

**LIETUVOS SVEIKATOS MOKSLŲ UNIVERSITETAS
VETERINARIJOS AKADEMIJA**

Veterinarijos fakultetas

Domantas Medonas

**Citrusinių vaisių tarša pelėsiniais grybais
Fungal contamination of citrus fruits**

Maisto mokslo nuolatinių studijų
BAKALAURO BAIGIAMASIS DARBAS

Darbo vadovas: lekt. dr. Jurgita Jovaišienė

Kaunas, 2022

**DARBAS ATLIKTAS MAISTO SAUGOS IR KOKYBĖS KATEDROJE
PATVIRTINIMAS APIE ATLIKTO DARBO SAVARANKIŠKUMĄ**

Patvirtinu, kad įteikiamas bakalauro baigiamasis darbas „Citrusinių vaisių tarša pelėsiniais grybais“.

1. Yra atliktas mano paties.
2. Nebuvo naudotas kitame universitete Lietuvoje ir užsienyje.
3. Nenaudojau šaltinių, kurie nėra nurodyti darbe, ir pateikiu visą naudotos literatūros sąrašą.

2022-12-05
(data)

Domantas Medonas
(autorius vardas, pavardė)


(parašas)

PATVIRTINIMAS APIE DARBO LIETUVIŲ KALBOS TAISYKLINGUMĄ

Patvirtinu, kad darbo lietuvių kalba taisyklinga.

2022-12-05
(data)

aida Braščiūnė
(redaktoriaus vardas, pavardė)


(parašas)

BAKALAURO BAIGIAMOJO DARBO VADOVO IŠVADA DEL DARBO GYNIMO

2022 12 05
(data)

Jucita Braščiūnė
(darbo vadovo vardas, pavardė)


(parašas)

BAKALAURO BAIGIAMASIS DARBAS APROBUOTAS KATEDROJE

(aprobacijos data)

(katedros (instituto) vedėjo (-os) vardas, pavardė)

(parašas)

Baigiamojo darbo recenzentai

1)

2)

(vardas, pavardė)

(parašai)

Baigiamųjų darbų gynimo komisijos įvertinimas:

(data)

(gynimo komisijos sekretores (-iaus) vardas, pavardė)

(parašas)

TURINYS

TURINYS.....	3
SANTRAUKA	5
SUMMARY	6
SANTRUMPOS	7
ĮVADAS.....	8
1. LITERATŪROS APŽVALGA	10
1.1 Citrusinių vaisių savybės ir nauda žmogui.....	10
1.1.1 Citrusinių vaisių struktūra	10
1.1.2 Fitocheminės medžiagos	11
1.1.3 Citrusinių vaisių nauda žmogui	12
1.2 Pelėsinų grybų genčių įvairovė citrusiniuose vaisiuose	13
1.2.1 Mikotoksinai citrusiniuose vaisiuose	14
1.2.2 Prevencinės priemonės mažinančios pelėsinų grybų paplitimą citrusiniuose vaisiuose.....	15
2. TYRIMO METODAI IR MEDŽIAGA	17
2.1 Tyrimo objektas.....	17
2.2 Mėginių paėmimas	18
2.3 Mikroorganizmų nustatymas	18
2.3.1 Bendro mielių ir pelėsinų grybų skaičiaus nustatymas	18
2.3.2 Pelėsinų grybų identifikavimas iki genčių	18
2.3.3 Pelėsinų grybų paplitimas citrusinius vaisius laikant skirtingose sąlygose.....	18
2.3.4 Prevencinės priemonės mažinančios pelėsinų grybų paplitimą citrusiniuose vaisiuose.....	19
2.4 Duomenų statistinė analizė.....	19
3. TYRIMO REZULTATAI.....	20
4. REZULTATŲ APTARIMAS.....	26
IŠVADOS.....	28
LITERATŪROS ŠALTINIAI	29

SANTRAUKA

Citrusinių vaisių tarša pelėsiniais grybais

Domantas Medonas

Bakalauro baigiamasis darbas

Citrusiniai vaisiai yra svarbi sveikos mitybos dalis, tačiau dėl juose esančio mažo pH, didelio cukrų bei maistinių medžiagų kiekio, citrusai yra ideali terpė kai kuriems pelėsiniams grybams augti. Tyrimo metu, kuris vyko 2022 m. sausio – birželio mėnesiais, buvo renkami 3 skirtingų rūšių citrusiniai vaisiai (apelsinai, mandarinai bei citrinos), kurie buvo įsigyti 3 skirtingose parduotuvėse, be matomų mechaninių pažeidimų bei atsižvelgiant į vaisių kokybę apibūdinančią klasę. Siekiant nustatyti bendrą pelėsinę taršą, išsiaiškinti, citrusų taršą pelėsinių grybų gentimis, skirtingų aplinkos sąlygų (temperatūros) poveikį pelėsinei taršai bei prevencinių priemonių veiksmingumą, iš viso buvo ištirti 99 citrusų mėginiai: 27 apelsinai, 27 mandarinai ir 45 citrinos.

Nustatyta, jog apelsinų, mandarinų bei citrinų žievelėje, lyginant su minkštimu, randamas ženkliai didesnis pelėsinių grybų kolonijų skaičius. Nustatant pelėsinių grybų gentis buvo aptiktos *Mucor*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Rhizopus* ir *Penicillium* pelėsinių grybų gentys, iš kurių *Rhizopus* spp. ir *Penicillium* spp. mėginiuose aptikta dažniausiai. Ištyrus citrusus laikytus skirtingomis sąlygomis pastebėta, jog juos laikant žemoje ($+6 \pm 2$ °C) temperatūroje, pelėsinių grybų augimas buvo mažesnis nei citrusų, laikytų kambario ($+25 \pm 2$ °C) temperatūroje. Siekiant nustatyti prevencinių priemonių veiksmingumą, buvo naudota 2 proc. valgomosios sodos tirpalas ir karšto $+52$ °C temperatūros vandens vonelės. Gauti rezultatai parodė, jog efektyvesnė priemonė pelėsinių grybų taršai sumažinti buvo naudojant valgomosios sodos tirpalą.

Raktažodžiai: pelėsiniai grybai, prevencija, aplinkos sąlygos, citrusiniai vaisiai, apelsinai, mandarinai, citrinos.

SUMMARY

Fungal contamination of citrus fruits

Domantas Medonas

Bachelor's Thesis

Citrus fruits are an important part of a healthy diet, but because of their low pH, high sugar and nutrient content, citrus is an ideal environment for some molds to grow. During the study, which took place in 2022 from January to June, 3 different types of citrus fruits (oranges, tangerines and lemons) were collected, which were purchased from 3 numerous stores, without visible mechanical injuries and taking into account fruit quality class. A total of 99 citrus samples were tested: 27 oranges, 27 tangerines and 45 lemons in order to determine the general fungi contamination, find out the contamination of citrus with mold genera, the effect of various environmental conditions (temperature) on mold contamination and the effectiveness of preventive measures.

It was established that in the peel of oranges, tangerines and lemons was found significantly higher number of fungi colonies, compared to the pulp. During the determination of mold genera, *Mucor* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Cladosporium* spp., *Alternaria* spp., *Rhizopus* spp. and *Penicillium* spp. were found, of which *Rhizopus* spp. and *Penicillium* spp. grew most often in the samples. After examining citrus fruits kept under the specified conditions, it was observed that when they were kept at low ($+6 \pm 2$ °C) during storage, the growth of fungi colony count was lower than citrus fruits kept at room temperature ($+25 \pm 2$ °C). In order to determine the effectiveness of preventive measures, 2% baking soda solution and hot $+52$ °C water baths treatments were used. The obtained results show that a more effective means for the fungi contamination was reduced while using a solution of baking soda.

Key words: fungi, prevention, environmental conditions, citrus fruits, orange, tangerines, lemons.

SANTRUMPOS

KSV/g – kolonijas sudarantys vienetai grame

lg – dešimtainis logaritmas

proc. – procentai

val. – valanda

min. – minutė

sek. – sekundė

pav. – paveikslas

pH – vandenilio jonų koncentracija

kcal – kilokalorijos

g – gramai

mg – miligramai

ml – mililitrai

spp. – pelėsinų grybų genčių apibendrinimo trumpinys

temp. – temperatūra

IVADAS

Citrusiniai vaisiai viena iš svarbiausių augalų kultūrų pasaulyje, kuri yra plačiai auginama atogrąžų ir subtropikų klimato juostose. Kasmet daugiau nei 140 šalių užauginama ne mažiau nei 130 mln. tonų citrusinių vaisių (1). Jie vartojami ne tik, dėl jų skoninių savybių, bet ir dėl juose esančių įvairių žmogui naudingų organinių junginių. Iš visų citrusinių vaisių dažniausiai išskiriamos citrinos bei apelsinai, kurie yra puikūs askorbo rūgšties šaltiniai. Be vitamino C, citrusiniuose vaisiuose gausu maistinių skaidulų (1,2).

Žinoma, kad vaisiuose taip pat yra daug cukrų ir kitų maistinių medžiagų, be to jie pasižymi dideliu vandens aktyvumu bei žemu pH, dėl šių priežasčių citrusiniai vaisiai yra ideali terpė vystytis kai kuriems pelėsiniams grybams. Kai kurie mikroorganizmai gali sukelti gedimą dar augimo metu, tačiau dažniausiai vaisiaus gedimas prasideda po derliaus nuėmimo, kada naudojamos augalų apsaugos priemonės nuo nepageidaujamų mikroorganizmų yra sumažinamos ar visiškai pašalinamos (3). Dažniausiai vaisių gedimas pastebimas sandėliavimo bei transportavimo metu (4).

Vaisių pelijimas yra laikomas pasauline problema, su kuria susiduria dauguma tiekėjų bei platintojų, tačiau vartotojų sveikatai grėsmę kelią ne patys pelėsiniai grybai, o jų gaminami metabolitai – mikotoksinai (5). Taip pat pelėsinų grybų nebuvimas neužtikrina, jog vaisiuje nėra susidariusių mikotoksinų (6). Pastaruoju laikotarpiu dėl vartojamų vaisių, kurie yra užkrėsti mikotoksinais, Pietų šalyse užfiksuota mirtinų atvejų ir apsinuodijimų proveržių. Skubiųjų pranešimų apie nesaugų maistą ir pašarus sistemoje (RASFF), Europos Sąjungoje, pranešimų kiekis, apie maiste aptinkamus mikotoksinus, pagal dažnumą yra antroje vietoje (5).

Siekiant išvengti apsinuodijimų mikotoksinais grėsmės, yra naudojamos bei kuriamos naujos pelėsinų grybų taršos valdymo priemonės. Dažnai naudojamos cheminės fungicidinės medžiagos žaliavose palieka nepageidaujamus subproduktus, todėl iki šiol buvusios populiaros cheminės prevencinės priemonės, pavyzdžiui chloras ar vandenilio peroksidas, pamažu keičiamos fiziniiais ar biologiniais taršos mažinimo būdais. Dažnai yra taikomos kelios prevencinės priemonės, kurios padeda efektyviau suvaldyti pelėsinę taršą. Dėl kai kurių cheminių fungicidinių medžiagų sinerginio veikimo, galima naudoti sumažintas kiekvienos medžiagos dozes, todėl vaisių augintojams tokio tipo pelėsinų grybų prevencija kainuoja mažiau. Taip pat, nesaikingai naudojami cheminiai junginiai gali būti neveiksmingi, dėl didėjančio pelėsinų grybų atsparumo fungicidams (7).

Darbo tikslas: Ištirti citrusinių vaisių, įsigytų prekybos centruose, taršą pelėsiniais grybais.

Darbo uždaviniai:

- Nustatyti ir palyginti bendrą mielių ir pelėsinų grybų skaičių ant citrusinių vaisių žievėlės ir minkštimo
- Nustatyti ir palyginti pelėsinų grybų gentis ant citrusinių vaisių žievėlės ir minkštimo
- Nustatyti ir palyginti pelėsinų grybų paplitimą ant citrusinių vaisių laikant vaisius skirtingomis sąlygomis.
- Prevencinių priemonių, mažinančių pelėsinų grybų paplitimą, paieška.

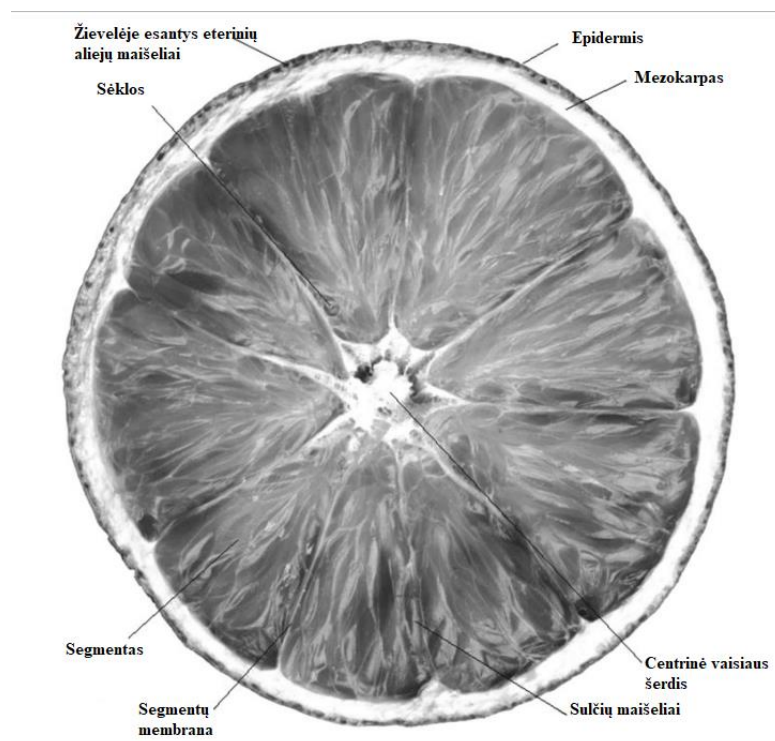
1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1 Citrusinių vaisių savybės ir nauda žmogui

Citrusiniai vaisiai yra viena iš vaisių rūšių grupių, kurių sudėtyje yra didelis kiekis žmogui gyvybiškai svarbių maistinių medžiagų (1,8). Juose yra daugybė biologiškai aktyvių cheminių junginių, kurie yra neatskiriama sveikos ir subalansuotos mitybos dalis (8). Iš populiariausių citrusinių vaisių veislių, kurios yra vartojamos šviežios, išskiriamos citrinos (*Citrus limon*), apelsinai (*Citrus sinensis*), mandarinai (*Citrus reticulata*, *Citrus clementina*) bei greipfrutai (*Citrus paradisi*) (1). Visuose citrusuose gausu fitocheminių medžiagų, tokių kaip vitaminai A, C ir E, daugiau nei 40 mineralinių medžiagų, taip pat randama augalų pigmentų flavonoidų bei karotinoidų, kumarinų, pektinų ir kitų žmogui naudingų junginių (9). Daugelį metų citrusiniai vaisiai tradicinėje medicinoje buvo naudojami kaip vaistiniai augalai. Šių vaisių žievelė gali būti netoksiškas valgomas augalinis vaistas, kuris gali būti naudojamas virškinimui gerinti, žarnyno dujoms mažinti ar nepageidaujamoms gleivėms pašalinti (1). Pastaruoju metu buvo atliekama vis daugiau epidemiologinių bei klinikinių tyrimų, kurie parodė, jog citrusinių vaisių vartojimas gali sumažinti ligų riziką, kurios susijusios su gyvenimo būdu, tokių kaip vėžiniai susirgimai, širdies ar kraujagyslių ligos, II tipo diabetas ar osteoporozė (1,2,9).

1.1.1 Citrusinių vaisių struktūra

Citrusinių vaisių struktūrą įprastai sudaro epidermis dar kitaip vadinamas žievele (išorinis vaškinis sluoksnis), egzokarpas (citrusų žievelės vidinis sluoksnis), kuriame randami eterinių aliejų maišeliai, mezokarpas (kempinę primenantis sluoksnis esantis už egzokarpo), vidinis minkštimas, kuris padalintas į segmentus, išsidėsčiusius aplink centrinę vaisiaus šerdį (1 pav.) (2). Segmentus vieną nuo kito skiria segmentinė membrana (pertvara), o pačius segmentus sudaro sulčių maišeliai bei vaisiaus sėklos (2,10). Ankstyvojoje vaisiaus stadijoje pagrindė vystoti mezokarpo dalis, kuri dažniausiai užima nuo 60 iki 90 proc. vaisiaus tūrio. Kai minkštimas auga, mezokarpo sluoksnis palaipsniui plonėja, o mandarinų atvejų visiškai suyra ir išnyksta, paliekant gyslų ryšulius tarp žievelės ir minkštimo segmentų. Žydėjimo metu minkštimo segmentuose esantys sulčių maišeliai yra užpildomi cukrais bei įvairiomis organinėmis rūgštimis (11).



1 pav. Citrusinių vaisių morfologinė struktūra (2)

1.1.2 Fitocheminės medžiagos

Augaluose esantys cheminiai junginiai dar gali būti vadinami fitocheminėmis medžiagomis. Fitocheminės medžiagos yra viena iš gausiausių ir plačiausiai paplitusių medžiagų grupių augalų karalystėje. Augalai gamina chemines medžiagas, kurios nedalyvauja augimo procese, tačiau veikia kaip apsauginė priemonė prieš vabzdžius bei įvairius mikroorganizmus (12). Pagrindiniai fitocheminiai junginiai esantys citrusiniuose vaisiuose yra: alkaloidai, flavanoidai, karotenoidai bei limonoidai (2,12).

Alkaloidai – bioaktyvūs junginiai, kurie randami visuose citrusiniuose vaisiuose. Jie netiesiogiai dalyvauja augalo augimo stadijoje, metabolizme bei reprodukcijoje (13). Taip pat, kai kurie alkaloidai gali veikti fungicidiškai prieš *Penicillium* genties pelėsinis grybus (14).

Flavanoidai – viena iš pagrindinių antrinių metabolitų klasių, kurie nėra gyvybiškai svarbūs, tačiau pasižymi augalui naudingomis funkcinėmis savybėmis. Lyginant su kitomis fitocheminėmis medžiagomis, flavanoidai turi didžiausią priešuždegiminį, priešvėžinį, antioksidacinį, antimikrobinį bei antialerginį poveikį (14,15).

Karotenoidai – pagrindinis augale esantis vitamino A šaltinis, taip pat turintis antioksidacinių savybių (12). Karotenoidai įprastai randami oranžinę ar raudoną spalvą turinčiuose

vaisiuose. Vienas iš α -karoteno skilimo produktų α -jononas slopina kai kuriuos patogeninius pelėsinis grybus (16).

Limonoidai – fitocheminiai junginiai, kurie dažniausiai randami citrusiniuose vaisiuose. Moksliniais tyrimais įrodyta, jog šie junginiai yra pagrindinė vaisių kartumo priežastis. Citrusiniai limonoidai, kaip daugelis kitų fitocheminių medžiagų, pasižymi antioksidaciniu, priešuždegiminiu, antibakteriniu ar antivirusiniu poveikiu (17).

1.1.3 Citrusinių vaisių nauda žmogui

Dažniausiai citrusiniai vaisiai, ypač citrinos, kalbant apie naudą žmogui, yra išskiriamos dėl puikaus vitamino C šaltinio. Tačiau daugelis atliktų tyrimų parodė, jog ne tik citrinose, bet ir kituose citrusuose esančios maistinės medžiagos yra svarbios vartotojų sveikatingumui gerinti. Dėl didelės mikro bei makro elementų, angliavandenių, baltymų, vitaminų bei maistinių skaidulų gausos, šių vaisių panaudojimas apima daugybę sveikos gyvensenos sričių (18). Rytų Azijoje citrusiniai vaisiai laikomi tradiciniu vaistu, todėl jų žievelių ar viso vaisiaus vartojimas prilyginamas vaistų vartojimui nuo raumenų skausmo, uždegimo, kai kurių lėtinių ligų, vėžinių susirgimų ar navikų (2, 18). Citrusų žievelės ar minkštimas taip pat gali būti vartojami siekiant išgydyti gerklės ar ausų skausmą, kosulį, žagsėjimą ar vėmimą (18). Siekdami nustatyti citrusinių vaisių maistinę vertę JAV mokslininkai 2011 metais ištyrė kai kurias maistines medžiagas esančias apelsinuose, greifrutuose, mandarinuose bei citrinose (1 lentelė). Rezultatai parodė, jog citrusai yra mažą kalorijų kiekį turintys vaisiai, kuriuose gausu maistinių skaidulų, B grupės vitaminų, askorbo rūgšties ir kalio (2).

1 lentelė. Citrusinių vaisių maistinė vertė (2)

	Apelsinai	Greipfrutai	Mandarinai	Citrinos
Energetinė vertė (kcal)	47	42	53	29
Angliavandeniai (g)	11,75	10,66	13,34	9,32
Baltymai (g)	0,94	0,77	0,81	1,1
Riebalai (g)	0,12	0,14	0,31	0,3
Cholesterolis (g)	0	0	0	0
Maistinės skaidulos (g)	2,4	1,6	1,8	2,8
Vitaminas B3 (mg)	0,282	0,204	0,376	0,1
Vitaminas B5 (mg)	0,25	0,262	0,216	0,19
Vitaminas B6 (mg)	0,06	0,053	0,078	0,08

1 lentelės tęsinys. Citrusinių vaisių maistinė vertė (2)

	Apelsinai	Greipfrutai	Mandarinai	Citrinos
Vitaminas B2 (mg)	0,04	0,031	0,036	0,02
Vitaminas B1 (mg)	0,087	0,043	0,058	0,04
Vitaminas C (mg)	53,2	31,2	26,7	53
Kalis (mg)	181	135	166	138

Maistinės skaidulos – tai augaluose randama maistinė medžiaga, kurios vartojimas siejamas su kraujagyslių bei širdies ligų rizikos mažinimu (19). Taip pat literatūroje minima, jog šios medžiagos susijusios su žarnyno mikrobiotos bei imuninės sistemos gerinimu, cholesterolio kiekio kraujyje mažinimu (19,20).

B grupės vitaminai – citrusiniuose vaisiuose randami vitaminai: B₁, B₂, B₃, B₅, B₆. Pagrindinė B grupės vitaminų funkcija yra fermentų aktyvacija, be to yra svarbūs skaidant riebalus ir cholesterolį dalyvauja raudonųjų kraujo kūnelių gamyboje (8,21).

Vitaminas C – organinė rūgštis turinti antioksidacinių savybių, kuri stiprina imuninę sistemą, mažina širdies, kraujagyslių ir akių ligų susirgimo riziką. Taip pat askorbo rūgštis dalyvauja kūno audinių augime, regeneracijoje bei kolageno gamyboje. Vitaminas C dažnai minimas vėžinių susirgimų ir insultų prevencijoje (1,22).

Kalis – gali sumažinti didelį kraujospūdį, nes padeda iš organizmo šalinti nereikalingą natrij. Taip pat gerina raumenų ir nervų sistemų veiklą (23).

1.2 Pelėsinų grybų genčių įvairovė citrusiniuose vaisiuose

Citrusiniai vaisiai yra laikomi greitai gendančiais maisto produktais, kurie gali būti lengvai pažeidžiami kai kurių mikroorganizmų (24). Po derliaus nuėmimo, visu gamybos grandinės metu, citrusai yra veikiami įvairių aplinkos veiksnių, kurie gali paspartinti produkto gedimą (25). Didelis cukrų kiekis, vandens aktyvumas bei mažas pH sudaro palankias sąlygas pelėsių augimui (24). Literatūroje teigiama, jog tokio tipo maisto užteršimas sudaro apie 40 proc. komercinių nuostolių (25). Tam, kad vaisius būtų užterštas pelėsiniais grybais, pastarieji turi įveikti daugybę citrusuose esančių audinių, dėl to dauguma citrusinių vaisių patogeninių grybų yra laikomi oportunistiniais, kurie vaisių užteršia per mechaninius pažeidimus (24,26). Tokio tipo vaisių pažeidimai gali atsirasti transportavimo, sandėliavimo ar marketingo metu. Kiti mikroorganizmai į vaisių gali patekti po to, kai jie įsiskverbia į žievelę, iš kurios palaipsniui plinta į gretimus vaisiaus audinius (24).

Siekiant nustatyti, kokie pelėsiniai grybai sukelia citrusinių vaisių gedimą, buvo atlikti tyrimai. Citrusuose rasta *Mucor* spp., *Rhizopus* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp. bei *Alternaria* spp. (24). Dauguma minėtų pelėsinųjų grybų rūšių, laikomos kambario temperatūroje, gali lengvai augti ir gaminti mikotoksinius, kurie patekę į organizmą gali sukelti rimtą pavojų žmogaus sveikatai (25,26).

Mucor spp. tai saprofitai, kurių greitai augančioms kolonijoms būdinga balta, pilka ar smėlio spalva. Mitybinėje terpėje hifų tinklas gali užaugti iki kelių centimetrų aukščio. Teigiama, jog daugelis *Mucor* genties grybų yra laikomi nekenksmingais žmogaus organizmui, tačiau kai kurios gentys gali sukelti mukormikozę (27,28).

Rhizopus spp. kolonijos įprastai būna tamsiai pilkos spalvos. Pelėsiui subrendus, hifai tampa balti. Kai kurie *Rhizopus* genties pelėsiniai grybai yra siejami plaučių ir odos ligomis. *Rhizopus stolonifer* laikomas dažniausiai po derliaus nuėmimo pasitaikančia vaisių taršos priežastimi. Teigiama, jog apie 50 proc. visų patiriamų komercinių nuostolių sukelia šios genties pelėsiniai grybai (29).

Penicillium spp. aerobiniai grybai, kurie geba augti įvairiose sąlygose. Dauguma maiste randamų *Penicillium* genties pelėsinųjų grybų yra mezofilai, kurių optimali augimo temperatūra yra +25°C. Taip pat didžioji dalis geba gaminti mikotoksinius, tokius kaip ochratoksinas A ir patulinas (30).

Alternaria spp. tai lėtai augančios baltai pilkšvos spalvos kolonijos. Šios genties pelėsiniai grybai dažniausiai siejami su sandėliavimo metu atsirandančia tarša. (31)

1.2.1 Mikotoksinai citrusiniuose vaisiuose

Mikotoksinai yra antriniai pelėsinųjų grybų metabolitai, kurių suvartojimas gali sukelti rimtą pavojų sveikatai. Susirgimai, kuriuos sukelia mikotoksinų poveikis, vadinami mikotoksikozėmis. Iš pagrindinių pelėsinųjų grybų antrinių metabolitų gamybos veiksnių yra išskiriamos laikymo bei aplinkos sąlygos (28). Didžiojoje dalyje mokslinės literatūros kalbama apie grūdinės kilmės produktų taršą pelėsiniais grybais bei jų gaminamus metabolitus. Pastaruoju laikotarpiu dauguma vaisių bei daržovių, kurios tapo svarbi sveikos mitybos dalimi, sulaukė didelio mokslininkų dėmesio, dėl galimos taršos mikotoksinais, tačiau šie apsinuodijimai sunkiai atsekami (7). Produktų užteršimas mikotoksinais siejamas ne tik su sukeliama pavojumi sveikatai, bet ir dideliais ekonominiais nuostoliais (7). Vaisiuose randami pelėsiniai grybai tokie kaip *Penicillium* spp., *Alternaria* spp. ar *Aspergillus* spp., patekę į organizmą gali gaminti žmogaus sveikatai pavojingus

junginius: aflatoksiną, ochratoksiną A bei *Alternaria* ar *Fusarium* pelėsinų grybų gentims priskiriamus mikotoksinus (31,7). Kai kurie iš citrusuose randamų mikotoksinų laikomi kancerogeniniais bei dauguma jų gali išlikti stabilūs produktų apdorojimo metu (26). Didžioji dalis pelėsinų grybų gaminamų cheminių junginių yra atsparūs aukštai temperatūrai, todėl mikotoksinai gali būti randami po vaisių terminio apdorojimo (32).

Aflatoksinas yra vienas pavojingiausių pelėsinų grybų gaminamų mikotoksinų, kuris pagal struktūrą bei fiziologinį poveikį skirstomas į 4 pagrindines grupes: B1, B2, G1, G2. Aflatoksinas dažniausiai randamas riešutuose, grūduose, džiovintuose vaisiuose ar apelsinuose. Ligos, kurias sukelia šio toksino suvartojimas vadinamos aflatoksikozėmis (28,32). Ūminė aflatoksikozė dažnai gali baigtis mirtimi, o lėtinė gali sukelti vėžinius susirgimus ar imuninės sistemos sutrikimus. Apsinuodijus aflatoksinu dažniausiai pažeidžiamos kepenys (28).

Ochratoksinas A – *Aspergillus* ir *Penicillium* pelėsinų grybų genčių gaminamas antrinis metabolitas, kuris toksiškai veikia eritrocitus, kepenis, inkstus ar imuninę sistemą bei yra laikomas kancerogenišku. Ochratoksinas A gali būti gaminamas įvairiomis sąlygomis, kadangi *Aspergillus* genties grybai toksiną geba gaminti esant aukštai temperatūrai bei drėgmei, o *Penicillium* genties grybai – esant žemai, +5°C temperatūrai (32).

Alternaria pelėsinų grybų genčių toksinai – grupė cheminių junginių, iš kurių didžiausiu toksiškumą pasižymi tenzuano rūgštis, kuri slopina baltymų sintezę, dažnai aptinkama citrinose bei apelsinuose (30,32).

Fusarium pelėsinei grybų genčiai priklausantis fumozinas, kuris skirstomas į B1 bei B2, laikomas pavojingiausiu kancerogeniniu metabolitu. Remiantis literatūra, *Fusarium* pelėsinų grybų genčių gaminamas antrinis metabolitas fumozinas siejamas su padidėjusiu stemplės vėžinių susirgimų skaičiumi pasaulyje (28).

1.2.2 Preveninės priemonės mažinančios pelėsinų grybų paplitimą citrusiniuose vaisiuose

Maisto pramonėje yra atrasta daugybė prevencinių priemonių, kovojant su prieš ir po derliaus nuėmimo atsirandančia pelėsine tarša (7). Cheminiai fungicidai yra laikomi pagrindine augintojų bei pakavimo įmonių naudojama priemone, siekiant kontroliuoti pelėsinę taršą po derliaus nuėmimo. Ši profilaktinė priemonė laikoma veiksmingiausia, tačiau, dėl per dažno bei netinkamo panaudojimo pastebėtos naujos, fungicidams atsparios, pelėsinų grybų padermės (33). Pastaruoju laikotarpiu, populiariausia pelėsinų grybų profilaktika buvo naudojant chloro ir

hipochlorito druskų tirpalus. Taip pat literatūroje minima apie chloro dioksido, alkoholių, vario sulfatų, organinių rūgščių, vandenilio peroksido, ozono dujų ar peracto rūgšties panaudojimą (34). Dėl pastebėto neigiamo cheminių fungicidų poveikio žmogaus sveikatai, daugelyje šalių taikomi griežti pesticidų likučių maisto produktuose reikalavimai, todėl buvo atrastos pelėsinų profilaktikos priemonių alternatyvos, apimančios biologinių medžiagų panaudojimą ar aplinkos sąlygų kontroliavimą (33). Biologinės fungicidinės priemonės apima bakterijų, augalų ekstraktų, druskų, eterinių aliejų, karšto vandens ar šviesos spinduliuočių panaudojimas (35).

Literatūroje teigiama, jog citrusinių vaisių sandėliavimo metu palaikoma žema temperatūra ne visada vaisius apsaugo nuo pelėsinės taršos. Pavyzdžiui mandarinuose dažnai pasitaikantys *Penicillium* genties grybai, kurie pagal spalvą skirstomi į mėlynąjį bei žaliajį pelėsį, geba augti ir žemesnėje nei +10 °C temperatūroje, todėl papildomai naudojamos cheminės arba biologinės fungicidinės priemonės (35). Dėl kai kurių *Penicillium* spp. pelėsinų grybų atsparumo cheminiams fungicidams (pvz. imazalilas, natrio ortofenilfenatas, tiabendazolas), kurios taip pat pasižymi toksiniu poveikiu žmogaus organizmui, daugiau dėmesio yra skiriama biologinių fungicidinių priemonių (pvz. natrio karbonato ar hidrokarbonato, karšto vandens) panaudojimui (35).

Natrio tirpalai yra laikoma efektyvi prevencinė priemonė kovojant prieš pelėsinę taršą, dėl lengvo druskų prieinamumo, mažų kaštų bei minimalios vaisiaus pažeidimo rizikos (35,36). Remiantis anksčiau atliktais tyrimais, natrio karbonato bei natrio hidrokarbonato panaudojimas po derliaus nuėmimo ženkliai sumažino *Penicillium digitatum* kiekį apelsinuose. Remiantis naujausiais duomenimis, nustatyta, kad natrio tirpalų panaudojimas yra veiksminga prevencinė priemonė kovojant prieš *Penicillium digitatum* ir *Penicillium italicum* augimą citrinose, apelsinuose ir mandarinuose. Tačiau teigiama, jog šių druskų panaudojimas neužkerta kelio pakartotiniam vaisiaus užteršimui pelėsiniai grybais (35).

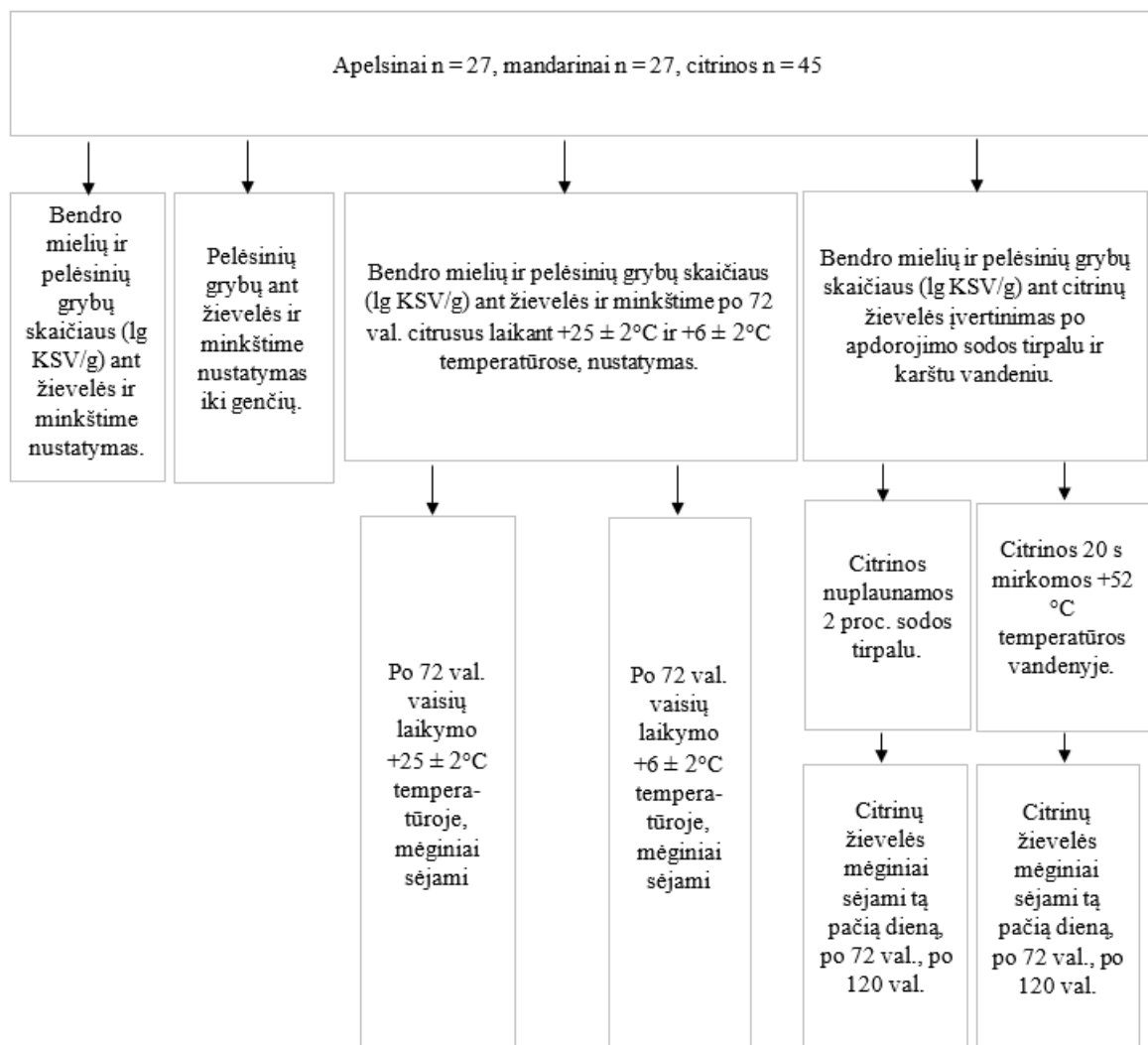
Apdorojimas karštu vandeniu ar tiesiog karščiu – teigiamai vertinama prevencinė priemonė kovojant prieš pelėsinę taršą po derliaus nuėmimo. Dėl priimtino veiksmingumo, apdorojimo proceso pigumo, lengvumo bei nepageidaujamų junginių likučių išvengimo, apdorojimas karščiu pastaruoju laikotarpiu tapo viena populiariausių pelėsinų grybų profilaktikų. Be to, siekiant dar labiau sumažinti pelėsinę taršą, ši prevencinė priemonė gali būti lengvai derinama su kitais fungicidiniais junginiais (37). Daugybės tyrimų dėka, mokslininkai yra ištyrę, kokias temperatūras, priklausomai nuo vaisiaus rūšies, reikėtų naudoti, norint sumažinti tam tikrų mikroorganizmų kiekį

citrusiniuose vaisiuose, nepakenkiant jų kokybinėms savybėms (36, 37). Pavyzdžiui apelsinams rekomenduojama optimali vandens temperatūra buvo +53 °C, citrinų ir mandarinų – +52 °C (36).

2. TYRIMO METODAI IR MEDŽIAGA

2.1 Tyrimo objektas

Tyrimui buvo renkami trijų skirtingų rūšių citrusiniai vaisiai: apelsinai, mandarinai, citrinos. Citrusai buvo renkami iš trijų populiarių maisto prekių centrų. Mikrobiologiniai tyrimai buvo atliekami Lietuvos sveikatos mokslų universiteto, Veterinarijos akademijos, Maisto saugos ir kokybės katedroje, Mikotoksikologijos laboratorijoje.



2 pav. Tyrimo schema

2.2 Mėginių paėmimas

Tyrimui mėginiai buvo renkami 2022 metų sausio – birželio mėnesiais iš trijų skirtingų maisto prekių parduotuvių. Visi citrusiniai vaisiai buvo pirkti sveriami be matomų mechaninių ir gedimą identifikuojančių pažeidimų, taip pat atsižvelgiant į jų kokybę apibūdinančią klasę. Iš viso buvo paimta 99 skirtingų mėginių, iš kurių 27 apelsinai, 27 mandarinai bei 45 citrinos. Apelsinai ir mandarinai buvo priskirti I, o citrinos II klasei.

2.3 Mikroorganizmų nustatymas

2.3.1 Bendro mielių ir pelėsių grybų skaičiaus nustatymas

Mielių ir pelėsių grybų kolonijų skaičiaus nustatymas buvo atliekamas pagal (LST ISO 21527-2:2008 „Maisto ir pašarų mikrobiologija. Bendrasis mielių ir pelėsių grybų skaičiavimo metodas. 1 dalis. Kolonijų skaičiavimo būdas produktuose, kurių vandens aktyvumas didesnis kaip 0,95.“). Mielių ir pelėsių grybų kolonijų skaičius buvo atskirai nustatomos vaisių žievelėje ir minkštyme. Steriliu skalpeliu atpjaunama mažais gabalėliais 10 g tiriamosios medžiagos bei suberiama į 90 ml distiliuoto vandens kolbutes. Gautas mišinys homogenizuojamas 15 min., kuris vėliau sėjamas į 3 skirtingas Petri lėkšteles giluminiu būdu Sabūro terpėje. Petri lėkštelės buvo laikomos $+25 \pm 2$ °C temperatūroje 72 val. Po 72 val. skaičiuojamas mielių ir pelėsių grybų kolonijų skaičius.

2.3.2 Pelėsių grybų identifikavimas iki genčių

Siekiant nustatyti citrusiniuose vaisiuose randamų pelėsių grybų gentis, 2 skirtinguose Petri lėkštelėse buvo sėjama 10 gabalėlių žievelės. Toks pat metodikos būdas pakartojamas su vaisiaus minkštimu. Vaisiaus gabalėliai iš mėginio paimami apie 1 cm² ploto bei paskirstomi ant sustingusios Sabūro terpės, dedant vieną gabalėlį viduryje ir 9 aplinkui ratu taip, kad jie nesiliestų. Petri lėkštelės inkubuojamos iki 5 parų kambario temperatūroje. Po 5 parų, šviesiniu mikroskopu vertinamos užaugusios pelėsių grybų kultūros, remiantis apibūdinimojais, pagal būdingus morfologinius požymius nustatomos gentys. Siekiant nustatyti genčių dažnumą, užkresti gabalėliai įvertinami procentinėmis dalimis, kai 1 gabalėlis prilyginamas 10 proc.

2.3.3 Pelėsių grybų paplitimas citrusinius vaisius laikant skirtingose sąlygose

Nustatant aplinkos laikymo sąlygų įtaką pelėsių grybų augimui citrusiniuose vaisiuose, buvo tiriami apelsinų, mandarinų, citrinų minkštimas ir žievelė pirmąją dieną bei po 72 val. laikant kambario ($+25 \pm 2$ °C) temperatūroje ir 55 ± 2 proc. drėgnyje arba šaldytuve ($+6 \pm 2$ °C). Mielių ir

pelėsinių grybų kolonijų skaičiaus nustatymas atliekamas remiantis LST ISO 21527-2:2008 „Maisto ir pašarų mikrobiologija.“

2.3.4 Prevencinės priemonės mažinančios pelėsinių grybų paplitimą citrusiniuose vaisiuose

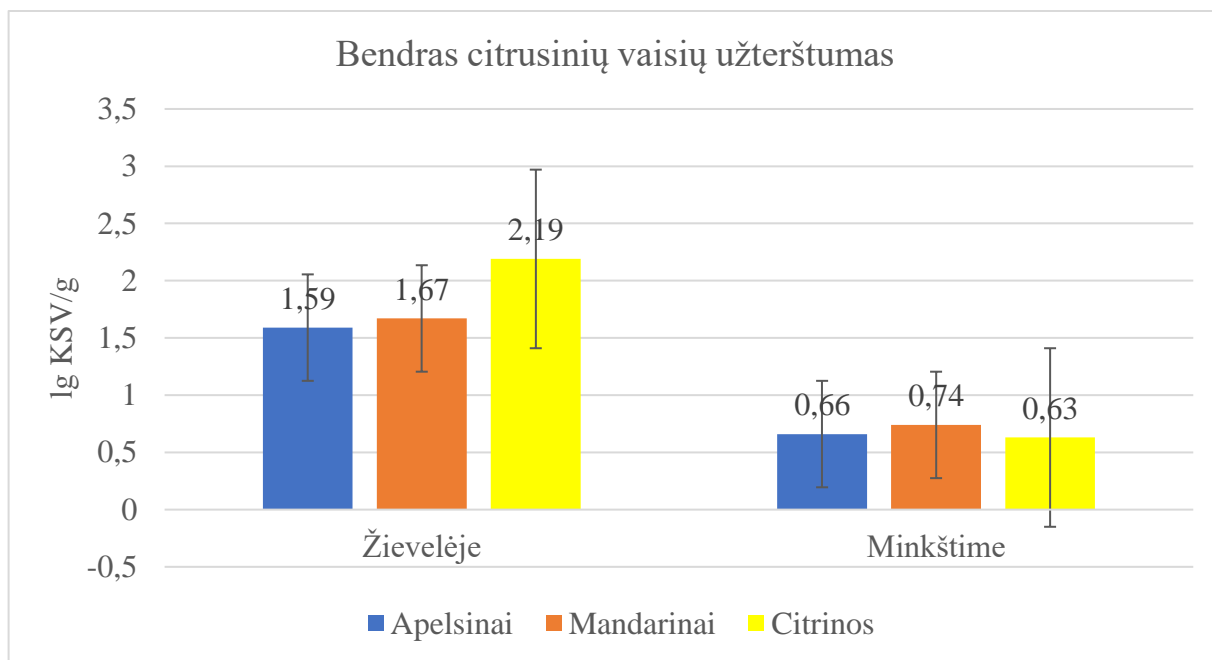
Remiantis literatūra, buvo naudojamos dvi prevencinės priemonės, siekiant sumažinti pelėsinių grybų skaičių ant citrusinių vaisių žievelės. Citrinos buvo nuplaunamos 2 proc. sodos tirpale arba mirkomos 20 sek. į +52 °C temperatūros vandenyje bei tiriamos tą pačią dieną, vėliau po 72 val. ir po 120 val. Mielių ir pelėsinių grybų kolonijų skaičiaus nustatymas atliekamas remiantis LST ISO 21527-2:2008 „Maisto ir pašarų mikrobiologija. Bendrasis mielių ir pelėsinių grybų skaičiavimo metodas.“ standarto 1 dalimi.

2.4 Duomenų statistinė analizė

Visų tyrimų duomenys suvesti į MS Excel 2015 programą ir sudarytos 4 lentelės pagal mėginio paėmimo vietą, citrusinio vaisiaus rūšį bei tiriamą vaisiaus sluoksnį. Naudojantis aprašomosios statistikos įrankiu apskaičiuotos tiriamų rodiklių medianos, vidurkiai bei standartiniai nuokrypiai. Tikrinama koreliacija tarp ant žievelės ir minkštume aptiktos taršos pagal Spirmeno ranginės koreliacijos koeficiento reikšmę (r). Atliktas t-testo tyrimas, kurio metu buvo tikrinamas statistinis reikšmingumas. Duomenys buvo laikomi patikimais, kai $p \leq 0,05$.

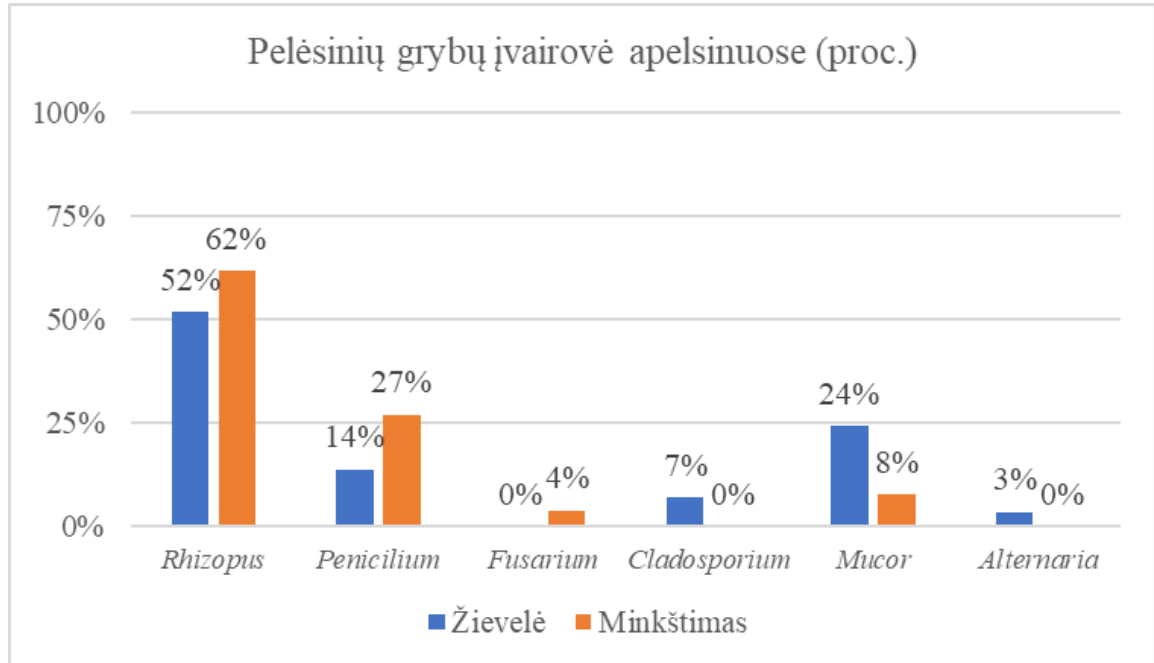
3. TYRIMO REZULTATAI

Vertinant bendrą mielių ir pelėsių grybų kolonijų skaičių (3 pav.), didžiausias užterštumas aptiktas citrinų žievelės mėginiuose, kuris 27 proc. ir 24 proc. buvo didesnis nei apelsinų ar mandarinų žievelės mėginių. Didžiausias taršos skirtumas tarp citrusų žievelės ir minkštimo mėginių buvo citrinų (3,5 karto), mažiausias – mandarinuose (2,3 karto). Tarp citrusų žievelės ir minkštimo mėginių nustatyti stiprūs ($r = -0,7$), mandarinų ($r = 0,8$) bei citrinų ($r = 0,7$) koreliaciniai ryšiai. Duomenys buvo statistiškai reikšmingi ($p < 0,05$).



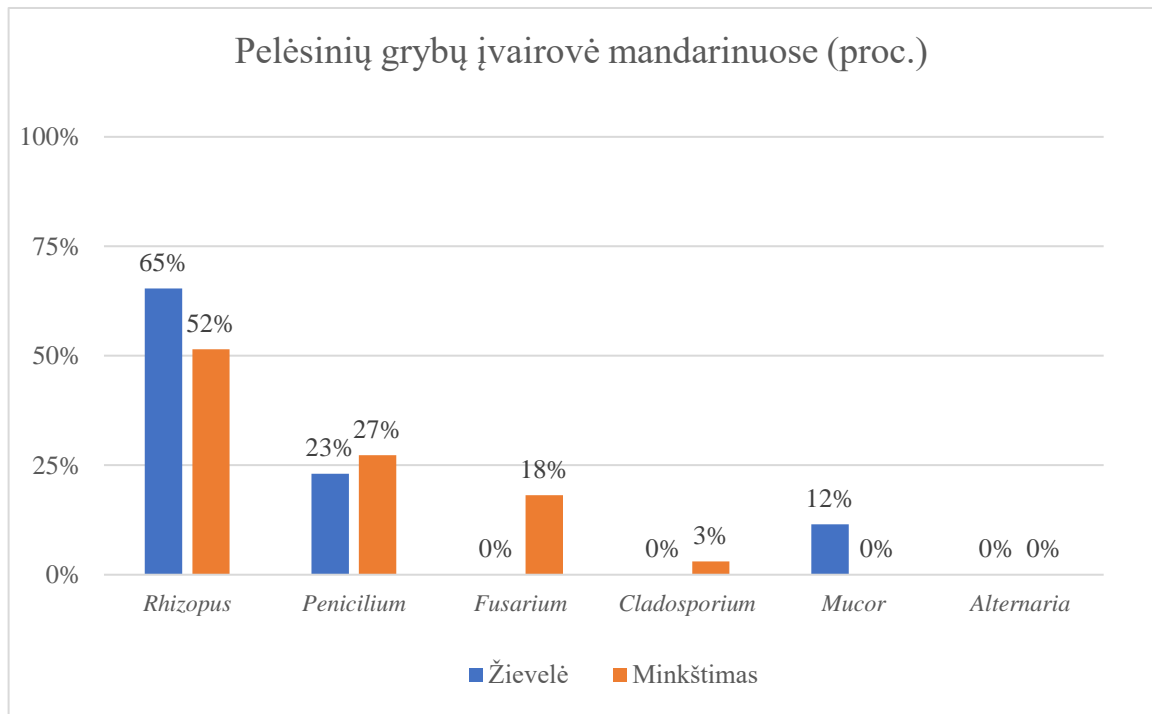
3 pav. Bendras mielių ir pelėsių grybų skaičius vaisių žievelėje ir minkštyme

Nustatant pelėsių grybų gentis apelsinuose (pav. 4), pastebėta, kad apelsinų vaisių mėginiuose dominavo *Rhizopus* pelėsių grybų gentis, jų minkštyme buvo aptikta 10 proc. daugiau nei žievelėje. Tačiau žievelėje aptiktą *Mucor* pelėsių grybų genčių buvo 3 kartus daugiau (16 proc.) nei minkštyme.



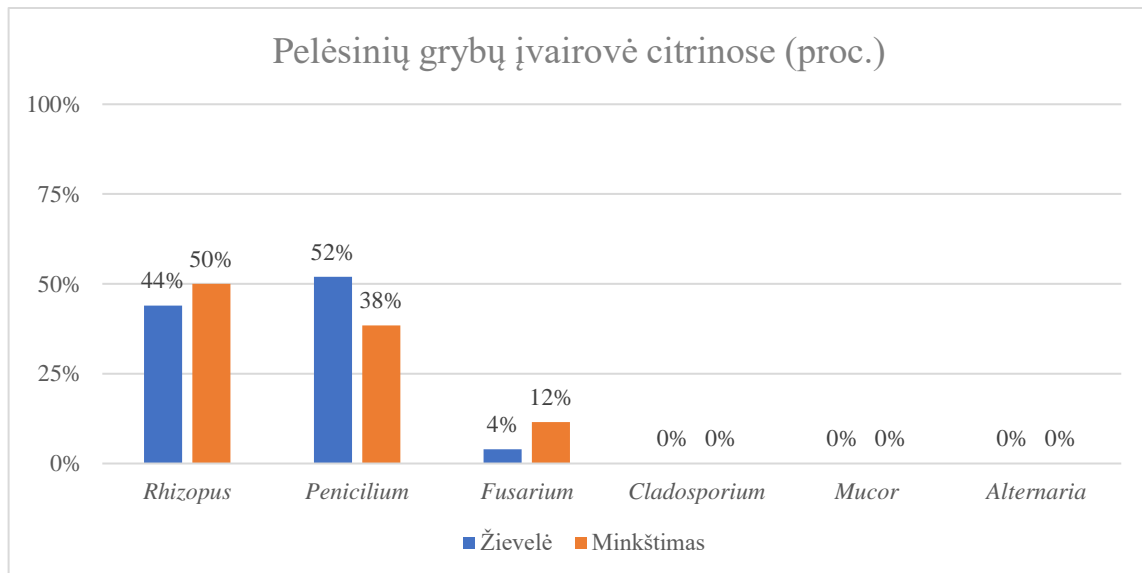
4 pav. Apelsinų žievelėje ir minkštyme aptiktos pelėsinių grybų gentys

Vertinant pelėsinių grybų genčių įvairovę mandarinuose (5 pav.), nustatyta, kad, skirtingai nei apelsinuose ar citrinose, *Rhizopus* spp. buvo 13 proc. daugiau žievelėje nei minkštyme. Daugumoje mandarinų mėginių dominavo *Rhizopus* spp. pelėsiniai grybai (65 proc. žievelėje, 52 proc. minkštyme).



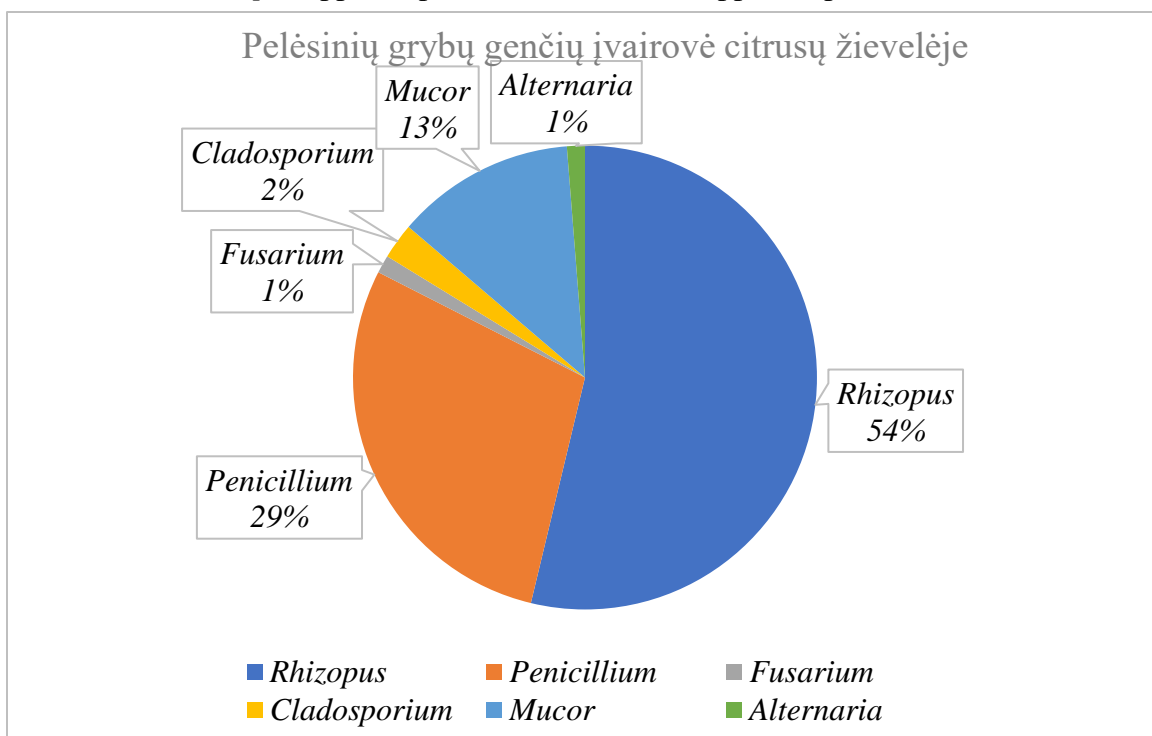
5 pav. Mandarinų žievelėje ir minkštyme aptiktos pelėsinių grybų gentys

Identifikuojant citrinų žievelėje bei minkštyme aptiktas pelėsinių grybų gentis (6 pav.), nustatyta, kad, skirtingai nei kituose citrusų žievelės mėginiuose, dominavo *Penicillium* spp. pelėsinei grybai (52 proc.).



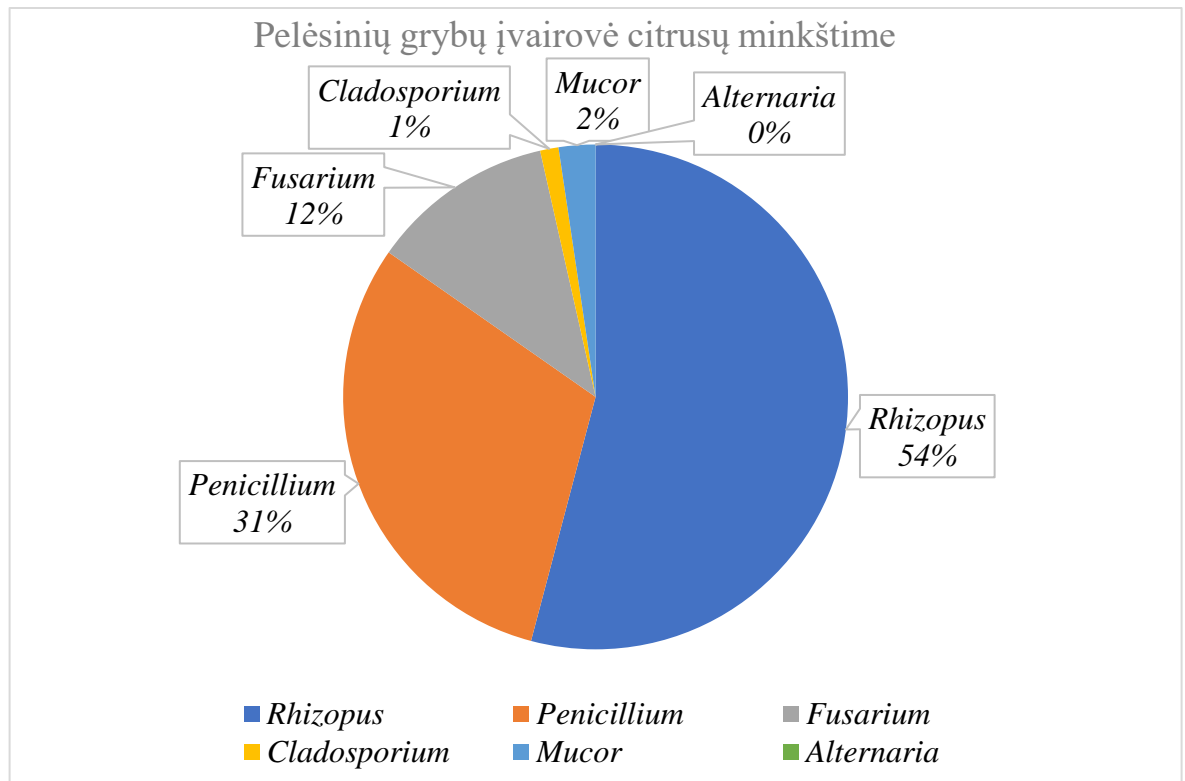
6 pav. Pelėsinių grybų genčių paplitimas citrinos vaisiuose

Nustatant pelėsinių grybų gentis citrusinių vaisių žievelėje (pav. 7), daugiausia mėginių buvo užkrėsti *Rhizopus* spp. (54 proc.) bei *Penicillium* spp. (29 proc.).



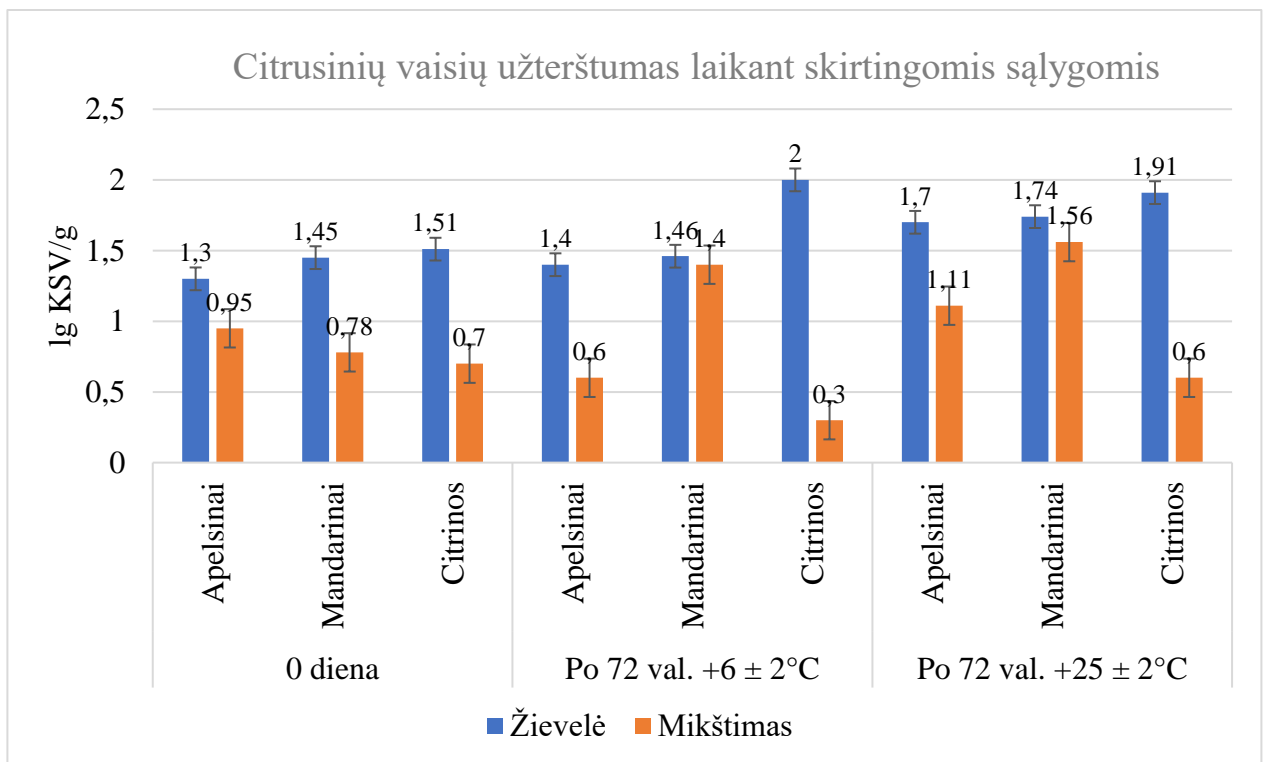
7 pav. Citrusinių vaisių žievelėje aptiktos pelėsinių grybų gentys

Vertinant citrusinių vaisių minkštyme randamas pelėsinų grybų gentis (pav. 8), didžiausias kiekis mėginių buvo užkrėsti *Rhizopus* spp (54 proc.) bei *Penicillium* spp. (31 proc.).



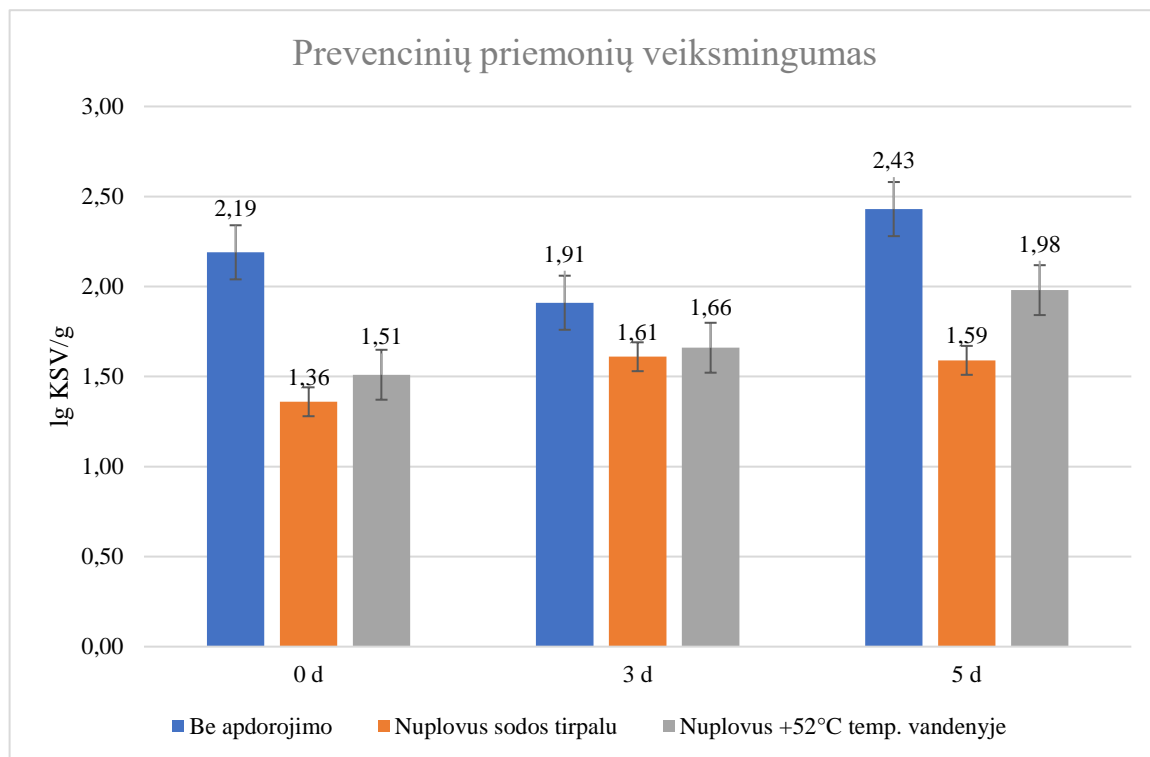
8 pav. Citrusinių vaisių minkštyme aptiktos pelėsinų grybų gentys

Lyginant citrusinių vaisių, 72 val. laikytų $+6 \pm 2$ °C ir $+25 \pm 2$ °C aplinkos temperatūrose, mielių ir pelėsinų grybų kolonijų skaičių, (pav. 9), nustatyta, jog apelsinų žievelės bei citrinų minkštimų mėginių tarša po 72 val. 25 proc. buvo didesnė $+25 \pm 2$ °C nei mėginių laikytų $+6 \pm 2$ °C temperatūroje. Vertinant skirtingomis sąlygomis laikytų citrusų pelėsinų grybų kolonijų skaičiaus padidėjimą citrusų minkštyme, didžiausias taršos padidėjimas (2 kartus) buvo mandarinuose, laikytų kambario temperatūroje ($+25 \pm 2$ °C temp.), o citrinų vaisaus laikytų $+6 \pm 2$ °C temp. minkštimo mėginiuose tarša sumažėjo 2,(3) kartus.



9 pav. Bendras mielių ir pelėsių grybų skaičius laikant citrusinius vaisius skirtingoje aplinkos temperatūroje

Vertinant prevencinių priemonių veiksmingumą, kuriomis galima sumažinti pelėsių grybų kiekį citrusuose (10 pav.), nustatyta, kad abi prevencinės priemonės buvo veiksmingos. Efektyvesnis pelėsių grybų sumažinimo būdas buvo naudojant sodos tirpalą, kolonijų skaičius sumažėjo 38 proc. (0,83 lg KSV/g), naudojant +52°C temp. vandenį kiekis sumažėjo 31 proc. (0,68 lg KSV/g). Po 72 val. (3 d.) ištyrus prevencinėmis priemonėmis apdorotus mėginius pastebėta, kad sodos tirpalu nuplautų žievelės mėginiuose taršos padidėjimas, lyginant su karštame vandenyje plautų vaisių, buvo 9 proc. didesnis. Tačiau po 120 val. (5d.) didesnis taršos padidėjimas (14 proc.) buvo karštu vandeniu apdorotuose citrinos žievelės mėginiuose. Taršos skirtumas tarp žievelės apdorojimo sodos tirpalu ir karštu vandeniu buvo statistiškai reikšmingas ($p < 0,05$).



10 pav. Bendras mielių ir pelėsinių grybų skaičius taikant skirtingas prevencines priemones

4. REZULTATŲ APITARIMAS

Citrusinių vaisių tarša pelėsiniais grybais yra aktuali problema, su kuria susiduria daugelis maisto pramoninkų (1). Didelis cukrų kiekis, mažas pH bei didelis vandens aktyvumas sukuria palankias sąlygas tam tikrų pelėsinių grybų genčių vystymuisi (3). Tyrimo metu didžiausia tarša užfiksuota ant citrusų žievelės, kurioje dažniausiai pastebimi pelėsiniai pažeidimai. Mažesnė tarša buvo aptikta citrusų minkštyme, tam įtakos galėjo turėti citrusų morfologinė struktūra: vis gi dauguma citrusuose randamų pelėsinių grybų yra laikomi oportunistiniais, kurie į vaisiaus minkštimą įprastai skverbiasi per mechaninius pažeidimus. Didžiausia tarša ant žievelės buvo randama citrinų mėginiuose. Tai lemti galėjo vaisiaus laikymo laikas, kadangi atsižvelgiant į parduotuvėje pateiktą informaciją, visos įsigytos citrinos buvo bent diena laikytos ilgiau nei apelsinai ar mandarinai. Todėl ant citrinų žievelių pelėsiniai grybai galėjo pradėti plisti anksčiau. Nustatyta stipri koreliacija tarp ant žievelės ir minkštyme aptiktos taršos. Todėl galima teigti, kad, jeigu ant žievelės yra aptinkama pelėsinių grybų, jų bus ir minkštyme. Taip pat, svarbu paminėti, jog didžiausia tarša minkštyme užfiksuota mandarinuose, tam įtakos galėjo turėti plonesni išoriniai sluoksniai, lyginant su kitais citrusais. Mažiausias minkštimo užterštumas buvo užfiksuotas citrinose, kurių, lyginant su kitais tirtais citrusais pH yra ženkliai žemesnis. Pavyzdžiui apelsinų bei mandarinų pH svyruoja nuo 3 iki 4, o citrinų gali būti mažesnis nei 2,5.

Visuose tirtuose citrusų mėginiuose buvo aptikta bent 1 pelėsinių grybų gentis. Taip pat buvo pastebėtos visos Nigerijos Modibbo Adama universiteto mokslo darbuotojų atliktuose tyrimuose citrusuose rastos pelėsinių grybų gentys (*Penicillium* spp., *Mucor* spp., *Rhizopus* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp. bei *Alternaria* spp.) (24). Mūsų atlikto tyrimo metu taip pat buvo rasta ir *Cladosporium* spp. pelėsinių grybų. Dažniausiai pasitaikiusi pelėsinių grybų gentis buvo *Rhizopus* spp., kuri tiek žievelėje, tiek minkštyme sudarė 54 proc. visų randamų pelėsinių grybų genčių. Literatūroje teigiama, jog būtent dėl tyrimo dažniausia aptikto *Rhizopus* genčių patiriama apie 50 proc. visų nuostolių (29). Šiek tiek daugiau nei 20 proc. mažiau buvo aptikta *Penicillium* genties pelėsinių grybų, kurie dažnai užaugdavo tame pačiame mėginyje kaip ir *Rhizopus* grybų kultūros. Atpažįstant *Penicillium* genties pelėsinius grybus citrusiniuose vaisiuose, kurių žievelėje rastų grybų dalį sudarė 29 proc., o minkštyme 31 proc. Visais atvejais buvo pastebėtas žaliasis pelėsis, kurį sukelia *Penicillium digitatum* rūšies pelėsinis grybas (35). Likusios gentys žievelėje bei minkštyme atitinkamai sudarė 17 ir 15 proc. visų rastų genčių. Tokių pelėsinių genčių, aptiktų

mėginiuose, dažnį galėjo lemti *Penicillium* bei *Rhizopus* gentims palankesnė aplinkos temperatūra, kuri buvo $+25 \pm 2$ °C.

Skirtingų laikymo sąlygų tyrimo metu pastebėta, jog citrusinius vaisius laikant $+6 \pm 2$ °C, pelėsinių grybų tarša po 72 val. yra šiek tiek mažesnė, nei vaisius laikant $+25 \pm 2$ °C temperatūroje. Skirtumui įtakos galėjo turėti daugeliui pelėsinių genčių palankesnė $+25 \pm 2$ °C temperatūra. Didžiausias pelėsinių grybų taršos padidėjimas minkštyme (2 kartus) buvo užfiksuotas mandarinuose, tai galėjo lemti ploni vaisiaus apsauginiai sluoksniai, pro kuriuos, lyginant su apelsinų ar citrinų žievelėmis, pelėsiniai grybai galėjo lengviau prasiskverbti.

Abi naudotos prevencinės priemonės dažnai taikomos siekiant sumažinti *Penicillium* pelėsinių grybų genčių taršą citrusuose. Veiksmingesnė profilaktinė priemonė šiame tyrime buvo naudojant sodos tirpalą. Svarbu paminėti, jog mirkymas į karštą vandenį, taip pat ženkliai sumažino ant citrinų žievelėje esančią pelėsinę taršą. Skirtumą tarp prevencinių priemonių galėjo lemti pelėsinių grybų genčių skirtingas pakantumas pH (sodos tirpalas) bei temperatūrai ($+52$ °C temperatūros vanduo).

IŠVADOS

1. Didžiausias bendras mielių ir pelėsinų grybų skaičius (2,19 lg KSV/g) nustatytas ant citrinų žievelės ir mandarinų minkštyme (0,74 lg KSV/g), o mažiausias ant apelsinų žievelės (1,59 KSV/g) ir citrinų minkštyme (0,63 lg KSV/g). Bendras mielių ir pelėsinų grybų skaičius ant citrusinių vaisių žievelės buvo 2,7 kartų didesnis nei citrusų minkštyme.

2. Ant citrusinių vaisių žievelės ir minkštyme dominavo šios pelėsinų grybų gentys: *Mucor*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Rhizopus*, *Penicillium* gentys. *Rhizopus* buvo labiausiai paplitusi gentis tiek ant citrinų žievelės, tiek minkštyme (54 proc.).

3. Mažesnis bendras mielių ir pelėsinų grybų skaičius ant citrusinių vaisių žievelės (9 proc.) ir minkštyme (43 proc.) nustatytas vaisius laikant $+6 \pm 2$ °C temperatūroje.

4. Atliekant prevencinių priemonių taikymą, siekiant sumažinti bendrą mielių ir pelėsinų grybų paplitimą citrusiniuose vaisiuose, tyrimą, nustatyta, jog sodos tirpalas, lyginant su pirmąją dieną, po 72 (3 proc.) bei po 120 val. (25 proc.) buvo veiksmingesnė prevencinė priemonė nei apdorojimas naudojant +52°C temp. vandenį.

LITERATŪROS ŠALTINIAI

1. Ma G, Zhang L, Sugiura M, Kato M. Citrus and health. In: Talon M, Caruso M, Gmitter FG, editors. The Genus Citrus. Elsevier. 2020; p. 495–511. Interneto prieiga: <https://sci-hub.se/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128121634000243> [žiūrėta 2022-01-08].
2. Liu Y, Heying E, Tanumihardjo SA. History, global distribution, and nutritional importance of citrus fruits. Compr Rev Food Sci Food Saf. 2012; 11(6):530–545. Interneto prieiga: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1541-4337.2012.00201.x> [žiūrėta 2022 -01-08].
3. Tournas VH, Katsoudas E. Mould and yeast flora in fresh berries, grapes and citrus fruits. Int J Food Microbiol. 2005; 105(1):11–17. Interneto prieiga: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160505002710> [žiūrėta 2022-01-08].
4. Tozlu E, Kotan MŞ, Tekiner N, Dikbaş N, Kotan R. Biological control of postharvest spoilage in fresh mandarins (citrus reticulata Blanco) fruits using bacteria during storage. Erwerbs-Obstbau . 2019; 61(2):157–164. Interneto prieiga: <http://dx.doi.org/10.1007/s10341-018-0412-8> [žiūrėta 2022-01-09].
5. Yang Y, Li Y, Wu D, Li X, Luo P, Hu N et al. Recent advances on toxicity and determination methods of mycotoxins in foodstuffs. Trends in Food Science and Technology. 2020; 96:233-252. Interneto prieiga: <https://sci-hub.se/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224419303188> [žiūrėta 2022-12-08].
6. Mandappa IM, Basavaraj K, Manonmani HK. Analysis of mycotoxins in fruit juices. Fruit Juices: Extraction, Composition, Quality and Analysis. 2018. p. 763-777. Interneto prieiga: <https://sci-hub.se/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128022306000369> [žiūrėta 2022-12-08].
7. Davies CR, Wohlgemuth F, Young T, Violet J, Dickinson M, Sanders J-W, et al. Evolving challenges and strategies for fungal control in the food supply chain. Fungal Biol Rev. 2021; 36:15–26. Interneto prieiga: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1749461321000038?token=117A49A4506FFEF37D4FB03D531056490DAA84D9AE3A1C3A47A8E93D29F107E5D1128D69002F0A2802DC32944CE988D8&originRegion=eu-west-1&originCreation=20221121133415> [žiūrėta 2022-12-08].

8. Ahmed W, Azmat R. Citrus: An Ancient Fruits of Promise for Health Benefits. In: Sajid M, Amanullah, editors. Citrus: Health benefits and production technology. London, England: IntechOpen; 2019. p. 19-28. Interneto prieiga: https://books.google.lt/books?hl=lt&lr=&id=7Qf8DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA19&dq=citrus+fruit+diet+importance&ots=qUNd1kMg5&sig=qM7otWlct83dyA7QAkDUdBDXZWg&redir_esc=y#v=onepage&q=citrus%20fruit%20diet%20importance&f=false [žiūrėta 2022-x-x].
9. Zou Z, Xi W, Hu Y, Nie C, Zhou Z. Antioxidant activity of Citrus fruits. Food Chem. 2016; 196:885–896. Interneto prieiga: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814615014156> [žiūrėta 2022-01-22].
10. Sadka A, Shlizerman L, Kamara I, Blumwald E. Primary metabolism in citrus fruit as affected by its unique structure. Front Plant Sci. 2019; 10:1167. Interneto prieiga: <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2019.01167> [žiūrėta 2022-01-22].
11. Katz E, Fon M, Lee YJ, Phinney BS, Sadka A, Blumwald E. The citrus fruit proteome: insights into citrus fruit metabolism. Planta. 2007; 226(4):989–1005. Interneto prieiga: <http://dx.doi.org/10.1007/s00425-007-0545-8> [žiūrėta 2022-01-22].
12. Donatus E. Citrus fruits: A rich source of phytochemicals and their roles in human health. Int. J. Chem. Sci. 2008. 6(2):451-471. Interneto prieiga: https://www.researchgate.net/publication/267426401_Citrus_fruits_A_rich_source_of_phytochemicals_and_their_roles_in_human_health [žiūrėta 2022-01-22].
13. Rao MJ, Wu S, Duan M, Wang L. Antioxidant metabolites in primitive, wild, and cultivated citrus and their role in stress tolerance. Molecules. 2021; 26(19):5801. Interneto prieiga: <https://www.mdpi.com/1420-3049/26/19/5801/htm> [žiūrėta 2022-01-23].
14. ChuYing C, Xuan P, JinYin C, ChunPeng W. Antifungal activity of *Cynanchum atratum* alkaloids against citrus postharvest blue mould. Journal of Fruit Science. 2019; 36(1):94-102. Interneto prieiga: <https://www.cabdirect.org/globalhealth/abstract/20193071962> [žiūrėta 2022-01-23].
15. Pandey P, Khan F. A mechanistic review of the anticancer potential of hesperidin, a natural flavonoid from citrus fruits. Nutr Res. 2021; 92:21–31. Interneto prieiga: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0271531721000348> [žiūrėta 2022-01-23].
16. Simkin AJ. Carotenoids and apocarotenoids in planta: Their role in plant development, contribution to the flavour and aroma of fruits and flowers, and their nutraceutical benefits. Plants.

- 2021; 10(11):2321. Interneto prieda: <https://www.mdpi.com/2223-7747/10/11/2321/htm> [žiūrēta 2022-01-23].
17. Shi Y-S, Zhang Y, Li H-T, Wu C-H, El-Seedi HR, Ye W-K, et al. Limonoids from Citrus: Chemistry, anti-tumor potential, and other bioactivities. *J Funct Foods*. 2020; 75(104213):104213. Interneto prieda: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464620304370> [žiūrēta 2022-01-23].
18. Chhikara N, Kour R, Jaglan S, Gupta P, Gat Y, Panghal A. *Citrus medica*: Nutritional, phytochemical composition and health benefits-a review. *Food and Function*. 2018; doi:10.1039/C7FO02035J. Interneto prieda: <https://sci-hub.se/https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2018/fo/c7fo02035j/unauth> [žiūrēta 2022-02-26].
19. Soliman AG. Dietary fiber, atherosclerosis, and cardiovascular disease. *Nutrients*. 2019; 11(5):1155 Interneto prieda: <https://www.mdpi.com/2072-6643/11/5/1155/htm> [žiūrēta 2022-12-08]
20. Makki K, Deehan EC, Walter J, Backhed F. The impact of dietary fiber on gut microbiota in host health and disease. *Cell host and microbe*. 2018; 23(6):705-15. Interneto prieda: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S193131281830266X> [žiūrēta 2022-12-08]
21. LeBlanc JG, Laino JE, Juarez MV, Vannini V, Sinderen V, Taranto MP, et al. B-group vitamin production by lactic acid bacteria – current knowledge and potential applications. *Journal of applied microbiology*. 2011; 111(6):1297-309. Interneto prieda: <https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2672.2011.05157.x> [žiūrēta 2022-12-08]
22. Miles EA, Calder PC. Effects of citrus fruit juices and their bioactive components on inflammation and immunity: a narrative review. *Front Immunol*. 2021; 12:712608. Interneto prieda: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fimmu.2021.712608/full> [žiūrēta 2022-12-08]
23. Hussain SZ, Naseer B, Qadri T, Fatima T, Bhat TA. Citrus fruits – morphology, taxonomy, composition and health benefits. In *fruits grown in highland regions of the Himalayas*. Cham: Springer International Publishing. 2021; 229-44. Interneto prieda: https://sci-hub.se/https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-75502-7_18 [žiūrēta 2022-12-08]

24. Bashir M, A. Hamza F, Pukuma MS. Postharvest fungal spoilage of some citrus fruits. *Bioengineering and Bioscience*. 2020; 7(1):10–14. Interneto priega: <https://www.hrpub.org/download/20200430/BB2-10115737.pdf> [žiūrēta 2022-02-26].
25. Moss MO. Fungi, quality and safety issues in fresh fruits and vegetables. *J Appl Microbiol*. 2008; 104(5):1239–1243. Interneto priega: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2672.2007.03705.x> [žiūrēta 2022-04-30].
26. Orłowski M. Mucor dimorphism. *Microbiol Rev*. 1991; 55(2):234–258. Interneto priega: <http://dx.doi.org/10.1128/mr.55.2.234-258.1991> [žiūrēta 2022-04-30].
27. Walther G, Wagner L, Kurzai O. Updates on the taxonomy of Mucorales with an emphasis on clinically important taxa. *J Fungi (Basel)*. 2019; 5(4):106. Interneto priega: <http://dx.doi.org/10.3390/jof5040106> [žiūrēta 2022-05-07].
28. Perrone G, Susca A. Penicillium Species and Their Associated Mycotoxins. *Methods in Molecular Biology*. 2017; 1542:107-119 Interneto priega: <https://sci-hub.se/https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27924532/> [žiūrēta 2022-11-05].
29. Zain ME. Impact of mycotoxins on humans and animals. *J Saudi Chem Soc*. 2011; 15(2):129–144. Interneto priega: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319610310000827> [žiūrēta 2022-11-05].
30. Barkai-Golan R. Penicillium Mycotoxins. Barkai-Golan R, Paster N, editors. *Mycotoxins in Fruits and Vegetables*. Academic Press; 2011. p. 153-184. Interneto priega: <https://books.google.at/books?id=ySRh-nWkH14C> [žiūrēta 2022-11-07].
31. Enikova RK, Stoynovska MR, Karcheva MD. Mycotoxins in Fruits and Vegetables. *Journal of IMAB - Annu Proceeding (Sci Pap)*. 2020; 26(2):3139–43. Interneto priega: <https://www.journal-imab-bg.org/issues-2020/issue2/JofIMAB-2020-26-2p3139-3143.pdf> [žiūrēta 2022-11-07].
32. Kahramanoğlu İ, Nisar MF, Chen C, Usanmaz S, Chen J, Wan C. Light: An alternative method for physical control of postharvest rotting caused by fungi of citrus fruit. *J Food Qual*. 2020; 2020:1–12. Interneto priega: <https://www.hindawi.com/journals/jfq/2020/8821346> [žiūrēta 2022-11-29].
33. Papoutsis K, Mathioudakis MM, Hasperué JH, Ziogas V. Non-chemical treatments for preventing the postharvest fungal rotting of citrus caused by *Penicillium digitatum* (green mold) and *Penicillium italicum* (blue mold). *Trends Food Sci Technol*. 2019; 86:479–91. Interneto

- prieiga: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224418305909> [žiūrēta 2022-11-29].
34. Palou L, Smilanick JL, Usall J, Viñas I. Control of postharvest blue and green molds of oranges by hot water, sodium carbonate, and sodium bicarbonate. *Plant Dis.* 2001; 85(4):371–6. Interneto prieiga: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS.2001.85.4.371> [žiūrēta 2022-11-29].
35. Zacarias L, Cronje PJR, Palou L. Postharvest technology of citrus fruits. In: Talon M, Caruso M, Gmitter FG, editors. *The Genus Citrus*. Elsevier; 2020. p. 421–46. Interneto prieiga: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128121634000218> [žiūrēta 2022-11-30]
36. Rezende JL, Fernandes CC, Costa AOM, Santos LS, Vicente Neto F, Sperandio EM, et al. Antifungal potential of essential oils from two varieties of *Citrus sinensis* (lima orange and bahia navel orange) in postharvest control of *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.: Fr.) Vuill. *Food Sci Technol.* 2020; 40(2):405–9. Interneto prieiga: <https://www.scielo.br/j/cta/a/GRFDsbfynBFKMxqZQ4HGCKF/?format=pdf&lang=en> [žiūrēta 2022-11-30].
37. Muller WH. Influence of temperature on growth and sporulation of certain fungi. *Bot Gaz.* 1956; 117(4):336–43. Interneto prieiga: <http://www.jstor.org/stable/2473142> [žiūrēta 2022-11-30].

PRIEDAI

1 priedas. Atsiliepimas apie bakalauro baigiamąjį darbą

ATSILIEPIMAS apie
LIETUVOS SVEIKATOS MOKSLŲ UNIVERSITETO
VETERINARIJOS AKADEMIJOS
Veterinarijos fakulteto

Studento Domanto Medono

Maisto mokslo bakalauro studijų programos darbą tema:

„Citrusinių vaisių tarša pelėsiniais grybais“

Šio darbo tikslas – nustatyti citrusinių vaisių, įsigytų prekybos centruose, taršą pelėsiniais grybais.

Tyrimo metu, buvo surinkti 3 skirtingų rūšių citrusiniai vaisiai, kurie buvo įsigyti skirtingose prekybos vietose, be matomų mechaninių pažeidimų bei atsižvelgiant į vaisių kokybę apibūdinančią klasę. Siekiant nustatyti bendrą pelėsinę taršą, išsiaiškinti, citrusų taršą pelėsinių grybų gentimis, skirtingų aplinkos sąlygų (temperatūros) poveikį pelėsiniai taršai bei prevencinių priemonių veiksmingumą, iš viso buvo ištirti 99 citrusų mėginiai: 27 apelsinai, 27 mandarinai ir 45 citrinos.

Nustatyta, jog apelsinų, mandarinų bei citrinų žievėse, lyginant su minkštimu, randamas ženkliai didesnis pelėsinių grybų kolonijų skaičius. Nustatant pelėsinių grybų gentis buvo aptiktos *Mucor*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Rhizopus* ir *Penicillium* pelėsinių grybų gentys, iš kurių *Rhizopus* spp. ir *Penicillium* spp. mėginiuose augo dažniausiai. Ištyrus citrusus laikytus skirtingomis sąlygomis pastebėta, jog juos laikant žemoje ($+6 \pm 2$ °C) temperatūroje, pelėsinių grybų augimas buvo mažesnis nei citrusų, laikytų kambario ($+25 \pm 2$ °C) temperatūroje. Siekiant nustatyti prevencinių priemonių veiksmingumą, buvo naudota 2 proc. valgomosios sodos tirpalas ir karšto $+52$ °C temperatūros vandens vonelės. Gauti rezultatai parodė, jog efektyvesnė priemonė pelėsinių grybų taršai sumažinti buvo naudojant natrio druskų tirpalą.

Atliktas darbas vertingas praktine prasme, jame nagrinėjama problema – užkrėstumas pelėsiniais grybais – labai aktuali. Mikotoksinus gaminantys pelėsiniai grybai gali pažeisti vaisius ir kitus maisto produktus ir/ar pašarus, taip ženkliai sumenkindami jų kokybę. Naudojantis darbe pateikta mokslinės literatūros apžvalga ir gautais tyrimų rezultatais, būtų galima, sumažinti pelėsinių grybų paplitimą, ypač taikant efektyvias prevencines priemones.

AB „Kauno Grūdai“
AGPPGP

Žaliavų specialistas
Tomas Dabrovskas