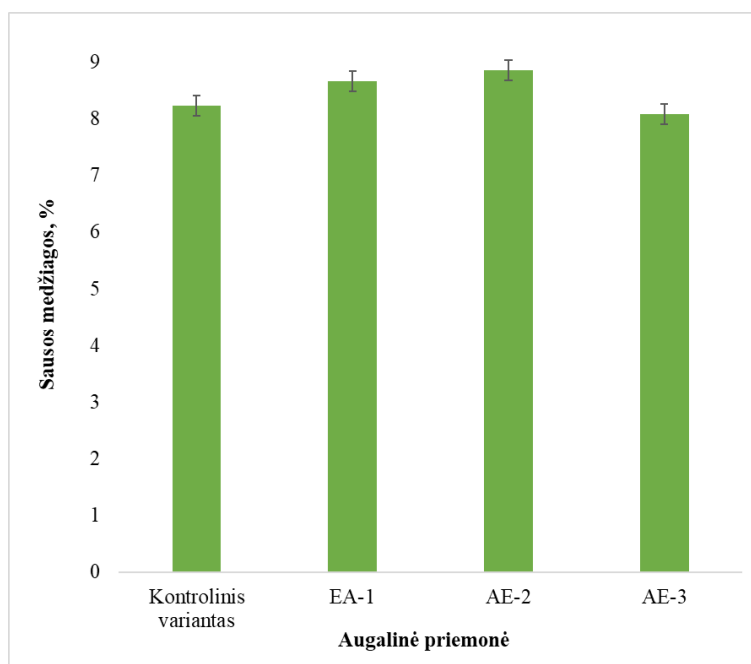
medžiagų, tokių kaip auksinai, citokininai, galinčių stimuliuoti morkų fiziologinius procesus, įskaitant ir karotenoidų sintezę.

Gull ir kt. tyrė [120] nanochitozano emulsinės dangos su granatų (lot. *Punica granatum* L.) žievelės ekstraktu įtaką abrikosų vaisių (lot. *Prunus armeniaca* L.) kokybės prailginimui sandėliavimo metu. Išanalizavus rezultatus pastebėta, kad bendra karotenoidų koncentracija palaipsniui didėjo tiek augaline apsaugos priemone apdorotame mėginyje, tiek kontroliniame variante. Paskutiniąją apskaitos dieną, kontrolinis variantas pasižymėjo didžiausia bendra karotenoidų koncentracija (14 mg/100 g). Apdoroti mėginiai pasižymėjo dideliu efektyvumu palaikant žemą bendrą karotenoidų koncentraciją (10,13–11,2 mg/100 g) lyginant su kontroliniu mėginiu. Bendros karotenoidų koncentracijos sumažėjimas gali būti siejamas su nanochitozano dangos panaudojimu, kuri sulėtina vaisių respiraciją.

3.3.4. Sausos medžiagos

Padidėjusi sausų medžiagų procentinė dalis morkų šakniavaisiuose gali pagerinti augalo atsparumą stresui, sustiprindama jo apsauginį barjerą taip pat pagerinti maistingų medžiagų išsaugojimą bei sulėtinti gedimo procesus [121].

Sausų medžiagų procentinės dalies nustatymo rezultatai pateikti 3.7 paveiksle. Atsižvelgiant į gautus rezultatus, nustatyta, kad sausų medžiagų procentinė dalis mėginiuose, kurie buvo paveikti skirtingomis augalinėmis priemonėmis, svyravo nuo 8,09 iki 8,86 %. Rezultatai rodo, kad skirtingos augalinės priemonės gali turėti poveikį morkų sausų medžiagų kiekiui. Didžiausia sausų medžiagų dalis nustatyta morkų šakniavaisių, kurie buvo paveikti AE-2, mėginyje – 8,86 %. EA-1 bandinyje sausų medžiagų rasta 8,66 %. Mažiausios sausų medžiagų procentinės dalys nustatytos kontroliniame variante ir AE-3 mėginiuose, atitinkamai 8,24 % ir 8,09 %. AE-3 poveikis sausų medžiagų kiekybei didelės įtakos neturėjo.



3.7 pav. Sausų medžiagų koncentracija morkų šakniavaisiuose

Laukaitis ir kt. [122] tyrė biostimuliatorių įtaką dviejų skirtingų veislių morkų sausų medžiagų procentinei daliai bei kitiems kokybiniais rodikliams. Tyrimo metu nustatyta, kad sausos medžiagos skirtingose morkų veislėse statistiškai reikšmingai skyrėsi. „Amsterdam2“ veislės morkų šakniavaisiuose sausų medžiagų procentinė dalis nustatyta 25,7 % didesnė nei „Karotela“ veislės šakniavaisiuose. Didžiausia sausų medžiagų procentinė dalis nustatyta mėginyje, apdorotame didžiausiu biostimuliantaus kiekiu, tačiau poveikis nebuvo statistiškai reikšmingas.

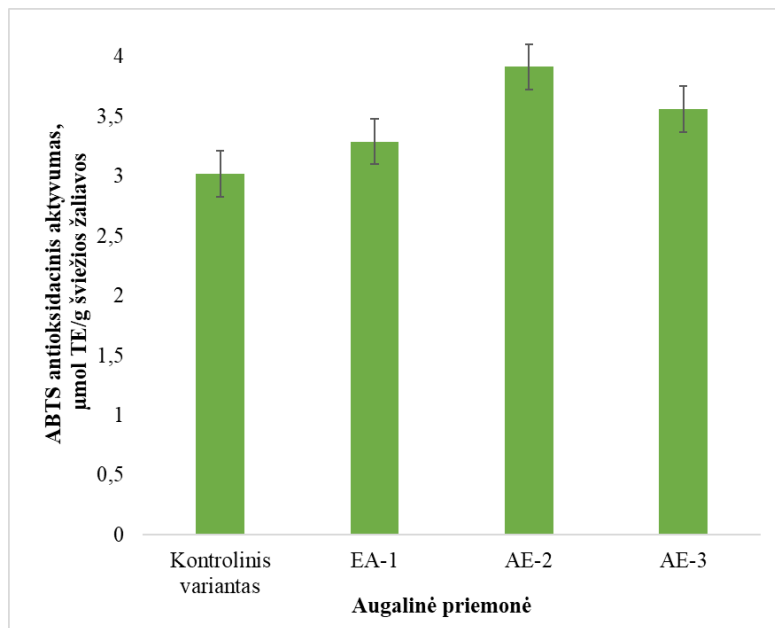
Zavadska ir kt. [123] nustatė, kad sausų medžiagų procentinė dalis skirtingose morkų veislėse gali svyruoti nuo 6 iki 16 % priklausomai nuo veislės, dirvožemio drėgnumo auginimo metu bei santykinės oro drėgmės laikymo metu.

3.4. Antioksidacinės savybės ir bendra fenolinių junginių koncentracija

Antioksidacinio aktyvumo tyrimai gali padėti geriau suprasti augalinių priemonių įtaką morkų šakniavaisių antioksidacinės apsaugos mechanizmomams bei fiziologiniams procesams. Atliktas morkų šakniavaisių, apdorotų skirtingomis augalinėmis priemonėmis, antioksidacinio aktyvumo nustatymas bei bendros fenolinių junginių koncentracijos nustatymas. Antioksidacinis aktyvumas išmatuotas ABTS ir DPPH metodais. Bendra fenolinių junginių koncentracija nustatyta su Folin-Ciocalteu reagentu.

3.4.1. Antioksidacinio aktyvumo įvertinimas ABTS metodu

Išanalizavus antioksidacinio aktyvumo ABTS metodu rezultatus, kurie pateikti 3.8 paveiksle, matyti, kad didžiausiu antioksidaciniu aktyvumu pasižymėjo morkų šakniavaisių mėginiai, apdoroti AE-2. Šio mėginio antioksidacinis aktyvumas (3,915 $\mu\text{mol TE/g}$ šviežios žaliavos) apie 30 % didesnis nei kontrolinio varianto (3,02 $\mu\text{mol TE/g}$ šviežios žaliavos). AE-3 morkų šakniavaisių mėginio antioksidacinis aktyvumas – 3,56 $\mu\text{mol TE/g}$ šviežios žaliavos, beveik 18 % didesnis lyginant su kontroliniu variantu. Mažiausiu antioksidaciniu aktyvumu lyginant su kitomis augalinėmis priemonėmis, pasižymėjo EA-1. Jo antioksidacinis aktyvumas (3,29 $\mu\text{mol TE/g}$ šviežios žaliavos) 16 % mažesnis nei mėginio paveikto AE-2. Taip pat beveik 8 % mažesnis nei AE-3 mėginio antioksidacinis aktyvumas. EA-1 mėginio antioksidacinis aktyvumas 9 % mažesnis lyginant su kontroliniu variantu.



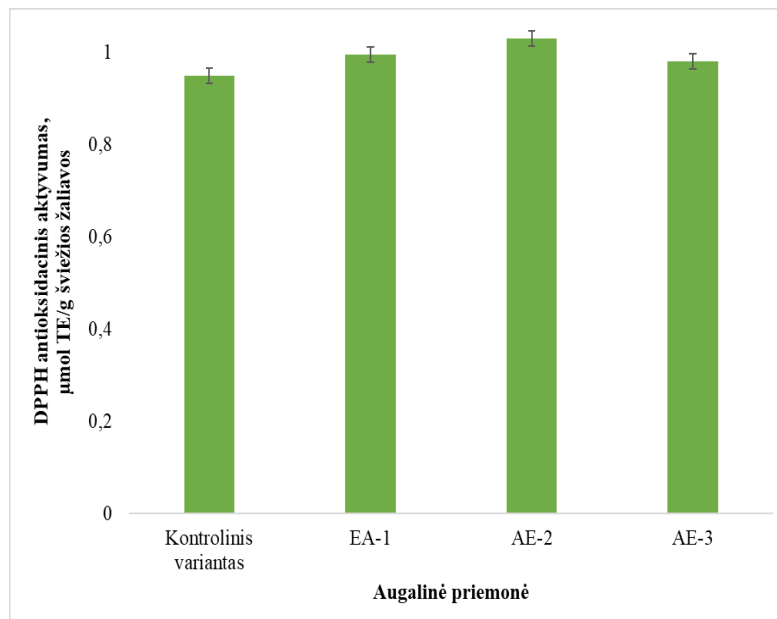
3.8 pav. Morkų šakniavaisių antioksidacinis aktyvumas ABTS metodu

Leon ir kt. [124] tyrė tikrojo alavijo (lot. *Aloe vera* L.) poveikį morkų biocheminei kokybei po derliaus nuėmimo. Tyrimo metu nustatyta, kad didesniu antioksidaciniu aktyvumu pasižymėjo morkų šakniavaisių mėginiai, kurie buvo apdoroti tikrojo alavijo ekstraktu lyginant su kontroliniu variantu. Pirmąją vertinimo dieną antioksidacinis aktyvumas nustatytas beveik 12 % didesnis, o paskutiniąją apskaitos dieną – 53 % didesnis palyginti su kontroliniu variantu.

Dėnė ir kt. [125] analizavo biocheminį valgomojo česnako (lot. *Allium sativum* L.) atsaką į vaistinio čiobrelio ir kvapniojo gvazdikmedžio ekstraktų naudojimą kaip augalinę apsaugos priemonę. Siekiant įvertinti šių ekstraktų poveikį, dvi valgomojo česnako veislės buvo apdorotos skirtingomis ekstraktų koncentracijomis. Atlikus antioksidacinio aktyvumo nustatymą ABTS metodu, pastebėta, kad abi valgomojo česnako veislės, apdorotos vaistinio čiobrelio EA ir kvapniojo gvazdikmedžio AE turėjo mažesnę antioksidacinę aktyvumą lyginant su neapdorotais česnakais. „*Vasariai*“ veislės česnakai, po apdoravimo vaistinio čiobrelio EA, pasižymėjo apytiksliai 32 % mažesniu antioksidaciniu aktyvumu palyginti su kontroliniu variantu. Paveikus „*Vasariai*“ veislės česnakus kvapniojo gvazdikmedžio AE, antioksidacinis aktyvumas sumažėjo iki 22 % lyginant su neapdorotais valgomaisiais česnakais. „*Jarus*“ veislės česnakų antioksidacinis aktyvumas sumažėjo 47 % po vaistinio čiobrelio EA apdoravimo ir apie 7 % po kvapniojo gvazdikmedžio AE panaudojimo. Tik vaistinio čiobrelio EA parodė reikšmingus skirtumus nuo neapdorotų „*Jarus*“ veislės česnakų.

3.4.2. Antioksidacinio aktyvumo nustatymas DPPH metodu

Atlikus antioksidacinio aktyvumo nustatymą DPPH metodu (3.9 pav.), nustatyta, kad didžiausiu antioksidaciniu aktyvumu pasižymėjo morkų šakniavaisių mėginiai, apdoroti AE-2. Šio mėginio antioksidacinis aktyvumas ($1,03 \mu\text{mol TE/g}$ šviežios žaliavos) apytiksliai 8 % didesnis nei kontrolinio varianto ($0,95 \mu\text{mol TE/g}$ šviežios žaliavos). EA-1 mėginio antioksidacinis aktyvumas ($0,995 \mu\text{mol TE/g}$ šviežios žaliavos) užfiksuotas 5 % didesnis palyginti su kontroliniu variantu. Morkų šakniavaisių mėginio, apdoroto AE-3, antioksidacinis aktyvumas ($0,98 \mu\text{mol TE/g}$ šviežios žaliavos) 3 % didesnis nei kontrolinio varianto. Lyginant su AE-2 ir EA-1, antioksidacinis aktyvumas mažesnis atitinkamai 5 % ir 2 %.

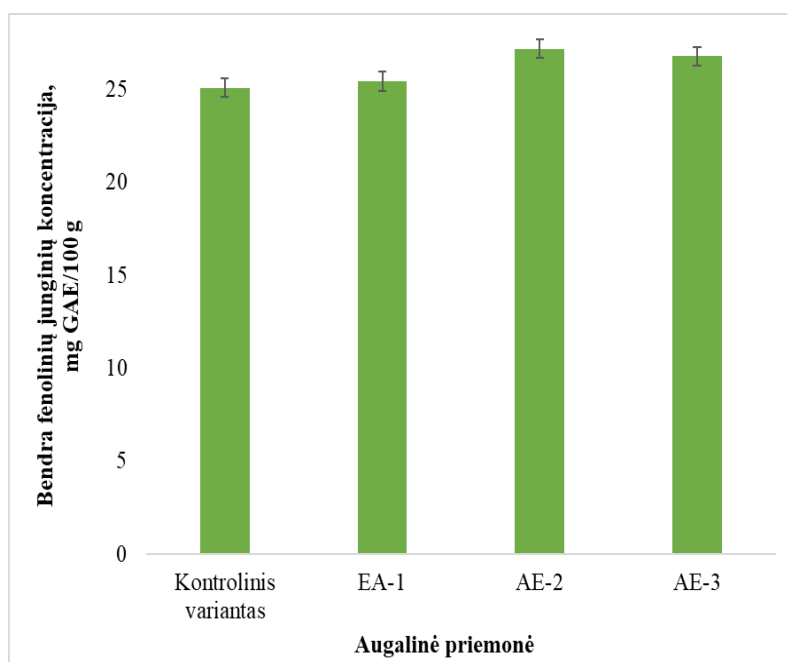


3.9 pav. Morkų šakniavaisių antioksidacinis aktyvumas DPPH metodu

Khaliq ir kt. [126] tyrė alavijo (lot. *A. vera*) gelio dangos, praturtintos paprastojo kermėko (lot. *Fagonia indica* L.) ekstraktu, įtaką paprastojo gumenio (lot. *Manilkara zapota* L.) fitocheminėms savybėms bei antioksidaciniam aktyvumui sandėliavimo metu. Atlikus antioksidacinio aktyvumo nustatymą DPPH metodu, pastebėta, kad vaisiai, apdoroti alavijo ir paprastojo kermėko danga, pasižymėjo didesniu antioksidaciniu aktyvumu nei kontrolinis variantas. Didžiausias antioksidacinis aktyvumas nustatytas devintąją vertinimo dieną mėginuose, apdorotuose mėginuose alavijo 50 %-paprastojo kermėko 1 % ekstraktu ir alavijo 100 %-paprastojo kermėko 1 % ekstraktu. Iki paskutinės vertinimo dienos, antioksidacinis aktyvumas mažėjo. Paskutiniąją vertinimo dieną apdorotų vaisių antioksidacinis aktyvumas išliko reikšmingai didesnis palyginti su neapdorotais vaisiais.

3.4.3. Bendra fenolinių junginių koncentracija

Atlikus bendros fenolinių junginių koncentracijos tyrimą (3.10 pav.), nustatyta, kad didžiausia bendra fenolinių junginių koncentracija pasižymėjo AE-2 paveiktas morkų šakniavaisių mėginys. Bendra fenolinių junginių koncentracija šiame mėginyje (27,2 mg GAE/100 g) apytiksliai 8 % didesnė nei kontroliniame mėginyje (25,1 mg GAE/100 g). Morkų mėginyje, paveiktame AE-3, bendra fenolinių junginių koncentracija (26,8 mg GAE/100 g) nustatyta beveik 7 % didesnė, palyginti su kontroliniu variantu. Mažiausia bendra fenolinių junginių koncentracija, lyginant su kitomis augalinėmis priemonėmis, nustatyta EA-1 mėginyje. Šiame mėginyje bendra fenolinių junginių koncentracija 6 % mažesnė nei AE-2 ir 5 % mažesnė nei AE-3 mėginyje. Lyginant su kontroliniu variantu, EA-1 bendra fenolinių junginių koncentracija buvo 1,4 % didesnė.



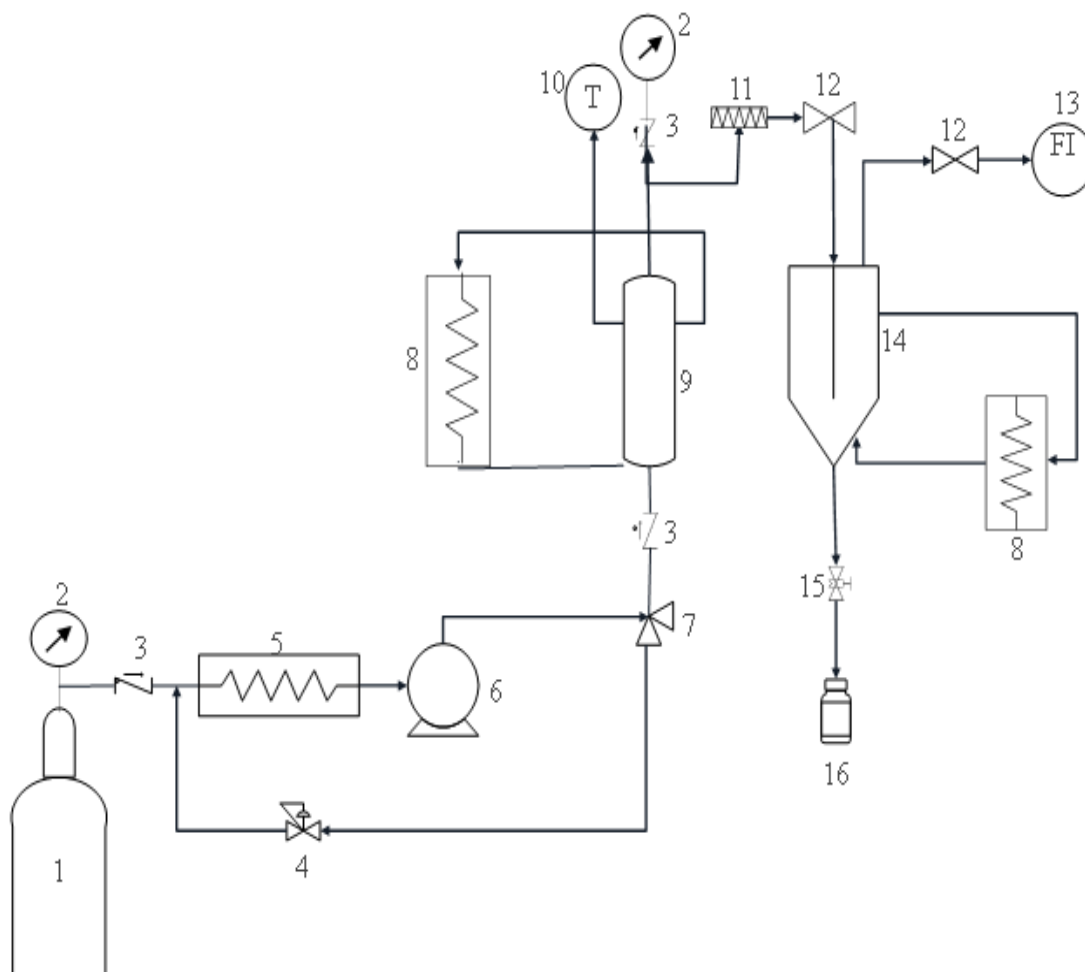
3.10 pav. Bendra fenolinių junginių koncentracija morkų šakniavaisiuose, apdorotuose augalinėmis priemonėmis

Xylia ir kiti [127] atliko morkų, paveiktų kvapiojo mairūno (lot. *Origanum majorana* L.) EA (1:1500), kvapiojo mairūno hidrolatu (1:15) bei citrinos rūgštimi (1 %), kokybės palyginimą. Nustatyta, kad EA naudojimas gali tiesiogiai ir netiesiogiai suaktyvinti augalų apsaugos mechanizmus, skatindami gamintis fenolinius junginius. Tyrimo metu, naudotas EA ir citrinos rūgšties mišinys, padidino bendrą fenolinių junginių koncentraciją (1,03 g/kg) lyginant su kontroliniu variantu (0,21 g/kg) po 6 dienų laikymo. Kita vertus, paveikus pjaustytas morkas kvapiojo mairūno EA, bendra fenolinių junginių koncentracija sumažėjo (1,65 g/kg) lyginant su hidrolato poveikiu (5,22 g/kg). Atlikti tyrimai parodė, kad EA naudojimas kartu su kitomis medžiagomis, tokiomis kaip citrinos rūgštis, yra perspektyvesnis kokybės užtikrinimo būdas nei vieno EA naudojimas.

Maksoud ir kt. [128] analizavo heninės lavsonijos (lot. *Lawsonia inermis* L.) ekstrakto poveikį paprastojo kviečio (lot. *Triticum aestivum* L.) biocheminių savybių bei produktyvumo gerinimui. Atlikus bendrą fenolinių junginių koncentracijos tyrimą, nustatyta, kad AE statistiškai reikšmingai skatino bendrą fenolinių junginių koncentracijos didėjimą. Kontrolinių kviečių grūduose bendra fenolinių junginių koncentracija buvo 2887,5 µg/g, o bandinyje paveiktame AE – 5454,8 µg/g. Tai reiškia, kad biostimuliatoriaus poveikis 90 % padidino bendrą fenolinių junginių koncentraciją kviečių grūduose. Manoma, kad AE gali atlikti biostimuliatoriaus funkciją, skatindamas fenolinių junginių, kurie atlieka itin svarbų vaidmenį apsaugodami augalus nuo įvairaus streso, gamybą.

4. Rekomendacijų dalis

Dideli morkų derliaus nuostoliai dėl grybinių infekcijų plitimo sandėliavimo metu išlieka itin opi problema. Cheminiai preparatai vis dar yra plačiausiai naudojama priemonė vaisių ir daržovių vartojimo laiko prailginimui ir apsaugai nuo produkcijos gedimo. Griežtėjantys aplinkosauginiai reikalavimai bei didėjantis žmonių sąmoningumas skatina ieškoti inovatyvių ir aplinkai draugiškesnių būdų užtikrinti daržovių ilgaamžiškumą ir maistinių savybių išsaugojimą. Viena iš galimybių – augalinių ir eterinių ekstraktų panaudojimas, siekiant suvaldyti grybinių infekcijų plitimą daržovių sandėliavimo metu taip pat užtikrinant daržovių kokybę. Šiame darbe naudoti kvapniojo gvazdikmedžio ir kilniojo lauramedžio ekstraktai gauti subkriticinės CO₂ ekstrakcijos būdu. Aparatūrinė subkriticinės CO₂ ekstrakcijos schema pateikta 4.1 paveiksle, o aparatūrinės schemos žymėjimas 4.1 lentelėje.



4.1 pav. Aparatūrinė subkriticinės CO₂ ekstrakcijos schema

Subkriticinės CO₂ ekstrakcijos procesas prasideda nuo tiriamosios medžiagos patalpinimo į ekstraktorių (9). Ekstraktorių uždaromas ir pradedama vykdyti ekstrakcija. Dujinės būsenos CO₂ iš rezervuaro (1) keliauja į aušintuvą (4), kur atšaldomas iki skystos būsenos. Siurblys (6) transportuoja suskystintą CO₂ į ekstraktorių, kuriame palaikoma pastovi 10 °C temperatūra ir 42 bar slėgis. Temperatūrai fiksuoti naudojamas termometras (10), o pastovus slėgis sistemoje palaikomas naudojant atgalinio slėgio reguliatorių (6). Po ekstrakcijos etapo gaunamas ekstraktas su tirpikliu, kuris prateka per filtrą (11), sulaikantį didesnes ekstrahuotos medžiagos daleles. Tuomet ekstraktas

su likusiomis priemaišomis patenka į separatorių (14). Separatoriuje atskiriamos skirtingos fazės: netirpios medžiagos nusėda ant separatoriaus dugno, dujinio būvio medžiagos, esant atmosferiniam slėgiui, išgaruoja (srauto matuoklis (13) matuoja dujų srautą), o tiriamosios medžiagos ekstraktas tekėdamas per adatinį vožtuvą (15) surenkamas į mėginio surinkimo talpą (16). Ekstrahavimo proceso efektyvumą kontroliuoja šilumokaičiai (8), reguliuojantys sistemos temperatūrą. Slėgis matuojamas manometru (2). Apsauginis vožtuvas (7) atsidaro, kai sistemoje yra slėgio perviršis ir užsidaro, kai slėgis yra sureguliuojamas iki nustatytos ribos. Atbuliniai vožtuvai (3) užtikrina vienkryptį srauto tekėjimą [129, 130].

4.1 lentelė. Subkizinės CO₂ ekstrakcijos aparatūros žymėjimas

Numeris	Pavadinimas
1	CO ₂ rezervuaras
2	Manometras
3	Atbulinis vožtuvas
4	Atgalinio slėgio reguliatorius
5	Aušintuvas
6	Aukšto slėgio siurblys
7	Apsauginis vožtuvas
8	Šilumokaitis
9	Ekstraktorius
10	Termometras
11	Filtru
12	Dozavimo vožtuvas
13	Srauto matuoklis
14	Separatorius
15	Adatinis vožtuvas
16	Mėginio surinkimo talpa

Analizuojant valgomosios morkos šakniavaisių išsilaikymo bei ligotumo rodiklius, galima spręsti kaip efektyvinti augalų laikymo sąlygas, sumažinti derliaus nuostolius bei užtikrinti maistinę šakniavaisių vertę.

Atliekant tolimesnius tyrimus būtų galima:

- išgauti augalinius ir eterinius ekstraktus kitais gavybos būdais (Soksleto ekstrakcija, ekstrakcija ultragarsu ir kt.);
- atlikti tyrimus su didesnėmis eterinių aliejų ir augalinių ekstraktų koncentracijomis;
- palyginti iš kitų augalų išskirtų ekstraktų poveikį ligų plitimui sandėliavimo metu. Tai galėtų būti vaistinė ramunė (lot. *Matricaria recutita* L.), eukaliptas (lot. *Eucalyptus* L.) ar ežiuolė (lot. *Echinacea* L.);
- atlikti biologinę augalų apsaugą ne po derliaus nuėmimo, o apdoroti sėklas augaliniiais ekstraktais bei eteriniais aliejais prieš sodinant arba purkšti augalus ekstraktais derliaus augimo metu laukuose;
- ištirti kitų augalinių priemonių poveikį kokybiniais morkų šakniavaisių rodikliams.

Išvados

1. Įvertinus augalinių ekstraktų ir eterinio aliejaus veiksmingumą gerinant morkų šakniavaisių išsilaikymą sandėliavimo metu, vaistinio čiobrelio eterinis aliejus ir vaistinio čiobrelio-vaistinio isopo ekstraktas efektyviausiai padėjo išlaikyti sveikų morkų šakniavaisių svorį.
2. Dažniausiai aptiktos mikroskopinių grybų gentys morkų šakniavaisiuose buvo: *Alternaria*, *Botrytis*, *Pythium*, *Mucor*, *Rhizoctonia* ir *Sclerotinia*. Kvapniojo gvazdikmedžio-kilniojo lauramedžio ekstraktas efektyviausiai sumažino mikroskopinių grybų įvairovę – neaptikta *Pythium*, *Mucor*, *Rhizoctonia*.
3. Įvertinus augalinių ekstraktų ir eterinio aliejaus poveikį morkų šakniavaisių spalvai ir tekstūrai esminių skirtumų nebuvo. Didžiausią įtaką spalvos pokyčiui turėjo kvapniojo gvazdikmedžio-kilniojo lauramedžio ekstraktas, o mažiausią – vaistinio čiobrelio eterinis aliejus. Vaistinio čiobrelio-vaistinio isopo ekstraktas pasižymėjo didžiausiu poveikiu didinti morkų šakniavaisių tvirtumą lyginant su neapdorotais morkų šakniavaisiais.
4. Nustatyta, kad vaistinio čiobrelio eterinis aliejus bei vaistinio čiobrelio-vaistinio isopo ir kvapniojo gvazdikmedžio-kilniojo lauramedžio ekstraktai sumažino bendrą cukrų koncentraciją morkų šakniavaisiuose, o vaistinio čiobrelio eterinis aliejus padidino askorbo rūgšties koncentraciją. Tirti augaliniai ekstraktai ir eterinis aliejus didino karotenoidų ir sausų medžiagų koncentraciją, antioksidacinį aktyvumą ir bendrą fenolinių junginių koncentraciją morkų šakniavaisiuose.

Literatūros sąrašas

1. VELTEN, S. ir kt. What Is Sustainable Agriculture? A Systematic Review. *Sustainability* [interaktyvus]. 2015, vol. 7, 7833-7865 [žiūrėtas 2024-02-23]. Prieiga per doi:10.3390/su7067833.
2. EUROPOS KOMISIJA. Pesticidai ir augalų apsauga. Bendra žemės ūkio politika skatinamas tausasis pesticidų naudojimas ES žemės ūkyje [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-02-23]. Prieiga per: <https://agriculture.ec.europa.eu/>.
3. FIERASCU, R. C. ir kt. The application of essential oils as a next-generation of pesticides: Recent developments and future perspectives. *Zeitschrift fur Naturforschung C* [interaktyvus]. 2019, vol. 75, 7-8 [žiūrėtas 2024-02-23]. Prieiga per doi:10.1515/znc-2019-0160.
4. NAGRAJ, G. S. ir kt. Carrot. *Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetables*. [interaktyvus]. 2020, 323-337 [žiūrėta 2024-02-08]. Prieiga per doi:[10.1016/B978-0-12-812780-3.00020-9](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812780-3.00020-9).
5. VARSHNEY, K. ir K. MISHARA. An Analysis of Health Benefits of Carrot. *International Journal of Innovative Research in Engineering & Management* [interaktyvus]. 2022, vol. 9(1), 211-214 [žiūrėta 2024-02-08]. Prieiga per doi:[10.55524/ijirem.2022.9.1.40](https://doi.org/10.55524/ijirem.2022.9.1.40).
6. OMONDI, S. The Most Popular Vegetables In The World. [interaktyvus]. 2018, [žiūrėta 2024-02-08]. Prieiga per: <https://www.worldatlas.com/articles/the-most-popular-vegetables-in-the-world.html>
7. Carrot Production by Country 2024 [interaktyvus] [žiūrėta 2024-02-08]. Prieiga per: <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/carrot-production-by-country>
8. KAVALIAUSKIENĖ, D. ir N. RASIUKEVIČIŪTĖ. Morkos. *Integruotos kenksmingųjų organizmų kontrolės gairės* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-02-08]. Prieiga per: https://www.lammc.lt/data/public/uploads/2020/05/ikok_gaires_morkos-1.pdf
9. STARKUTĖ, R. Renkamės morkų veisles ir hibridus. *LAMMC Sodininkystės ir daržininkystės institutas* [interaktyvus] 2011, [žiūrėta 2024-02-08]. Prieiga per: <https://www.agroakademija.lt/s/verta-zinoti/renkames-morku-veisles-ir-hibridus-3690/>
10. MAZZONI, L., M. T. A. FERNANDEZ ir F. CAPOCASA. Potential Health Benefits of Fruits and Vegetables. *Applied Sciences* [interaktyvus]. 2021, vol. 11(19), 8951 [žiūrėta 2024-02-08]. Prieiga per doi:[10.3390/app11198951](https://doi.org/10.3390/app11198951).
11. PRASAD, K. ir kt. Secondary Metabolites and their Prospective Health Benefits. *Plant Secondary Metabolites* [interaktyvus]. 2016, vol. 3(4) [žiūrėta 2024-02-08]. Prieiga per doi:[10.1201/9781315207506-15](https://doi.org/10.1201/9781315207506-15).
12. BARZEE, T. J ir kt. Carrots. *Integrated Processing Technologies for Food and Agricultural By-Products Crops* [interaktyvus]. 2019, 297-330 [žiūrėta 2024-02-08]. Prieiga per doi:[10.1016/B978-0-12-814138-0.00012-5](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814138-0.00012-5).
13. KUMAR, A. ir kt. Phytochemicals: Recent Advances in Health Benefits and Extraction Method. *Molecules* [interaktyvus]. 2023, vol 28(2), 887 [žiūrėta 2024-02-08]. Prieiga per doi:[10.3390/molecules28020887](https://doi.org/10.3390/molecules28020887).
14. ŠEREGLJ, V. ir kt. Natural bioactive compounds in carrot waste for food applications and health. *Studies in Natural Products Chemistry* [interaktyvus]. 2020, vol. 67, 307-344. Prieiga per doi:[10.1016/B978-0-12-819483-6.00009-6](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819483-6.00009-6).
15. KARKLIENĖ, R. Ekologiškų morkų ir svogūnų auginimo technologiniai tyrimai. *Ekologinio ūkininkavimo plėtra* [interaktyvus]. 2008, 55 [žiūrėta 2024-02-08]. Prieiga per: https://zum.lrv.lt/uploads/zum/documents/files/LT_versija/Veiklos_sritys/Mokslas_mokymas_ir

- [konsultavimas/Moksliniu tyrimu ir taikomosios veiklos darbu galutines ataskaitos/2008%20m_%20VISOS%20TYRIMU%20SANTRAUKOS.pdf](#)
16. ROSA, L. A. ir kt. Phenolic Compounds. *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables* [interaktyvus]. 2019, 253-271 [žiūrėta 2024-02-08]. Prieiga per doi:[10.1016/B978-0-12-813278-4.00012-9](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813278-4.00012-9).
 17. SHARMA, K. D. ir kt. Chemical composition, functional properties and processing of carrot—a review. *Journal of food science and technology* [interaktyvus]. 2012, vol. 49(1), 22-32 [žiūrėta 2024-02-08]. Prieiga per doi:[10.1007/s13197-011-0310-7](https://doi.org/10.1007/s13197-011-0310-7).
 18. VOUNG., Q. V. Phenolic Compounds potential health Benefits and toxicity. *Utilisation of Bioactive Compounds from Agricultural and Food Waste* [interaktyvus]. 2017, [žiūrėta 2024-02-08]. ISBN 9781498741323 Prieiga per: https://books.google.lt/books?hl=lt&lr=&id=jYU0DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT47&dq=phenolic+compounds+benefits&ots=XwyvKXT3Y0&sig=COtcy8Mact_xG961re0Rj42_Oy4&redir_esc=y#v=onepage&q=phenolic%20compounds%20benefits&f=false
 19. AHMAD, T. ir kt. Phytochemicals in *Daucus carota* and Their Health Benefits - Review Article. *Foods* [interaktyvus]. 2019, vol. 8(9), 424 [žiūrėtas 2024-02-09]. Prieiga per doi:[10.3390/foods8090424](https://doi.org/10.3390/foods8090424).
 20. DOSEDEL, M. ir kt. Vitamin C—Sources, Physiological Role, Kinetics, Deficiency, Use, Toxicity, and Determination. *Nutrients* [interaktyvus]. 2021, vol. 13(2), 615 [žiūrėta 2024-02-09]. Prieiga per doi:[10.3390/nu13020615](https://doi.org/10.3390/nu13020615).
 21. DJOUFACK, M. M. T. ir kt. Sensory quality and nutritional composition of carrot (*Daucus carota* L.) genotypes as affected by fertilization in production system in Cameroon. *CABI Agriculture and Bioscience* [interaktyvus]. 2023, vol. 4(22), 1656 [žiūrėtas 2024-02-09]. Prieiga per doi:[10.1186/s43170-023-00166-2](https://doi.org/10.1186/s43170-023-00166-2).
 22. SCHIFFERSTEIN, H. N. J, T. WHRLE ir C. CARBON. Consumer expectations for vegetables with typical and atypical colors: The case of carrots. *Food Quality and Preference* [interaktyvus] 2019, vol. 72, 98-108 [žiūrėtas 2024-02-09]. Prieiga per doi:[10.1016/j.foodqual.2018.10.002](https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.10.002).
 23. SZYMCZAK, P. ir kt. SENSORY QUALITY AND CONSUMER LIKING OF CARROT CULTIVARS OF DIFFERENT GENOTYPE. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* [interaktyvus]. 2007, vol. 67(1) [žiūrėtas 2024-02-09]. Prieiga per doi:[10.2478/v10032-007-0040-6](https://doi.org/10.2478/v10032-007-0040-6).
 24. UNITED NATIONS. Unece standard FFV-10 concerning the marketing and commercial quality control of carrots [interaktyvus]. 2018, [žiūrėtas 2024-02-09]. Prieiga per: <https://unece.org/>
 25. SELJASE, R. ir kt. Quality of carrots as affected by pre- and postharvest factors and processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [interaktyvus]. 2013, 2611-2626 [žiūrėtas 2024-02-15]. Prieiga per doi:[10.1002/jsfa.6189](https://doi.org/10.1002/jsfa.6189).
 26. YAHIA, E. M. ir kt. Preharvest Factors Affecting Postharvest Quality. *Postharvest Technology of Perishable Horticultural Commodities* [interaktyvus]. 2019, 99-128, [žiūrėtas 2024-02-15]. Prieiga per doi:[10.1016/B978-0-12-813276-0.00004-3](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813276-0.00004-3).
 27. NIMATULLAH, A. ir kt. Effect of biofertilizer on growth and yield of carrot (*Daucus Carota* L.) plants in different latitudes of Lombok Island. *Science and Engineering* [interaktyvus]. 2021, 1098 [žiūrėtas 2024-02-15]. Prieiga per doi:[10.1088/1757-899X/1098/4/042107](https://doi.org/10.1088/1757-899X/1098/4/042107).
 28. QUIAN – ULLOA, R. ir C. STANGE. Carotenoid Biosynthesis and Plastid Development in Plants: The Role of Light. *International Journal of Molecular Sciences* [interaktyvus]. 2021, vol. 22(3), 1184 [žiūrėtas 2024-02-15]. Prieiga per doi:[10.3390/ijms22031184](https://doi.org/10.3390/ijms22031184).

29. ANUB, R. R. Growth and Yield of Carrot (*Daucus carota* L.) as Affected by Different Irrigation Frequency, Organic Soil Amendments and Inorganic Fertilizer. *International Journal of Humanities and Social Sciences* [interaktyvus]. 2019, vol. 11(4), 9-19 [žiūrėtas 2024-02-15]. Prieiga per doi:[10.26803/ijhss.11.4.2](https://doi.org/10.26803/ijhss.11.4.2).
30. RAMJAN M. ir M.T. ANSARI. Factors affecting of fruits, vegetables and its quality. *Journal of Medicinal Plants Studies* [interaktyvus]. 2018, vol. 6(6), 16-18 [žiūrėtas 2024-02-15]. Prieiga per researchgate.net.
31. SALIM, B. B. M., N. M. TAHA ir A. A. EL-YAZIED. Stimulating the growth, storage root yield and quality of carrot plants by phosphoric acid, potassium and boric acid foliar applications. *Scientific Journal of Agricultural Sciences* [interaktyvus]. 2022, vol. 4(1), 12-22 [žiūrėtas 2024-02-15]. Prieiga per doi:[10.21608/sjas.2022.111487.1175](https://doi.org/10.21608/sjas.2022.111487.1175).
32. LENCHO, G. W. Review on Challenge and Post-Harvest Handling Consideration for Fruits and Vegetables. *Journal of Nutrition and Food Sciences* [interaktyvus]. 2023, vol. 13(3) [žiūrėtas 2024-02-15]. Prieiga per doi:[10.35248/2155-9600.23.13.023](https://doi.org/10.35248/2155-9600.23.13.023).
33. ADEWOYIN, O. B. Pre-Harvest and Postharvest Factors Affecting Quality and Shelf Life of Harvested Produce. *New Advances in Postharvest Technology* [interaktyvus]. 2023 [žiūrėtas 2024-02-15]. Prieiga per doi:[10.5772/intechopen.111649](https://doi.org/10.5772/intechopen.111649).
34. BRASIL I. M. ir M. W. SIDDIQUI. Postharvest Quality of Fruits and Vegetables: An Overview. *Preharvest Modulation of Postharvest Fruit and Vegetable Quality* [interaktyvus]. 2018, 1-40 [žiūrėtas 2024-02-15]. Prieiga per doi:[10.1016/B978-0-12-809807-3.00001-9](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809807-3.00001-9).
35. ASGAR, A. Effect of storage temperature and type of packaging on physical and chemical quality of carrot. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [interaktyvus]. 2020, 443 [žiūrėtas 2024-02-15]. Prieiga per doi:[10.1088/1755-1315/443/1/012002](https://doi.org/10.1088/1755-1315/443/1/012002).
36. SHAKEEL, Q. ir kt. Postharvest management of fruits and vegetables. *Applications of Biosurfactant in Agriculture* [interaktyvus]. 2022, 1-16 [žiūrėtas 2024-02-15]. Prieiga per doi:[10.1016/B978-0-12-822921-7.00001-5](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822921-7.00001-5).
37. GAJEWSKI, M. ir P. SZYMCZAK. The influence of controlled atmosphere storage on selected quality traits of carrot cultivars with different root colours. *Horticulture and Landscape Architecture* [interaktyvus]. 2017, vol. 38, 51-60 [žiūrėtas 2024-02-16]. Prieiga per doi:[10.22630/AHLA.2017.38.6](https://doi.org/10.22630/AHLA.2017.38.6).
38. RAMA, M. V. ir P. NARASIMHAM. CONTROLLED-ATMOSPHERE STORAGE | Effects on Fruit and Vegetables. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* [interaktyvus]. 2003, 1607-1615 [žiūrėtas 2024-02-16]. Prieiga per doi:[10.1016/B0-12-227055-X/00292-3](https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/00292-3).
39. VALSIKOVA, M., M. ŠLOSAR ir A. ANDREJIOVA. The impact of storage conditions on the shelf life of carrot roots. *Conference: Horticulture in quality and culture of life* [interaktyvus]. 2014, [žiūrėtas 2024-02-16]. Prieiga per: researchgate.net.
40. BIST, N. S. ir P. BIST. ROLE OF MICROORGANISMS IN POST-HARVEST LOSS OF AGRICULTURAL PRODUCTS: A REVIEW. *Sustainability in Food and Agriculture (SFNA)* [interaktyvus]. 2021, vol. 2(1), 1-4 [žiūrėtas 2024-02-16]. Prieiga per doi:[10.26480/sfna.01.2021.01.04](https://doi.org/10.26480/sfna.01.2021.01.04).
41. KARONEY, E. M. ir kt. Global research network analysis of fresh produce postharvest technology: Innovative trends for loss reduction. *Postharvest Biology and Technology* [interaktyvus]. 2024, vol. 208 [žiūrėtas 2024-02-16]. Prieiga per doi:[10.1016/j.postharvbio.2023.112642](https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2023.112642).

42. HIGGINS, D. S. ir M. K. HAUSBECCK. Diseases of Carrot. *Handbook of Vegetable and Herb Diseases* [interaktyvus]. 2023, 1-54 [žiūrėtas 2024-02-16]. Prieiga per doi:[10.1007/978-3-030-35512-8_34-1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-35512-8_34-1).
43. THOMMA, B. P. H. J. Alternaria spp.: from general saprophyte to specific parasite. *Molecular Plant Pathology* [interaktyvus]. 2003, vol. 4(4), 225-236 [žiūrėta 2024-02-16]. Prieiga per doi:[10.1046/j.1364-3703.2003.00173.x](https://doi.org/10.1046/j.1364-3703.2003.00173.x).
44. SODIKOV, B. ir M. MATKARIMOV. Carrot (*Daucus carota* L.) of the plant Alternaria disease (review). *Precision Agriculture Technologies for Crop and Livestock Production* [interaktyvus]. 2023, vol. 389 [žiūrėtas 2024-02-16]. Prieiga per doi:[10.1051/e3sconf/202338903073](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338903073).
45. QIAO, Y. ir kt. Postharvest sclerotinia rot control in carrot by the natural product hinokitiol and the potential mechanisms involved. *International Journal of Food Microbiology* [interaktyvus]. 2022, vol. 383(16) [žiūrėtas 2024-02-16]. Prieiga per doi:[10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109939](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109939).
46. CLARKSON, J. P. ir kt. A Model for Sclerotinia sclerotiorum Infection and Disease Development in Lettuce, Based on the Effects of Temperature, Relative Humidity and Ascospore Density. *PLoS One* [interaktyvus]. 2014, vol. 9(4) [žiūrėtas 2024-02-16]. Prieiga per doi:[10.1371/journal.pone.0094049](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094049).
47. MARCOU, S. ir kt. Occurrence and Anastomosis Grouping of Rhizoctonia spp. Inducing Black Scurf and Greyish-White Felt-Like Mycelium on Carrot in Sweden. *Fungi (Basel)* [interaktyvus]. 2021, vol. 7(5), 396 [žiūrėtas 2024-02-16]. Prieiga per doi:[10.3390/jof7050396](https://doi.org/10.3390/jof7050396).
48. BASF. Overview carrot diseases. *Short description of the most important field and/or storage diseases* [interaktyvus]. 2019, 8 [žiūrėtas 2024-02-16]. Prieiga per: nunhems.com.
49. AKTARUZZAMAN, M. ir kt. First Report of Postharvest Gray Mold Rot on Carrot Caused by Botrytis cinerea in Korea. *Research in Plant Disease* [interaktyvus]. 2014, vol. 20(2), 129-131 [žiūrėtas 2024-02-16]. Prieiga per doi:[10.5423/RPD.2014.20.2.129](https://doi.org/10.5423/RPD.2014.20.2.129).
50. PARK, K. H. ir kt. Gray Mold on Carrot Caused by Botrytis cinerea in Korea. *Res. Plant Dis* [interaktyvus]. 2011, vol. 17(3), 364-368 [žiūrėtas 2024-02-16]. Prieiga per doi:[10.5423/rpd.2011.17.3.364](https://doi.org/10.5423/rpd.2011.17.3.364).
51. BABADOOST, M. Gray-mold rot or Botrytis blight of vegetables. *Plant disease* [interaktyvus]. 2014, 985 [žiūrėtas 2024-05-13]. Prieiga per <http://extension.cropsciences.illinois.edu/>
52. SINGH, D. ir R. R. SHARMA. Chapter 1 - Postharvest Diseases of Fruits and Vegetables and Their Management. *Postharvest Disinfection of Fruits and Vegetables* [interaktyvus]. 2018, 1-52 [žiūrėtas 2024-02-17]. Prieiga per doi:[10.1016/B978-0-12-812698-1.00001-7](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812698-1.00001-7).
53. USALL, J. Ir kt. Physical treatments to control postharvest diseases of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology* [interaktyvus]. 2016, vol. 122, 30-40 [žiūrėtas 2024-02-17]. Prieiga per doi:[10.1016/j.postharvbio.2016.05.002](https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.05.002).
54. PEREZ-LUCAS, G. ir kt. Environmental Risk of Groundwater Pollution by Pesticide Leaching through the Soil Profile. *Use and Misuse and Their Impact in the Environment* [interaktyvus]. 2019, 1-28 [žiūrėtas 2024-02-17]. Prieiga per doi:[10.5772/intechopen.82418](https://doi.org/10.5772/intechopen.82418).
55. GUPTA, I. ir kt. Plant Essential Oils as Biopesticides: Applications, Mechanisms, Innovations, and Constraints. *Plants* [interaktyvus]. 2023, vol. 12(16):2916 [žiūrėtas 2024-02-17]. Prieiga per doi:[10.3390/plants12162916](https://doi.org/10.3390/plants12162916).
56. HOU, T. ir kt. Essential oils and its antibacterial, antifungal and anti-oxidant activity applications: A review. *Food Bioscience* [interaktyvus]. 2022, vol. 47 [žiūrėtas 2024-02-17]. Prieiga per doi:[10.1016/j.fbio.2022.101716](https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101716).

57. ZAKER, M. Natural Plant Products as Eco-friendly Fungicides for Plant Diseases Control- A Review. *The Agriculturists* [interaktyvus]. 2016, vol. 14(1), 134-141 [žiūrėta 2024-02-22]. Prieiga per [researchgate.com](https://www.researchgate.com).
58. EL-BAKY, N. A. ir A. A. F. AMARA. Recent Approaches towards Control of Fungal Diseases in Plants: An Updated Review. *J. Fungi*, 2021, vol. 7(11) [žiūrėtas 2024-02-17]. Prieiga per doi:[10.3390/jof7110900](https://doi.org/10.3390/jof7110900).
59. OJAGHIAN, M. R. ir kt. Antifungal and SAR potential of crude extracts derived from neem and ginger against storage carrot rot caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. *Industrial Crops and Products* [interaktyvus]. 2014, vol. 55, 130-139 [žiūrėtas 2024-02-23]. Prieiga per doi:[10.1016/j.indcrop.2014.02.012](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.02.012).
60. ROOPASHREE, KM. Ir D. NAIK. Advanced method of secondary metabolite extraction and quality analysis. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* [interaktyvus]. 2019, vol. 8(3), 1829-1842 [žiūrėtas 2024-02-17]. Prieiga per: phytojournal.com.
61. GHASEMZADEH, A. ir kt. Assessment and comparison of phytochemical constituents and biological activities of bitter bean (*Parkia speciosa* Hassk.) collected from different locations in Malaysia. *Chem Cent J.* [interaktyvus]. 2018, vol. 12(12) [žiūrėtas 2024-02-17]. Prieiga per doi:[10.1186/s13065-018-0377-6](https://doi.org/10.1186/s13065-018-0377-6).
62. RAVEAU, R., J. FONTAINE ir A. L. SAHRAOUI. Essential Oils as Potential Alternative Biocontrol Products against Plant Pathogens and Weeds: A Review. *Foods* [interaktyvus]. 2020, vol. 9(3), 365 [žiūrėtas 2024-02-17]. Prieiga per doi:[10.3390/foods9030365](https://doi.org/10.3390/foods9030365).
63. RANA, I. S., A. S. RANA ir R. C. RAJAK. Evaluation of antifungal activity in essential oil of the *Syzygium aromaticum* (L.) by extraction, purification and analysis of its main component eugenol. *Medical Microbiology* [interaktyvus]. 2011, vol. 42(4), 1269-1277 [žiūrėtas 2024-02-17]. Prieiga per doi:[10.1590/S1517-83822011000400004](https://doi.org/10.1590/S1517-83822011000400004).
64. GALOVIČOVA, L. ir kt. *Thymus vulgaris* Essential Oil and Its Biological Activity. *Plants*, 2021, vol. 10(9), 1959 [žiūrėta 2024-02-22]. Prieiga per doi:[10.3390/plants10091959](https://doi.org/10.3390/plants10091959).
65. KASPARAVIČIENĖ, G. ir kt. Formulation and Characterization of Potential Antifungal Oleogel with Essential Oil of Thyme. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* [interaktyvus]. 2018, 1-6 [žiūrėta 2024-02-22]. Prieiga per doi:[10.1155/2018/9431819](https://doi.org/10.1155/2018/9431819).
66. MAGHENZANI, M. ir kt. Effects of treatment by vapour of essential oil from *Thymus vulgaris* and *Satureja montana* on postharvest quality of sweet cherry (cv. Ferrovia). *Journal of food and nutrition research* [interaktyvus]. 2018, vol. 57(2), 161-169 [žiūrėtas 2024-02-22]. Prieiga per: [researchgate.com](https://www.researchgate.com).
67. ABBASI, M. ir kt. Postharvest control of green and blue molds on Mexican lime fruit caused by *Penicillium* species using *Thymus vulgaris* essential oil and carboxy methyl cellulose. *J Plant Dis Prot* [interaktyvus]. 2023, vol. 130, 1017-1026 [žiūrėtas 2024-02-22]. Prieiga per doi:[10.1007/s41348-023-00773-1](https://doi.org/10.1007/s41348-023-00773-1).
68. HAGER, A. A., EL-H., SAHAR ir A. T. A. RAHMAN. EFFICACY OF SOME PLANT EXTRACTS AND FUNGICIDES TO CONTROL ALTERNARIA BLACK SPOTS CAUSED BY *ALTERNARIA ALTERNATA* ON POSTHARVEST MANGO FRUITS IN EGYPT. *Menoufia Journal of Plant Protection* [interaktyvus]. 2022, vol. 7 29-40 [žiūrėtas 2024-05-15]. Prieiga per doi:[10.21608/mjapam.2022.228715](https://doi.org/10.21608/mjapam.2022.228715).
69. JUDŽENTIENĖ, A. Chapter 53 - Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) Oils. *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety* [interaktyvus]. 2016, 471-479 [žiūrėtas 2024-02-22]. Prieiga per doi:[10.1016/B978-0-12-416641-7.00053-5](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00053-5).

70. ACIMOVIC, M. ir kt. Chemical composition of hyssop cv. 'Domaći ljubičasti' essential oil and its antimicrobial activity. *Ratar. Povrt* [interaktyvus]. 2021, vol. 58(1), 23-30 [žiūrėtas 2024-02-22]. Prieiga per doi:[10.5937/ratpov58-31751](https://doi.org/10.5937/ratpov58-31751).
71. TAHIR, M ir kt. Phytochemistry and pharmacological profile of traditionally used medicinal plant Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.). *Journal of Applied Pharmaceutical Science* [interaktyvus]. 2018, vol. 8(7), 132-140 [žiūrėtas 2024-02-22]. Prieiga per doi:[10.7324/JAPS.2018.8721](https://doi.org/10.7324/JAPS.2018.8721).
72. SHARIFI-RAD, J. Ir kt. Hyssopus Essential Oil: An Update of Its Phytochemistry, Biological Activities, and Safety Profile. *Oxid Med Cell Longev* [interaktyvus]. 2022, [žiūrėtas 2024-02-22]. Prieiga per doi:[10.1155/2022/8442734](https://doi.org/10.1155/2022/8442734).
73. BAJ, T. ir kt. Chemical composition and microbiological evaluation of essential oil from *Hyssopus officinalis* L. with white and pink flowers. *Open Chemistry* [interkatyvus]. 2018, vol. 16(1),317-323 [žiūrėtas 2024-02-22]. Prieiga per doi:[10.1515/chem-2018-0032](https://doi.org/10.1515/chem-2018-0032).
74. DŽAMIC, A., M. ir kt. Composition, antifungal and antioxidant properties of *Hyssopus officinalis* L. subsp. *pilifer* (Pant.) Murb. essential oil and deodorized extracts. *Industrial Crops and Products* [interaktyvus]. 2013, vol. 51, 401-407 [žiūrėtas 2024-02-22]. Prieiga per doi:[10.1016/j.indcrop.2013.09.038](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.09.038).
75. SESAN, T. E. ir kt. ANTIFUNGAL ACTIVITY OF SOME PLANT EXTRACTS AGAINST *Botrytis cinerea* Pers. IN THE BLACKCURRANT CROP (*Ribes nigrum* L.). *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* [interaktyvus]. 2015, vol. 14(1), 29-43 [žiūrėtas 2024-02-23]. Prieiga per: <https://www.acta.media.pl/>.
76. BATIHA, G. E. S. ir kt. *Syzygium aromaticum* L. (*Myrtaceae*): Traditional Uses, Bioactive Chemical Constituents, Pharmacological and Toxicological Activities. *Biomolecules*, [interaktyvus]. 2020, vol. 10 (2) [žiūrėtas 2024-04-17]. Prieiga per doi:[10.3390/biom10020202](https://doi.org/10.3390/biom10020202).
77. FLORA&FAUNA WEB [interaktyvus]. [žiūrėtas 2024-04-17]. Prieiga per: <https://www.nparks.gov.sg/florafaunaweb/flora/3/1/3154>.
78. HUSSAIN, S. ir kt. Clove: A review of a precious species with multiple uses. *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences* [interaktyvus], 2017, vol. 11, 129-133 [žiūrėtas 2024-04-17]. Prieiga per: [researchgate.net](https://www.researchgate.net).
79. HIWANDIKA, N., S. E. SUDRAJAT ir I. RAHAYU. Antibacterial and Antifungal Activity of Clove Extract (*Syzygium aromaticum*): Review. *Eureka Herba Indonesia* [interaktyvus]. 2021, vol. 2 (2) [žiūrėtas 2024-04-17]. Prieiga per doi:[10.37275/ehi.v2i2.18](https://doi.org/10.37275/ehi.v2i2.18).
80. CASTELLANOS, L. M. ir kt. In Vitro and In Vivo Antifungal Activity of Clove (*Eugenia caryophyllata*) and Pepper (*Piper nigrum* L.) Essential Oils and Functional Extracts Against *Fusarium oxysporum* and *Aspergillus niger* in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *International Journal of Microbiology* [interaktyvus]. 2020, vol. 2020 [žiūrėtas 2024-04-17]. Prieiga per doi:[10.1155/2020/1702037](https://doi.org/10.1155/2020/1702037).
81. BELASI, A. ir kt. Antifungal, antitoxigenic, and antioxidant activities of the essential oil from laurel (*Laurus nobilis* L.): Potential use as wheat preservative. *Food Sci Nutr* [interaktyvus]. 2020, vol. 8, 4717-4729 [žiūrėtas 2024-04-17]. Prieiga per doi:[10.1002/fsn3.1650](https://doi.org/10.1002/fsn3.1650).
82. MSSILLOU, I. Ir kt. Chemical Composition, Antioxidant Activity, and Antifungal Effects of Essential Oil from *Laurus nobilis* L. Flowers Growing in Morocco. *Journal of Food Quality* [interaktyvus]. 2020, vol. 2020 [žiūrėtas 2024-04-17]. Prieiga per doi:[10.1155/2020/8819311](https://doi.org/10.1155/2020/8819311).
83. XU, S. ir kt. In vitro and in vivo control of *Alternaria alternata* in cherry tomato by essential oil from *Laurus nobilis* of Chinese origin. *Journal of The Science of Food and Agriculture* [interaktyvus]. 2014, vol. 94 (7) [žiūrėtas 2024-04-17]. Prieiga per doi:[10.1002/jsfa.6428](https://doi.org/10.1002/jsfa.6428).

84. KAHRAMANOGLU, I., V. OKATAN ir C. WAN. Biochemical Composition of Propolis and Its Efficacy in Maintaining Postharvest Storability of Fresh Fruits and Vegetables. *Journal of Food Quality* [interaktyvus]. 2020, 9 [žiūrėtas 2024-02-23]. Prieiga per doi:[10.1155/2020/8869624](https://doi.org/10.1155/2020/8869624).
85. BYSTRICKA, J. ir kt. Carrot (*Daucus carota* L. ssp. *sativus* (Hoffm.) Arcang.) as source of antioxidants. *Acta Agriculturae Slovenica* [interaktyvus]. 2015, vol. 105(2), 303-311 [žiūrėtas 2024-02-23]. Prieiga per doi:[10.14720/aas.2015.105.2.13](https://doi.org/10.14720/aas.2015.105.2.13).
86. GE, B. ir kt. Optimization of extraction of lycopene from carrot and determination of its antioxidant activity. *Food Measure* [interaktyvus]. 2023, vol. 17, 5497-5505 [žiūrėtas 2024-02-23]. Prieiga per doi:[10.1007/s11694-023-02046-9](https://doi.org/10.1007/s11694-023-02046-9).
87. BURRI, S. C. M. ir kt. Antioxidant capacity and major phenol compounds of horticultural plant materials not usually used. *Journal of Functional Foods* [interaktyvus]. 2017, vol. 38, 119-127 [žiūrėtas 2024-02-23]. Prieiga per doi:[10.1016/j.jff.2017.09.003](https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.09.003).
88. BUTNARIU, M. Methods of Analysis (Extraction, Separation, Identification and Quantification) of Carotenoids from Natural Products. *Journal of Ecosystem Ecography* [interaktyvus]. 2016, vol. 6(2) [žiūrėtas 2024-02-23]. Prieiga per doi:[10.4172/2157-7625.1000193](https://doi.org/10.4172/2157-7625.1000193).
89. LIU, X. ir kt. Effect of purslane (*Portulaca oleracea* L.) extract on anti-browning of fresh-cut potato slices during storage. *Food Chemistry* [interaktyvus]. 2019, vol. 283, 445-453 [žiūrėtas 2024-02-23]. Prieiga per doi:[10.1016/j.foodchem.2019.01.058](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.058).
90. KAHRAMANOGLU, I., M. AKTAS ir S. GUNDUZ. Effects of fludioxonil, propolis and black seed oil application on the postharvest quality of "Wonderful" pomegranate. *PLoS ONE* [interaktyvus]. 2018, vol. 13(5) [žiūrėtas 2024-02-23]. Prieiga per doi:[10.1371/journal.pone.0198411](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198411).
91. CHUDY, S. ir kt. Colour of milk and milk products in CIE L*a*b* space. *Med. Weter.* [interaktyvus]. 2020, vol. 76 (2), 77-81 [žiūrėtas 2024-04-17]. Prieiga per doi:[10.21521/mw.6327](https://doi.org/10.21521/mw.6327).
92. AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Vitamins and other nutrients. In *Official Methods of Analysis*, 15th ed.; Helrich, K., Ed.; Association of Analytical Chemist Inc.: Washington, DC, USA, 1990 [žiūrėtas 2024-05-13]. [Google Scholar].
93. URBONAVIČIENĖ, D. ir P. VIŠKELIS. The cis-lycopene isomers composition in supercritical CO₂ extracted tomato by-products. *LWT-Food Sci. Technol* [interaktyvus]. 2017, vol. 85, 517-523 [žiūrėtas 2024-04-17]. Prieiga per doi:[10.1016/j.lwt.2017.03.034](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.03.034).
94. RE ir kt. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, [interaktyvus]. 1999, vol. 26(9-10), 1231-1237 [žiūrėtas 2024-04-12]. Prieiga per doi:[10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3).
95. RAUDONĖ, L. ir kt. Antioxidant profiles of leaves and inflorescences of native, invasive and hybrid *Solidago* species. *Industrial Crops and Products* [interaktyvus]. 2020, 145 [žiūrėtas 2024-05-05]. Prieiga per doi:[10.1016/j.indcrop.2020.112123](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112123)
96. BRAND-WILLIAMS, W., M. E. CUVELIER ir C. BERSET. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensm. Wiss. Technol.* [interaktyvus]. 1995, vol. 28, 25-30 [žiūrėtas 2024-04-17]. Prieiga per doi:[10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).
97. SLINKARD, K., L. ir V. L. SINGLETON. Total Phenol Analysis: Automation and Comparison with Manual Methods. *Am J Enol Vitic* [interaktyvus]. 1977, vol. 28, 49-55 [žiūrėtas 2024-04-17]. Prieiga per doi:[10.5344/ajev.1977.28.1.49](https://doi.org/10.5344/ajev.1977.28.1.49).
98. CHRAPAČIENĖ ir kt. Improving the storage life of carrots by using natural products. *Integrated Protection of Stored Products* [interaktyvus]. 2022, vol. 159, 190-193 [žiūrėtas 2024-04-04]. Prieiga per: <http://www.iobc-wprs.org>.

99. ZEWDIE, B., T. T. SHONTE ir K. WOLDETSADIK. Shelf life and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruits as affected by neem leaf extract dipping and beeswax coating. *International Journal of Food Properties* [interaktyvus]. 2022, vol. 25 (1), 570-592 [žiūrėtas 2024-04-26]. Prieiga per doi:[10.1080/10942912.2022.2053709](https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2053709).
100. NIKKAH, M. ir kt. Synergistic effects of some essential oils against fungal spoilage on pear fruit. *International Journal of Food Microbiology* [interaktyvus]. 2017, vol 257, 285-294 [žiūrėtas 2024-05-15]. Prieiga per doi:[10.1016/j.ijfoodmicro.2017.06.021](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.06.021).
101. LI, L., X. YAN ir J. LI. The Prolonging Effect of Natural Plant Extracts on the Storage Period of Postharvest Litchi. *Horticultural Science and Technology* [interaktyvus]. 2021, 254-262 [žiūrėtas 2024-05-15]. Prieiga per doi:[10.7235/HORT.20210023](https://doi.org/10.7235/HORT.20210023).
102. HIGGINS, D. S., ir M. K. HAUSBECK. Diseases of Carrot. *Handbook of Plant Disease Management* [interaktyvus]. 2023, [žiūrėtas 2024-05-06]. Prieiga per doi:[10.1007/978-3-030-35512-8_34-1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-35512-8_34-1).
103. PARIKH, L. B. O. AGINDOTAN ir M. E. BURROWS. Antifungal Activity of Plant-Derived Essential Oils on Pathogens of Pulse Crops. *Plant Disease* [interaktyvus]. 2021, vol. 105(6), 1692-1701 [žiūrėtas 2024-05-16]. Prieiga per doi:[10.1094/PDIS-06-20-1401-RE](https://doi.org/10.1094/PDIS-06-20-1401-RE).
104. SEMPERE-FERRE, F. ir kt. Evaluating the Antifungal Potential of Botanical Compounds to Control *Botryotinia fuckeliana* and *Rhizoctonia solani*. *Molecules* [interaktyvus]. 2021, vol. 26 (9) [žiūrėtas 2024-05-16]. Prieiga per doi:[10.3390/molecules26092472](https://doi.org/10.3390/molecules26092472).
105. KORA, C., M. R. MCDONALD ir G. J. BOLAND. Occurrence of fungal pathogens of carrots on wooden boxes used for storage. *Plant Pathology* [interaktyvus]. 2005, vol. 54(5), 665-670 [žiūrėtas 2024-05-16]. Prieiga per doi:[10.1111/j.1365-3059.2005.01189.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2005.01189.x).
106. LATVALA, S. ir kt. Changes in the prevalence of fungal species causing post-harvest diseases of carrot in Finland. *Annals of Applied Biology* [interaktyvus]. 2024, 1-13 [žiūrėtas 2024-05-16]. Prieiga per doi:[10.1111/aab.12908](https://doi.org/10.1111/aab.12908).
107. ZIELINSKA, M. ir M. MARKOWSKI. Color Characteristics of Carrots: Effect of Drying and Rehydration. *Food Properties* [interaktyvus]. 2012, vol. 15 (2), 450-466 [žiūrėtas 2024-05-15]. Prieiga per doi:[10.1080/10942912.2010.489209](https://doi.org/10.1080/10942912.2010.489209).
108. HAQ, R. ir K. PRASAD. Antioxidant activity, phenolic, carotenoid and color changes in packaged fresh carrots stored under refrigeration temperature. *Food Measure* [interaktyvus]. 2017, vol. 11, 1542-1549 [žiūrėtas 2024-05-15]. Prieiga per doi:[10.1007/s11694-017-9533-2](https://doi.org/10.1007/s11694-017-9533-2).
109. SZCZEPANEK, M. ir kt. Effect of Biostimulants and Storage on Discoloration Potential of Carrot. *Agronomy* [interaktyvus]. 2020, vol. 10(12) [žiūrėtas 2024-05-15]. Prieiga per doi:[10.3390/agronomy10121894](https://doi.org/10.3390/agronomy10121894).
110. YUAN, X ir kt. Inhibitory effects of peppermint extracts on the browning of cold-stored fresh-cut taro and the phenolic compounds in extracts. *Front. Sustain. Food Syst.* [interaktyvus]. 2023, vol. 7 [žiūrėtas 2024-05-02]. Prieiga per doi:[10.3389/fsufs.2023.1191396](https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1191396).
111. ILIĆ, Z. S. ir kt. NUTRIENTS CONTENT AND TEXTURE CHANGES AS EFFECT OF HARVEST TIME, POSTHARVEST TREATMENTS AND STORAGE CONDITION OF CARROT. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus* [interaktyvus]. 2017, vol. 16 (5), 63-75 [žiūrėtas 2024-05-15]. Prieiga per doi:[10.24326/asphc.2017.5.7](https://doi.org/10.24326/asphc.2017.5.7).
112. BOBO, G., C. ARROQUI ir P. VIRSEDA. Natural plant extracts as inhibitors of potato polyphenol oxidase: The green tea case study. *LWT* [interaktyvus]. 2022, vol. 153 [žiūrėtas 2024-05-02]. Prieiga per doi:[10.1016/j.lwt.2021.112467](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112467).

113. GRABOWSKA, A. ir kt. The effect of cultivar and biostimulant treatment on the carrot yield and its quality. *Vegetable Crops Research Bulletin* [interaktyvus]. 2012, vol. 77 (1) [žiūrėtas 2024-05-09]. Prieiga per doi:[10.2478/v10032-012-0014-1](https://doi.org/10.2478/v10032-012-0014-1).
114. ANJUM, M. A. ir kt. Effect of gum arabic and Aloe vera gel based edible coatings in combination with plant extracts on postharvest quality and storability of 'Gola' guava fruits. *Scientia Horticulturae* [interaktyvus]. 2020, vol. 271 [žiūrėtas 2024-04-18]. Prieiga per doi:[10.1016/j.scienta.2020.109506](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109506).
115. JEANDET, P. ir kt. The Role of Sugars in Plant Responses to Stress and Their Regulatory Function during Development. *Int J Mol Sci.* [interaktyvus]. 2022, vol. 23 (9) [žiūrėtas 2024-05-03]. Prieiga per doi:[10.3390/ijms23095161](https://doi.org/10.3390/ijms23095161).
116. WSZELACZYNSKA, E. ir kt. Effect of biostimulant application and long-term storage on the nutritional value of carrot. *Horticultura Brasileira* [interaktyvus]. 2019, vol. 37 (4), 451-457 [žiūrėtas 2024-05-09]. Prieiga per doi:[10.1590/s0102-053620190414](https://doi.org/10.1590/s0102-053620190414).
117. PEREZ-VAQUEZ, M. A. K. ir kt. Peppermint Essential Oil and Its Major Volatiles as Protective Agents against Soft Rot Caused by *Fusarium sambucinum* in Cera Pepper (*Capsicum pubescens*). *Chem. Biodiversity* [interaktyvus]. 2022, vol. 19 (1) [žiūrėtas 2024-04-18]. Prieiga per doi:[10.1002/cbdv.202100835](https://doi.org/10.1002/cbdv.202100835).
118. AWAD, A. H. R. ir kt. Extending the Shelf-Life of Fresh-Cut Green Bean Pods by Ethanol, Ascorbic Acid, and Essential Oils. *Foods* [interaktyvus]. 2021, vol. 10 (5) [žiūrėtas 2024-04-25]. Prieiga per doi:[10.3390/foods10051103](https://doi.org/10.3390/foods10051103).
119. TAHA, S. S. ir M. E. ABDELAZIZ. Effect of different concentrations of seaweed extract on growth, yield and quality of two carrot (*Daucus carota* L.) cultivars. *Curr. Sci. Int.* [interaktyvus]. 2015, vol. 7 (4), 750-759 [žiūrėtas 2024-04-18]. Prieiga per doi:[researchgate.net](https://doi.org/10.3390/foods10051103).
120. GULL, A. ir kt. Shelf life extension of apricot fruit by application of nanochitosan emulsion coatings containing pomegranate peel extract. *Food Chemistry* [interaktyvus]. 2021, vol. 349 (1) [žiūrėtas 2024-04-26]. Prieiga per doi:[10.1016/j.foodchem.2021.129149](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129149).
121. POBEREZYNY, J., E. WSZELACZYNSKA ir A. J. KEUTGEN. Yield and chemical content of carrot storage roots depending on foliar fertilization with magnesium and duration of storage. *Journal of Elementology* [interaktyvus]. 2012, vol. 17 (3) [žiūrėtas 2024-05-03]. Prieiga per doi:[10.5601/jelem.2012.17.3.10](https://doi.org/10.5601/jelem.2012.17.3.10).
122. LAUKAITIS, N. Ir R. KOSTECKAS. Augalų biostimuliatoriaus įtaka valgomųjų morkų (*Daucus Sativus* Rohl.) kokybiniams rodikliams. *Agronomija*, [interaktyvus]. 2023, vol. 20, 577-582 [žiūrėtas 2024-05-09]. Prieiga per doi:[10.7220/1822-9913.2023](https://doi.org/10.7220/1822-9913.2023).
123. ZAVADSKA, O. ir kt. Studying the storage and processing quality of the carrot taproots (*Daucus carota*) of various hybrids. *Agronomy Research* [interaktyvus]. 2020, vol. 18(3), 2271-2284 [žiūrėtas 2024-05-16]. Prieiga per doi:[10.15159/AR.20.199](https://doi.org/10.15159/AR.20.199).
124. LEON, A. ir kt. Effect of Aloe vera gel coating on organoleptic and nutritional quality of minimally processed carrot. *Food Sci Technol Int* [interaktyvus]. 2023, vol. 8 [žiūrėtas 2024-04-25]. Prieiga per doi:[10.1177/10820132231199509](https://doi.org/10.1177/10820132231199509).
125. DÈNÈ, L. ir kt. Initial Physiological, Biochemical and Elemental Garlic (*Allium sativum* L.) Clove Responses to *T. vulgaris* and *S. aromaticum* Extract Application. *Horticulturae* [interaktyvus]. 2024, vol. 10 (1) [žiūrėtas 2024-04-26]. Prieiga per doi:[10.3390/horticulturae10010099](https://doi.org/10.3390/horticulturae10010099).
126. KHALIQ, G., M. RAMZAN ir A. H. BALOCH. Effect of *Aloe vera* gel coating enriched with *Fagonia indica* plant extract on physicochemical and antioxidant activity of sapodilla fruit during

- postharvest storage. *Food Chemistry* [interaktyvus]. 2019, vol. 286, 346-353 [žiūrėtas 2024-04-26]. Prieiga per doi:[10.1016/j.foodchem.2019.01.135](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.135).
127. XYLIA, P. ir kt. Quality and safety attributes on shredded carrots by using *Origanum majorana* and ascorbic acid. *Postharvest Biology and Technology*, [interaktyvus]. 2019, vol. 155, 120-129 [žiūrėtas 2024-04-04]. Prieiga per doi:[10.1016/j.postharvbio.2019.05.015](https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.05.015).
128. MAKSOU, S. A., K. GAD ir E. Y. M. HAMED. The potentiality of biostimulant (*Lawsonia inermis* L.) on some morpho-physiological, biochemical traits, productivity and grainquality of *Triticum aestivum* L. *Maksoud et al. BMC Plant Biology* [interaktyvus]. 2023, vol. 23 [žiūrėtas 2024-04-26]. Prieiga per doi:[10.1186/s12870-023-04083-4](https://doi.org/10.1186/s12870-023-04083-4).
129. 83. HASSIM, N. ir kt. Scale-up approach for supercritical fluid extraction with ethanol–water modified carbon dioxide on *Phyllanthus niruri* for safe enriched herbal extracts. *Scientific Reports*, [interaktyvus]. 2021, vol. 11(1) [žiūrėtas 2024-03-15]. Prieiga per doi:[10.1038/s41598-021-95222-0](https://doi.org/10.1038/s41598-021-95222-0).
130. PANGESTUTI, R., E. A. SIAHAAN ir S. KIM. Photoprotective Substances Derived from Marine Algae. *Mar. Drugs*, [interaktyvus]. 2018, vol. 16 (11) [žiūrėtas 2024-03-15]. Prieiga per doi:[10.3390/md16110399](https://doi.org/10.3390/md16110399).