

**VILNIAUS UNIVERSITETAS**  
**GAMTOS TYRIMŲ CENTRAS**  
**BOTANIKOS INSTITUTAS**

**VAIDA VAIČIULYTĖ**

***THYMUS PULEGIOIDES* CHEMOTIPAI LIETUVOJE:  
PAPLITIMAS, EDAFINIŲ IR KLIMATINIŲ SALYGŲ  
ĮTAKA, ALELOPATINĖS SAVYBĖS**

**Daktaro disertacija**

Biomedicinos mokslai, ekologijos ir aplinkotyros kryptis (03 B)

Vilnius, 2018

Disertacija rengta 2013–2017 metais Gamtos tyrimų centro Botanikos institute.

**Mokslinė vadovė** – dr. Kristina Ložienė (Gamtos tyrimų centras, biomedicinos mokslai, ekologija ir aplinkotyra – 03 B).

## TURINYS

ĮVADAS .....	5
1. LITERATŪROS APŽVALGA .....	13
1.1. <i>Thymus gentis</i> ir rūšis <i>T. pulegioides</i> .....	13
1.2. Eteriniai aliejai (sintezė augaluose, savybės, išskyrimo būdai) .....	15
1.3. <i>Thymus pulegioides</i> eterinių aliejų tyrimai Lietuvoje ir pasaulyje .....	18
1.4. Veiksniai, įtakojantys eterinių aliejų kiekybinę ir kokybinę sudėtį .....	25
1.5. Lietuvos klimatinės sąlygos ir klimatinis rajonavimas .....	32
1.6. Lietuvos edafinės sąlygos.....	36
1.7. Alelopatija .....	38
2. METODAI IR MEDŽIAGA.....	43
2.1. <i>Thymus pulegioides</i> augavietės .....	43
2.2. Augalinės žaliavos ir dirvožemio mėginių rinkimas.....	44
2.3. <i>Thymus pulegioides</i> eterinių aliejų išskyrimas ir cheminės sudėties nustatymas .....	45
2.4. Dirvožemio mėginių analizė .....	48
2.5. Meteorologinių faktorių analizė .....	49
2.6. Stacionarūs stebėjimo laukeliai .....	50
2.7. Alelopatiniai tyrimai.....	51
2.8. Statistinė duomenų analizė .....	52
3. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS.....	56
3.1. <i>Thymus pulegioides</i> augaviečių bendrijos.....	56
3.2. <i>Thymus pulegioides</i> eterinių aliejų kiekybinės ir kokybinės sudėties įvairavimas tarp skirtingų augaviečių.....	61
3.3. <i>Thymus pulegioides</i> augaviečių grupavimas pagal eterinių aliejų pagrindinius cheminius junginius.....	67

3.4. Dirvožemio cheminės sudėties įtaka <i>Thymus pulegioides</i> eterinių aliejų kiekybinei ir kokybinei sudėčiai, bei chemotipų paplitimui .....	75
3.5. Klimatinių veiksnių įtaka <i>Thymus pulegioides</i> eterinių aliejų kiekybinei ir kokybinei sudėčiai, bei chemotipų paplitimui .....	94
3.6. Edafinių ir klimatinių veiksnių įtaka karvakrolio ir geraniolio chemotipų paplitimui.....	124
3.7. <i>Thymus pulegioides</i> eterinių aliejų autoalelopatinės ir alelopatinės savybės .....	125
3.7.1. Eterinių aliejų autoalelopatinis poveikis .....	125
3.7.2. Eterinių aliejų alelopatinis poveikis vienaskilčiams ir dviskilčiams augalams.....	131
4. REZULTATŲ APIBENDRINIMAS.....	138
IŠVADOS .....	143
LITERATŪRA .....	145
PRIEDAI.....	166

## ĮVADAS

Dauguma augalų kaupia eterinius aliejus aliejaus konsistencijos ir specifinio kvapo lakiųjų organinių junginių mišinius. Šie antriniai metabolitai augalams padeda privilioti apdulkingtojus, apsisaugoti nuo žolėdžių ir parazitų (THOMPSON et al., 2003; GERSHENZON & DUDAREVA, 2007). Eteriniai aliejai pasižymi ir alelopatiniu poveikiu, todėl juos išskiriančiam augalui gali padėti konkuruoti su kitais augalais bendrijose (INDERJIT et al., 2011; LINHART et al., 2015). Eteriniai aliejai svarbūs ne tik pačiam augalui, bet pritaikomi ir žmogaus gyvenime: jie ir/arba juos kaupiantys augalai dažnai naudojami farmacijoje, maisto pramonėje, kosmetikoje, parfumerijoje, gali būti naudojami, kaip insekticidai (SOTOMAYOR et al., 2004; KAY et al., 2013; NEZDALI et al., 2014).

*Thymus* gentis viena iš gausiausių Lamiaceae šeimos genčių. Šiai genčiai priskiriami vaistiniai, aromatiniai, eterinius aliejus kaupiantys augalai, turintys praktinę reikšmę farmacijoje, maisto pramonėje, kosmetijoje ir parfumerijoje. Keturbriaunis čiobrelis (*Thymus pulegioides* L.) – visoje Europos teritorijoje paplitusi šios genties rūšis, labai dažnai aptinkama ir Lietuvoje (RADUŠIENĖ & JANULIS, 2004; LOŽIENĖ et al., 2007; RADONIC & MASTELIC, 2008). *T. pulegioides*, kaip ir kitos *Thymus* genties rūšys, pasižymi cheminiu polimorfizmu, t. y. skirtingi tos pačios rūšies individai sintetina skirtingos cheminės sudėties eterinius aliejus; panašios cheminės sudėties eterinius aliejaus kaupiantys individai priklauso tam pačiam chemotipui. Cheminis polimorfizmas trukdo natūraliose augavietėse surinkti vienalytę (standartizuotą) žaliavą, kas labai aktualu farmacijos pramonėje, tačiau yra gera bazė vykdyti selekcinę atranką, o atrinktus individus dauginti ir kultivuoti. Pagal eteriniuose aliejuose dominuojančius cheminius junginius yra išskirti 8 keturbriaunio čiobrelio chemotipai: timolio, karvakrolio, timolio/karvakrolio, geraniolio,  $\alpha$ -terpinilo acetato, linalolio, fenšono ir cis-sabineno hidrato (MARTONFI, 1992; GRENDHAL et al., 2008; MICHET et al., 2008). Lietuvoje buvo išskirti 6 *T. pulegioides* chemotipai: timolio, karvakrolio,

timolio/karvakrolio, geraniolio,  $\alpha$ -terpinilo acetato ir linalolio (MOCKUTĖ & BERNOTIENĖ, 1999, 2001; LOŽIENĖ et al., 2002, 2003). Gausiausiais kiekiais aptinkami ir chemotipus lemiantys *T. pulegioides* eterinių aliejų komponentai – timolis, karvakrolis, geraniolis, linalolis,  $\alpha$ -terpinilo acetatas – yra biologiškai aktyvūs cheminiai junginiai ir turi gana platų pritaikymą. Karvakrolis ir timolis pasižymi antioksidaciniu ir antimikrobiniu aktyvumu, todėl naudojami farmacijoje ir maisto pramonėje (saugant maisto produktus nuo sugedimo) (YANISHLIEVA et al., 1999; DORMAN & DEANS 2000; PINA–VAZ et al., 2004; LOŽIENĖ et al., 2007; PIRBALOUTI et al., 2013). Geraniolis ir linalolis, dėl savo malonaus ir intensyvaus kvapo naudojami kosmetijoje, parfumerijoje, taip pat, kaip repelentai vabzdžiams atbaidyti (MUMCOUGLU et al. 1996; RADONIC & MASTELIC, 2008; BEIER et al. 2013).  $\alpha$ -Terpinilo acetatas pasižymi antibakterinėmis savybėmis (HUGH & TAN, 2005; ZOUAGHI et al., 2015).

Nors augalo chemotipą lemia genetiniai faktoriai, yra pastebėta, kad aplinkos veiksniai gali turėti įtakos chemotipinei įvairovei erdvėje (VERNET et al., 1986; TARAYRE & THOMPSON, 1997; THOMPSON et al., 2003; KAYA et al., 2013). Augaluose besikaupiančių eterinių aliejų kiekybinei ir kokybinei sudėčiai gali turėti įtakos klimatinės sąlygos (temperatūra, kritulių kiekis, apšviestumas), dirvožemio cheminė sudėtis, aukštis virš jūros lygio (SANGWAN et al., 2001; KAYA et al., 2013; NURZYNSKA–WIERDAK, 2013; FARHAT et al., 2016). Lietuvos teritorijoje edafinės ir klimatinės sąlygos skiriasi. Vakariniėje Lietuvos dalyje labiau pasireiškia jūrinis klimatas, o rytinėje – kontinentinis, o Lietuvoje išskirti klimatiniai parajoniai skiriasi vidutine metine temperatūra, kritulių kiekiu per metus, sniego išsilaikymo trukme (BUKANTIS, 1994 a). Didesni humuso, judriojo fosforo, judriojo kalio bei daugumos mikroelementų kiekiai yra nustatomi Vidurio Lietuvos dirvožemiuose, o didesnis dirvožemio rūgštingumas – Vakarų Lietuvoje (BUIVYDAITĖ, 2001; LIEKIS, 2001). Todėl šie klimatiniai ir edafiniai veiksniai skirtingai Lietuvoje gali turėti įtakos ne tik *T. pulegioides* eterinių aliejų kiekybinei ir kokybinei sudėčiai, bet ir skirtingam chemotipų paplitimui. Edafinių ir klimatiniai veiksniai įtaka šios *Thymus* genties rūšies chemotipų paplitimui erdvėje, eterinių aliejų kiekybinei

ir kokybinei sudėčiai nėra išaiškinta, o *T. pulegioides* chemotipų paplitimo ypatumai Lietuvos teritorijoje iki šiol visiškai nebuvo tirti.

*Thymus* genties augaluose sintetinami ir į aplinką išskiriami monoterpenai yra stiprūs alelochemikalai pasižymintys alelopatiniu ir/ar autoalelopatiniu poveikiu (TARAYRE et al., 1995; VOKOU et al., 2003; JENSEN & EHLERS, 2010) bei galintys turėti įtakos augalų bendrijų rūšinei sudėčiai (EHLERS et al., 2014; LINHART et al., 2015). Todėl skirtingi *T. pulegioides* chemotipai sintetindami, ir į aplinką išskirdami skirtingos cheminės sudėties eterinius aliejus, tai pat gali turėti nevienodos įtakos ne tik kitų augalų rūšių, tačiau ir savo paties sėklų daigumui ir daigų vystymuisi, o tuo pačiu ir *T. pulegioides* chemotipų paplitimui. *T. pulegioides* skirtingų chemotipų alelopatinės ir autoalelopatinės savybės iki šiol nebuvo tirtos.

**Darbo tikslas:** nustatyti edafinių ir klimatinių veiksnių įtaką *T. pulegioides* eterinių aliejų sudėčiai ir chemotipų paplitimui, įvertinti skirtingos cheminės sudėties eterinių aliejų alelopatinį aktyvumą.

**Darbo uždaviniai:**

1. Nustatyti edafinių sąlygų (dirvožemio cheminės sudėties, pH) įtaką *T. pulegioides* eterinių aliejų kiekybinei ir kokybinei sudėčiai bei chemotipų paplitimui.
2. Nustatyti klimatinių sąlygų (temperatūros, kritulių kiekio, fotoaktyvios saulės spinduliuotės, saulės spindėjimo valandų kiekio) įtaką *T. pulegioides* eterinių aliejų kiekybinei ir kokybinei sudėčiai bei chemotipų paplitimui.
3. Įvertinti skirtingos cheminės sudėties *T. pulegioides* eterinių aliejų alelopatinį ir autoalelopatinį aktyvumą.

**Ginamieji teiginiai:**

1. Dirvožemio makro- ir mikroelementinė sudėtis bei dirvožemio pH turi įtakos *T. pulegioides* eterinių aliejų kiekybinei ir kokybinei sudėčiai bei chemotipų paplitimui.

2. Klimatinės sąlygos turi įtakos *T. pulegioides* eterinių aliejų kiekybinei ir kokybinei sudėčiai bei chemotipų paplitimui. Vienuose Lietuvos klimatinuose parajoniuose labiau paplitę vieni *T. pulegioides* chemotipai, kituose – kiti.

3. *T. pulegioides* skirtingų chemotipų (geraniolio, karvakrolio,  $\alpha$ -terpinilo acetato) eteriniai aliejai nevienodai įtakoja *T. pulegioides* bei kitų augalų rūšių sėklų daigumą ir daigų vystymąsi.

**Naujumas ir aktualumas.** Šiame darbe pirmą kartą buvo įvertinta skirtinguose Lietuvos klimatinuose parajoniuose augančių *T. pulegioides* eterinių aliejų kiekybinė ir kokybinė sudėtis bei chemotipų paplitimas. Iki šiol nebuvo tirta skirtinguose Lietuvos klimatinuose parajoniuose, augusių *T. pulegioides* eterinių aliejų cheminė sudėtis; tai detaliau buvo tirta tik Vilniaus apylinkėse (LOŽIENĖ, 1997; MOCKUTĖ & BERNOTIENĖ, 1999, 2001, 2005; LOŽIENĖ et al., 2002, 2003).

P. Mártonfi su bendraautorais (1994) tyrė dirvožemio suminio azoto, amonio, nitratų, karbonatų, anglies, fosforo, kalio, kalcio, magnio bei dirvožemio pH įtaką *T. pulegioides* chemotipų paplitimui Slovakijoje. Z. S. Pluhár su bendraautorais (2005) tyrė dirvožemio humuso, azoto, kalio, kadmio, mangano sieros, geležies ir vario įtaką *T. pannonicus* eterinių aliejų kiekybinei ir kokybinei sudėčiai. Buvo tirta, kokią įtaką *T. vulgaris* eterinių aliejų kiekybinei ir kokybinei sudėčiai daro azoto kiekis dirvožemyje (BARANAUSKIENĖ et al., 2003). Dirvožemio cheminių elementų – aliuminio, vario, geležies, mangano, natrio, sieros, silicio, titano bei zinko – įtaka *T. pulegioides* eterinių aliejų kokybinei ir kiekybinei sudėčiai bei chemotipų paplitimui šiame darbe tirta pirmą kartą.

Dauguma tyrimų, susijusių su klimatinių veiksnių įtaka *Thymus* genties rūšių augaluose susikaupiančio eterinio aliejaus cheminei sudėčiai, yra atliekama laboratorinėmis sąlygomis. Pavyzdžiui, laboratorinėmis sąlygomis buvo tirtas skirtingų drėgmės režimų poveikis *T. vulgaris* ir *T. hyemalis* eterinių aliejų sudėčiai (LETCAMO et al., 1994; JORDAN et al., 2003; SOTOMAYOR et al., 2004). Panašūs tyrimai natūraliose (lauko) sąlygose



atliekami labai retai. Literatūroje rasta duomenų tik apie Alžyre lauko sąlygomis tirtą kritulių ir temperatūros įtaką timolio, karvakrolio, p-cimeno,  $\gamma$ -terpineno, linalolio ir  $\alpha$ -pineno kiekiams *T. numidicus* augaluose (HADEF et al., 2007). Aplinkos veiksnių įtaka natūraliose (lauko) sąlygose augančių (auginamų) *T. pulegioides* augalų eterinių aliejų ir jų pagrindinių junginių kiekybinei sudėčiai iki šiol nebuvo tirta. Šiame darbe pirmą kartą buvo įvertinta fotoaktyvios saulės spinduliuotės įtaka eterinių aliejų kiekybinei ir kokybinei sudėčiai natūraliomis aplinkos sąlygomis augančioje *Thymus* genties rūšyje. Taip pat pirmą kartą lauko sąlygomis augintoje *Thymus* genties rūšyje buvo įvertinta temperatūros ir kritulių kiekio įtaka geraniolio ir  $\alpha$ -terpinilo acetato chemotipų eterinių aliejų kiekybinei ir kokybinei sudėčiai.

Šiame darbe pirmą kartą tirtas ir tarpusavyje palygintas *T. pulegioides* skirtingų chemotipų eterinių aliejų ir jų pagrindinių komponentų alelopatinis ir autoalelopatinis poveikis per orą ir per vandenį.

Gauti rezultatai ir išvados svarbios fundamentiniams mokslo tikslams: buvo ištirta *T. pulegioides* eterinių aliejų cheminė sudėtis ir chemotipų paplitimas visoje Lietuvos teritorijoje, išsiaiškinta, kokie edafiniai ir klimatiniai veiksniai ir kaip gali įtakoti *T. pulegioides* eterinių aliejų sintezę ir skirtingų chemotipų plitimą.

**Praktinė reikšmė.** Ankstesniais tyrimais buvo įrodyta, kad *T. pulegioides* rūšis gali būti perspektyvi kultivavimui, kadangi sukaupia nemažus kiekius vertingų biologiškai aktyvių junginių ir geba užauginti nemažą antžeminės dalies derlių (LOŽIENĖ, 2009). Todėl šio darbo rezultatai gali būti svarbūs kultivuojant skirtingus *T. pulegioides* chemotipus: parenkant dirvožemį, tręšiant augalus, prognozuojant ne tik skirtingų chemotipų eterinio aliejaus derlių, bet ir pramoniniu požiūriu vertingų cheminių junginių, tokių, kaip geraniolis, karvakrolis, linalolis, kiekius žaliavoje priklausomai nuo sezono klimatinė sąlygų. Auginant natūraliomis sąlygomis vienos Lietuvos vietose geriau augs ir susintetins daugiau pagrindinių komponentų vieno chemotipų individai, o kitose Lietuvos vietose – kitų: vakarinėje Lietuvos dalyje geriau augs fenolinių chemotipų individai.

Disertacijos darbo tema buvo parengtos 4 mokslinės publikacijos, padaryti pranešimai 4-iose tarptautinėse ir 3-iose nacionalinėse reikšmės konferencijose.

#### **Mokslinės publikacijos:**

1. **Vaičiulytė V.**, Ložienė K., 2015: Metabolomic analysis and effects of meteorological factors on phenolic and non-phenolic chemotypes of *Thymus pulegioides* L. cultured in the same locality. – *Industrial Crops and Products*, 77: 491–498.
2. **Vaičiulytė V.**, Butkienė R., Ložienė K., 2016: Effects of meteorological conditions and plant growth stage on the accumulation of carvacrol and its precursors in *Thymus pulegioides*. – *Phytochemistry*, 128: 20–26.
3. **Vaičiulytė V.**, Ložienė K., Taraškevičius R., Butkienė R., 2017: Variation of essential oil composition of *Thymus pulegioides* in relation to soil chemistry. – *Industrial Crops and Products*, 95: 422–433.
4. Ložienė K., **Vaičiulytė V.**, 2017: Ecological characteristics of habitats and occurrence of *Thymus pulegioides* (Lamiaceae) in Lithuania. – *Thaiszia – Journal of Botany (Košice)*, 27 (1): 49–64.

#### **Tarptautinės konferencijos:**

1. **Vaičiulytė V.**, Ložienė K. Effect of edaphic factors on composition of essential oils of *Thymus pulegioides* L. growing wild in Lithuania. – 8th International Conference on Biodiversity Research, Daugavpils (Latvia), 28–30 April 2015: 162.
2. **Vaičiulytė V.**, Ložienė K. The quest of productive variety of carvacrol chemotype of *Thymus pulegioides*: metabolomic analysis and effects of meteorological conditions. – 46th International Symposium on Essential Oils. Natural Volatiles and Essential Oils, 2015, 2 (3): 123, Lublin, (Poland), 13–16 September 2015.
3. **Vaičiulytė V.**, Ložienė K. Original standardization of pharmacologically valuable compounds in phytopharmaceuticals: separation of variation of

carvacrol amount in two different raw materials of large thyme (*Thymus pulegioides*). – 6<sup>th</sup> International Pharmaceutical Conference“Science and practice“, Kaunas (Lithuania), 5–6 November 2015: 28.

4. **Vaičiulytė V.**, Ložienė K., Taraškevičius R., Butkienė R. Effect of edaphic factors on composition of essential oils of *Thymus pulegioides* growing wild in the east and south east Lithuania. – 47<sup>th</sup> International Symposium on Essential Oils. Book of abstracts, 2016: 149, Nice (France), 11–14 September 2016.

#### **Nacionalinės konferencijos:**

1. **Vaičiulytė V.**, Ložienė K. Klimatinių sąlygų įtaka karvakrolio kaupimuisi keturbriaunio čiobrelio (*Thymus pulegioides*) eteriniame aliejuje. – Jaunųjų mokslininkų konferencijos "Jaunieji mokslininkai – žemės ūkio pažangai pranešimų santraukos (Vilnius, 2014 m. lapkričio 6 d.): 31.
2. **Vaičiulytė V.**, Ložienė K. Dirvožemio cheminės sudėties įtaka *Thymus pulegioides* L. eterinio aliejaus kiekybinei ir kokybinei sudėčiai. – 10-osios nacionalinės mokslinės konferencijos: "Lietuvos biologinė įvairovė: būklė, struktūra, apsauga" pranešimų santraukos (Vilnius, 2015 m. lapkričio 20 d.): 17–18.
3. **Vaičiulytė V.**, Ložienė K., Taraškevičius R., Butkienė R. Edafinių veiksnių įtaka keturbriaunio čiobrelio (*Thymus pulegioides*) eterinių aliejų kiekybinei ir kokybinei sudėčiai. – Jaunųjų mokslininkų konferencijos „Bioateitis: gamtos ir gyvybės mokslų perspektyvos“ pranešimų santraukos (Vilnius, 2016 m. gruodžio 7 d.): 3–4.

**Padėkos.** Dėkoju darbo vadovei dr. Kristinai Ložienė už visokeriopą pagalbą rengiant daktaro disertaciją. Dėkoju Vilniaus universiteto Gyvybės mokslų centro lektoriui Sigitui Juzėnui už konsultacijas daugiafaktorinės statistinės analizės klausimais. Dėkoju dr. Kęstučiui Arbačiauskui už pagalbą, atliekant perteklinę analizę (RDA). Dėkoju biologei Giedrei Abrutienei už pagalbą, atliekant alelopatinius tyrimus. Dėkoju dr. Ritai Butkienei už pagalbą,

identifikuojant cheminius junginius *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose. Dėkoju dr. Ričardui Taraškevičiui už pagalbą, identifikuojant cheminius elementus *T. pulegioides* augaviečių dirvožemiuose. Dėkoju dr. Jolitai Radušienei, dr. Jurgai Būdienei ir dr. Juozui Labokui už vertingas pastabas ir pasiūlymus. Dėkoju dr. Zofijai Sinkevičienei už pagalbą, apidūdinat man nepažįstamas augalų rūšis *T. pulegioides* augavietėse. Dėkoju Violetai Ptašekienei už pagalbą, verčiant disertacijos santrauką į anglų kalbą.

## 1. LITERATŪROS APŽVALGA

### 1.1. *Thymus* gentis ir rūšis *Thymus pulegioides*

*Thymus* L. genčiai priklauso vaistiniai, aromatiniai, eteriniai aliejus kaupiantys augalai. Ši gentis yra viena iš gausiausių Lamiaceae šeimos genčių (NEZHADALI et al., 2014; MORADI et al., 2014). Nors *Thymus* gentis paplitusi tiek Šiaurės, tiek Pietų pusrutulyje (Australijoje, Pietų Amerikoje) ir gali augti sausuose regionuose, vidutinio klimato ar šaltojo klimato juostoje, dauguma šios genties rūšių aptinkama Viduržemio jūros regione, kuris yra laikomas jų kilmės centru (MORALES, 1989; MORALES, 2002; STAHL-BISKUP & SAEZ, 2002; AZAZ et al., 2004). Lietuvoje natūraliai auga dvi *Thymus* genties rūšys: keturbriaunis čiobrelis (*Thymus pulegioides*) ir paprastasis čiobrelis (*Thymus serpyllum* L.) (LEKAVIČIUS, 1976; GUDŽINSKAS, 1999; RAGAŽINSKIENĖ ir kt., 2005). Gentyje priskaičiuojama apie 215 rūšių ir 36 porūšių. Tai daugiamečiai krūmai ar puskrūmiai (retai žolės), siekiantys apie 50 cm, kartais iki 1 m, aukštį. Stiebai keturbriauniai ar apvalūs. Lapai paprasti, lancetiški ar ovalūs, vientisi ar dantyti, lygūs ar plaukuoti. Apdulkinami dažniausiai bičių. Būdingas moteriškas dvinamiškumas (angl. gynodioecy), – tai toks lyties polimorfizmas, kai toje pačioje populiacijoje auga vienalyčiai moteriški ir dvilyčiai individai. Moteriškų individų žiedai yra apdulkinami greičiau nei dvilyčių. Vaisiai riešutėliai, kuriuos platina vėjas ir vabzdžiai, ypač skruzdėlės (STAHL-BISKUP & SAEZ, 2002; NICAVAR et al., 2005). Dauginasi sėklomis, gyvšaknėmis, kero dalijimusi. *Thymus* genties rūšys gali nesunkiai kryžmintis tarpusavyje, ko pasekoje aptinkama daug natūralios kilmės tarprūšinių hibridų (MICHET et al., 2008).

*Thymus* genties augalai mėgsta saulėtas augavietes, dažnai aptinkami kalvotose ir akmeningose vietovėse, mėgsta gerai drenuojamus dirvožemius, gali augti tiek smėlėtuose, tiek kalkinguose dirvožemiuose, pakęsti ekstremalius klimato pokyčius (temperatūros ir kritulių) (STAHL-BISKUP & SAEZ, 2002; NABAVI et al., 2015). Kultivuojant *Thymus* genties augalus rekomenduojama juos šiek tiek patręšti trąšomis, kuriose yra azoto, fosforo,

kalio ir sieros, nes tai pagerina eterinių aliejų kiekybinę ir kokybinę sudėtį). Auginant taip pat svarbu parinkti neužpavėsintą vietą, su lengvesne (geriausiai tinka priesmėlio) ir puria dirva. Vienoje vietoje čiobrelius tikslinga auginti 3 metus (BARANAUSKIENĖ et al., 2003).

Šios genties augalai pasižymi cheminiu polimorfizmu, todėl pagal eteriniuose aliejuose dominuojantį komponentą yra išskiriami keli chemotipai (CORTICCHIATO et al., 1998; MOCKUTĖ & BERNOTIENĖ, 2005; NABAVI et al., 2015). Pastarieji yra nulemti genetiškai, tačiau keičiantis aplinkos sąlygoms (temperatūrai, drėgmės režimui, dirvožemio cheminei sudėčiai) gali šiek tiek kisti *Thymus* augaluose besikaupiančio eterinio aliejaus bei juos sudarančių cheminių junginių kiekybinė sudėtis, cenopopuliacijų chemotipinė sudėtis (YANIVIE & PALEVITCH, 1982; GUILLEN & MAZANOS, 1999). *Thymus* genties augalų eteriniuose aliejuose yra identifikuota apie 360 skirtingų lakiųjų komponentų, tarp kurių dominuoja monoterpenai, mažesniais kiekiais aptinkama ir seskviterpenų; dažniausiai aptinkami komponentai yra monoterpeniniai fenoliai – timolis ir karvakrolis (BASER, 1995; PAVEL et al., 2010; NABAVI et al., 2015). Eteriniai aliejai sintetinami specialiose eterinių aliejų liaukutėse – trichomose. Eterinio aliejaus kiekis gali kisti ne tik keičiantis aplinkos sąlygoms, bet ir kintant augalo vystymosi fazei bei sezonui (KHOSHOKHAN et al., 2014). Čiobrelių eteriniai aliejai pasižymi antioksidacinėmis, antimikrobinėmis, antispazminėmis savybėmis, todėl naudojami maisto pramonėje, farmacijoje, kosmetikoje ir parfumerijoje, kartais naudojami kaip pesticidai. Farmacijoje čiobrelių preparatai dažniausiai naudojami gydant kvėpavimo sistemos ligas, rečiau — virškinimo sutrikimus (BASCH et al., 2004; BURT, 2004; KABOUCHE et al., 2005; KEYHANMANESH & BOSKABADY, 2012; NABABI et al., 2015; ŠVEDIENĖ et al., 2015). *Thymus* žolė yra dedama į žuvis, mėsos patiekalus ar salotas kaip prieskonis (FIGUIEREDO et al., 2008 b).

*T. pulegioides* yra šliaužiantis, daugiametis puskrūmis, turintis statų arba kylantį keturbriaunį stiebą su plaukuotomis briaunomis, kiaušiniškos formos lapus. Šios rūšies augalai gali augti tiek lygumose, tiek kalnuose, pakenčia

žvyruotą, akmenuotą ir sausą, rūgštų ir šarmingą dirvožemį (pH 4,4–7,3) (MARTONFI et al., 1996; MICHET et al., 2008; RADOVIC & MASTELIC, 2008). Lietuvoje dažniausiai auga priemolio ir priemolio dirvose, dirvonuose ar sausose pievose (RAGAŽINSKIENĖ ir kt., 2005). Ši rūšis plačiai paplitusi visoje Europoje ir Viduržemio jūros regione (DE MARTINO et al., 2009). *T. pulegioides* rūšiai taip pat būdingas cheminis polimorfizmas. Yra išskiriami 8 keturbriaunio čiobrelis chemotipai: timolio, karvakrolis/ $\gamma$ -terpineno/p-cimeno, timolio/karvakrolis/ $\gamma$ -terpineno/p-cimeno, geranialis/geraniolis/neralis,  $\alpha$ -terpinolis acetato, linalolis, fenchono ir cis-sabineno hidrato (MOCKUTĖ & BERNOTIENĖ, 1999, 2001; LOŽIENĖ et al., 2002, 2003; GROENDHAL et al., 2008; MICHET et al., 2008). Šiaurinėje Europos dalyje dominuoja fenoliniai chemotipai (timolio ir karvakrolis), centrinėje Europoje aptinkami visų chemotipų individai (LUDGREN & STENHAGEN, 1982; MÁRTONFI, 1992). Remiantis literatūros duomenimis Lietuvoje šios rūšies augalai gali sukaupti nuo 0,33 % iki 1,21 % eterinio aliejaus (RADUŠIENĖ & JANULIS, 2004). Lietuvoje išskiriami 6 *T. pulegioides* chemotipai: timolio, karvakrolis/ $\gamma$ -terpineno/p-cimeno, timolio/karvakrolis/ $\gamma$ -terpineno/p-cimeno, geranialis/geraniolis/neralis,  $\alpha$ -terpinolis acetato, linalolis (MOCKUTĖ & BERNOTIENĖ, 1999, 2001; LOŽIENĖ et al., 2002, 2003).

## **1.2. Eteriniai aliejai (sintezė augaluose, savybės, išskyrimo būdai)**

Eteriniai aliejai yra aliejaus konsistencijos, specifinio kvapo, lakiųjų organinių junginių mišiniai, dažniausiai lengvesni už vandenį. Jie yra netirpūs vandenyje, tačiau tirpsta organiniuose tirpikliuose, riebaluose, alkoholiuose. Augalas eterinius aliejus sintetina žieduose, lapuose, vaisiuose, taip pat stiebuose, žievėje bei požeminėse augalo dalyse (LI et al., 2014). Pagrindiniai eterinių aliejų komponentai yra terpenai ir feniilpropenai. Terpenai klasifikuojami į monoterpenus ir seskviterpenus. Terpenai, kaip antriniai metabolitai, produkuojami melavono rūgšties biosintezės kelyje. Pirmiausiai susintetinami geranildifosfatas ir farnesildifosfatas, vėliau iš geranildifosfato

sintetinami monoterpenai, o iš farnesildifosfato – seskviterpenai. Fenilpropenai sintetinami iš fenilalanino, kuris paverčiamas cinamono rūgštimi, o vėliau iš jos sintetinami fenilpropenai. Dauguma čiobrelių chemotipus lemiančių monoterpenų pradedami sintetinti iš geranilpirofosfato (THOMPSON et al., 2003).

Augalai sintetina eterinius aliejus tam, kad galėtų privilioti juos apdulkinančius vabzdžius, apsisaugoti nuo žolėdžių bei parazitų. Dažniausiai žolėdžius atbaido seskviterpenai. Eteriniai aliejai pasižymi ir alelopatiniu poveikiu: tai leidžia juos išskiriantiems augalams - donorams konkuruoti su kitais augalais (akceptoriais) augalų bendrijose. Alelopatiniu poveikiu labiau pasižymi monoterpenai (THOMPSON et al., 2003; LINHART et al., 2015). Eteriniai aliejai gali įtakoti mineralinių medžiagų apykaitą ir mikroorganizmų aktyvumą apmirusių augalų skaidymo procese, juos išskiriančiam augalui padėti prisitaikyti prie aplinkos klimatinių sąlygų (THOMPSON et al., 2003; GERSHENZON & DUDAREVA, 2007).

Dauguma eterinių aliejų, taip pat susintetinamų ir *Thymus* genties augaluose, pasižymi antimikrobinu poveikiu (antigrybiniu, antibakteriniu, antivirusiniu). Šios jų savybės pritaikomos farmacijoje, maisto pramonėje (saugant maistą nuo mikroorganizmų sukeliama gedimo). Eteriniai aliejai naudojami gaminant burnos skalavimo skysčius, dantų pastas. Farmacijoje gaminami preparatai naudojami gydant infekcines kvėpavimo takų, virškinimo ir šalinimo sistemų bei odos ligas. Eteriniai aliejai gali būti naudojami ir kaip insekticidai. Jie pasižymi antioksidaciniu poveikiu ir gali surišti laisvuosius radikalus. Dėl aromatinių savybių eteriniai aliejai naudojami kosmetikos ir parfumerijos pramonėje (SOTOMAYOR et al., 2004; KAY et al., 2013; NEZDALI et al., 2014). Prieš atliekant eterinių aliejų išskirimą, būtina surinkti žaliavą ir ją tinkamai paruošti. Jei eteriniai aliejai kaupiasi žieduose lapuose ar stiebuose, tuomet žaliava paprastai renkama žydėjo metu. Žievė renkama pavasarį iki žydėjimo pradžios, jei eteriniai aliejai kaupiasi pumpuruose, tuomet žaliavą reikia surinti iki pumpurų išsiskleidimo (Lietuvos klimatinėmis sąlygomis sausio–balandžio mėnesiais). Šakniastiebiai ir šaknys renkamos rudenį, o



vaisiai – jiems subrendus. Žaliava gali būti džiovinama kambario temperatūroje, apsaugant ją nuo tiesioginių saulės spindulių, arba termostate (džiovinimo temperatūra turi būti ne aukštesnė nei 45 °C). Žaliava laikoma polietilenuose maišeliuose ar stikliniuose induose (LOŽIENĖ, 2007).

Eteriniams aliejams iš augalų išskirti yra taikomi įvairūs metodai. Hidrodistiliacija – tai eterinių aliejų išskyrimas kaitinant augalinę žaliavą vandenyje. Taikant šį metodą galima eteriniuose aliejuose esančių esterų hidrolizė ir fenolinių junginių ištirpimas (HANDA et al., 2008; LI et al., 2014). Turint mažai žaliavos arba jeigu tiriamuosiuose augaluose susikaupia maži eterinio aliejaus kiekiai gali būti taikomas kombinuotas distiliacijos – ekstrakcijos metodas, kurio metu hidrosdistiliacijos būdu išgauti eteriniai aliejai yra surenkami su vandeniu nesimaišančiu organiniu tirpikliu. Tam naudojamas Lickens – Nickerson aparatas (LOŽIENĖ, 2007). Distiliavimas garais vykdomas naudojant tam pritaikytas talpas, kuriose augalinė žaliava sudedama ant specialių grotelių, o garai, griežtai reguliuojant jų kiekį, leidžiami iš garų generatoriaus augalinei žaliavai iš apačios. Taikant šį metodą dėl aukštos temperatūros ir drėgnumo gali pakisti eterinio aliejaus kvapas, nes dalis lakiųjų junginių nugaruoja (LI et al., 2014).

Hidrodifuzija – metodas, kai naudojant osmotinį spaudimą garai iš garų generatoriaus teka per augalinę žaliavą iš viršaus į apačią. Naudojant šį metodą eterinio aliejaus išgava yra didesnė ir gaunamas grynesnis galutinis produktas lyginant su hidrodistiliacija (LI et al., 2014).

Distiliacija susmulkinant (angl. maceration distillation) atliekama išgaunant eterinius aliejus, kuriuose tarp lakiųjų komponentų yra glikozidinės jungtys. Tokia distiliacija atliekama išgaunant eterinį aliejų iš svogūnų, česnakų, muskato riešutų, migdolo riešutų, marenikės lapų. Maceracija (smulkinimas) vykdomas šiltame vandenyje prieš distiliavimą, kad būtų suardytos glikozidinės jungtys (HANDA et al., 2008). Eterinių aliejų išgavimui iš citrusinių augalų žievelių yra naudojamas šalto spaudimo būdas (angl. cold pressing). Šios eterinių aliejų išgavimo technologijos metu visiškai

nenaudojama šiluma, o eterinis aliejus išgaunamas mechaniškai suardant eterinių aliejų liaukutes (HANDA et al., 2008; LI et al., 2014).

Prancūzijoje išgaunant eterinius aliejus parfumerijos tikslais dar yra naudojami riebalai (angl. enfleurage). Šis išgavimo būdas jau minimas Senovės Egipte ir taikomas labai subtiliomis substatncijom išgauti. "Enfleurage" metodas paremtas eterinių aliejų savybe tirpti riebaluose (HANDA et al., 2008). Eterinių aliejų distiliavimui bandoma pritaikyti ultragarsą ir mikrobangas. Eteriniai aliejai gali būti išgaunami ir naudojant labai aukštą temperatūrą (apie 180 °C) ir slėgį (apie 10 barų) (angl. pressure drop technology). Taikant šią technologiją iš augalinės žaliavos išgaunamas didesnis kiekis ir geresnės kokybės eterinis aliejus (išlieka daugiau oksiduotų komponentų ir mažiau seskviterpenų) (LI et al., 2014). Iš eterinių aliejų išskiriant tam tikrus komponentus, pvz., eugenolį, linalolį, geraniolį, metilo chlavikolį, yra naudojamas frakcinis distiliavimas, naudojant vienos arba dviejų fazių tirpiklius. Išskiriant mentolį iš mėtų eterinių aliejų yra naudojama kristalizacija. Išgaunant tam tikrus komponentus gali būti naudojamos ir fermentinės reakcijos. Angliavandeniliai nuo oksiduotų komponentų gali būti atskiriami naudojant ir adsorbcinę chromatografiją (HANDA et al., 2008).

Eteriniuose aliejuose esančių cheminių junginių identifikavimui yra naudojami įvairūs būdai (šilumos laidumo, liepsnos jonizacinis, masių spektrometrijos ir kt.) prieš tai šiuos junginius atskiriant vieną nuo kito dujų chromatografijos būdu, naudojant polines arba nepolines kapiliarines kolonėles ir dujas nešėjas (jomis gali būti helis, azotas, argonas). Dažniausiai iš konolėnės pirmieji išeina lengvesni eterinių aliejų komponentai, o paskiausiai – didesnio molekulinio svorio cheminiai junginiai (CSERHATI, 2010).

### **1.3. *Thymus pulegioides* eterinių aliejų tyrimai Lietuvoje ir pasaulyje**

Lietuvoje ir pasaulyje atlikta nemažai tyrimų *Thymus pulegioides* eterinių aliejų cheminės sudėties tematika.

Tiriant *T. pulegioides*, augančio dvejose skirtingose Rumunijos vietovėse, besiskiriančiose aukščiu virš jūros lygio (Busteni ir Sinaia, atitinkamai 1000 m

ir 1800 m virš jūros lygio), didesnis eterinio aliejaus kiekis buvo nustatytas augaluose, augusiuose žemesnėje virš jūros lygio augavietėje (Busteni – 0,99–1 %, o Sinaia – 0,73 %) (PAVEL et al., 2010). Abiejose augavietėse dominuojantis *T. pulegioides* eterinių aliejų cheminis junginys buvo karvakrolis: Busteni šis fenolis sudarė – 50,5 % eterinio aliejaus, Sinaia kiek daugiau – 62,6 %; karvakrolio erdvinio izomero timolio šiose augavietėse buvo nustatyta atitinkamai 6,6 % ir 1,6 %. Fenolių pirmtakų p-cimeno ir  $\gamma$ -terpinene kiekiai Busteni ir Sinaia augavietėse augusių *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose buvo nustatyta atitinkamai 7,1 % ir 9,8 % bei 5,8 % ir 9,9 %, karvakrolio metilo eterio – atitinkamai 3,4 % ir 0,2 %.  $\beta$ -Kariofileno kiekis abiejų augaviečių keturbriaunio čiobrelis eteriniuose aliejuose viršijo 5 %; kiti junginiai, eteriniame aliejuje viršiję 1 %, buvo 1-okten-3-olis (Sinaia augavietėje), mircenas ir  $\alpha$ -terpinenas.

A. Michet su bendraautoriais (2008) ištyręs Prancūzijoje subalpinėje zonoje (Montsdore ir Puy-de Sance) augusių 12-os *T. pulegioides* individų eterinių aliejų cheminę sudėtį, nustatė, kad aštuoniuose individuose dominavo  $\alpha$ -terpinilo acetatas (jo kiekis varijavo nuo 64,8 % iki 88,0%, dvejuose individuose – karvakrolis (jo buvo nustatyta 55,3 % ir 41,7 %), p-cimenas (9,6 % ir 6,6 %) ir  $\gamma$ -terpinenas (14,5 % ir 24,5 %), dar dvejuose individuose dominavo timolis (jo buvo nustatyta 39,3 % ir 59,6 %), p-cimenas (7,9 % ir 4,9 %) ir  $\gamma$ -terpinenas (14,1 % ir 13,1 %). Individuose, kuriuose dominavo karvakrolis, buvo nustatyti 1–2,1 % karvakrolio metilo eterinio, o kuriuose dominavo timolis – timolio metilo eterio nustatyta nebuvo. Tirtų *T. pulegioides* pavyzdžių individų eteriniuose aliejuose taip pat buvo nustatyti nemaži kiekiai  $\alpha$ -terpineolio (1,2–20,2 %),  $\beta$ -bisaboleno (0,3–7,2 %) ir  $\beta$ -kariofileno (0,4–7,5 %).

Tiriant *T. pulegioides* eterinių aliejų cheminę sudėtį Sicilijoje ir Kampanijoje (Italija) buvo nustatyta, kad dominuoja timolis: Sicilijoje surinktuose keturbriauniuose čiobreliuose jis sudarė iki 21,8 %, o Kampanijos regione – iki 26,3 % eterinio aliejaus. Tuo tarpu karvakrolio kiekis abiejose

Italijos vietovėse augusiuose *T. pulegioides* buvo gerokai mažesnis – 3,1 % (Sicilija) ir 4,7 % (Kampanija regionas). Timolio ir karvakrolio pirmtakai p-cimenas siekė 17,6 % (Sicilija) ir 19,9 % (Kampanijos regionas), o  $\gamma$ -terpinenas buvo nustatytas tik Sicilijoje surinktuose *T. pulegioides* augaluose (5,7 %). Taip pat abiejose tirtose Italijos vietovėse buvo nustatyti dideli timolio metilo eterinio kiekiai – 10,6 % (Sicilijoje) ir 6 % (Kampanijos regione); tuo tarpu karvakrolio metilo eteris nustatytas tik Kampanijos regione augusių *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose (2,2%). Kiti junginiai, eteriniame aliejuje viršiję 1%, buvo:  $\alpha$ -tujenas (Sicilija),  $\alpha$ -pinenas,  $\alpha$ -terpinenas (Sicilija), limonenas (Sicilija), borneolis, terpinen-4-olis (Kampanijos regionas), linalolis (5,7% Sicilijoje ir 4,9 % Kampanijos regione),  $\beta$ -kariofilenas,  $\alpha$ -humulenenas (Kampanijos regionas),  $\beta$ -bisabolenas (Sicilija), kariofileno oksidas, 1-okten-3-olis (DE MARTINO et al., 2009).

Tiriant *T. pulegioides*, augusių trijose augavietėse 650 metrų aukštyje virš jūros lygio Monti Pisani regione (Italija), eterinių aliejų cheminę sudėtį, dvejose augavietėse buvo nustatytas timolio dominavimas (36,88 – 37,66 %), o vienoje geraniolio dominavimas (35,64 %). Tose augavietėse, kuriose dominavo timolis, p-cimeno kiekis viršijo 9 %, o  $\gamma$ -terpineno kiekis sudarė apie 4 % eterinio aliejaus (SAROSI et al., 2012).

Italijoje (Lattari kalnuose) buvo tirta *T. pulegioides* cheminė sudėtis skirtingais augalo vegetacijos tarpsniais: lapai buvo renkami nuo balandžio iki rugsėjo vidurio, o žiedai nuo žydėjimo pradžios iki pabaigos. Eterinio aliejaus išgava iš šviežių lapų žaliavos varijavo nuo 0,38 iki 1,11 %, o iš šviežių žiedų – nuo 0,50 iki 0,87 %. Didžiausi eterinio aliejaus kiekiai lapuose buvo nustatyti žydėjimo metu. Eteriniuose aliejuose buvo identifikuoti 63 cheminiai komponentai, buvo nustatyta, kad eteriniuose aliejuose dominuoja monoterpenų angliavandeniliai, iš kurių didžiausią dalį sudaro p-cimenas ir  $\gamma$ -terpinenas. Monoterpenų angliavandenilių kiekis svyravo nuo 29,2 iki 50,3 %, didesni kiekiai jų buvo žydėjimo pradžioje ir po žydėjimo. p-Cimeno kiekis varijavo nuo 9,6 iki 26,7 % lapuose, o žieduose nuo 11,3 iki 11,6 %.  $\gamma$ -

Terpineno kiekis įvairavo nuo 9,7 iki 19,8 % lapuose ir nuo 13,8 iki 18,8 % žieduose. *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose dominavo timolis (18,7–39,1 %). Tuo tarpu karvakrolio maksimalus kiekis tik 4,2 % (žieduose). Fenolinių junginių daugiausia buvo nustatyta žydėjimo metu (SENATORE, 1996).

Portugalijoje (Moimenta regionas) augusių *T. pulegioides* eterinio aliejaus išgava siekė 1,8 %. Iš viso eteriniame aliejuje buvo identifikuoti 57 cheminiai junginiai, tarp kurių dominavo timolis (26,0%) ir karvakrolis (21,0 %), o  $\gamma$ -terpinenas ir p-cimenas sudarė atitinkamai 8,8 % ir 7,8 % eterinio aliejaus. Taip pat paminėtini ir kiti junginiai, eteriniame aliejuje sudarę daugiau nei 1 %: kamfenas (1,5%), 1-okten-3-olis (2,0%), 3-oktanonas (3,9%), mircenas (1,2%), 1,8-cineolis (1,4%), n-oktanolis (1,1%), kamparas (3,9%), borneolis (2,9 %), E-kariofilenas (1,8 %), germakrenas D (1,9%),  $\beta$ -bisabolenas (3,0%) (PINTO et al., 2006).

P. Mártonfi (1992) Slovakijoje identifikavo penkis *T. pulegioides* chemotipus: fenchono, linalolio, geraniolio, timolio ir karvakrolio. Slovakijoje 11-oje populiacijų, kurias sudarė nuo 38 iki 71 *T. pulegioides* individų tirtas chemotipų pasiskirstymas ir identifikuoti didžiausią eterinių aliejų dalį sudarantys cheminiai junginiai (kiekvienoje populiacijoje buvo tirti atskiri individai). Visose 11-oje populiacijų buvo identifikuoti linalolio ir geraniolio chemotipo individai, jų paplitimo dažnis atitinkamai svyravo nuo 8,5 iki 90 % ir nuo 7,3 iki 65,9 %. Linalolio kiekis linalolio chemotipo individų eteriniuose aliejuose svyravo nuo 33,4 iki 92,3 %, o geraniolio kiekis geraniolio chemotipo individuose nuo 14,3 iki 57,0 %. Timolio ir karvakrolio chemotipų individai buvo nustatyti 8-iose populiacijose, jų paplitimo dažnis varijavo atitinkamai nuo 2,0 iki 16,0 % ir nuo 2,1 iki 53,2 %. Timolio kiekis timolinio chemotipo individų eteriniuose aliejuose varijavo nuo 17,9 iki 49,6 %, p-cimeno kiekis įvairavo nuo 5,2 iki 12,5 %, o  $\gamma$ -terpineno nuo – 7,5 iki 19,2 %. Karvakrolio kiekis karvakrolio chemotipo individuose varijavo nuo 24,0 iki 58,1 %, p-cimeno ir  $\gamma$ -terpineno atitinkamai nuo 0,0 iki 17,7 % ir nuo 1,9 iki 25,6 %. Fenchono chemotipo individai aptikti tik 3-ose populiacijose, jų

paplitimo dažnis šiose populiacijose varijavo nuo 2,0 iki 15,0 %, o fenchono kiekis juose – nuo 18,5 iki 46,3 % (MÁRTONFI et al., 1994).

Rumunijoje (Azugoje) tiriant *T. pulegioides* cheminę sudėtį buvo nustatyta, kad dominuoja karvakrolis (63,20 %), timolis sudarė 15,55 % eterinio aliejaus, o linalolis (16,95 %). Borneolio ir  $\alpha$ -terpineolio kiekiai viršijo 1 % (RADULESCU et al., 2009). Tiriant *Thymus pulegioides* eterinių aliejų cheminę sudėtį penkiose populiacijose Rumunijoje buvo identifikuoti iš viso 64 cheminiai junginiai. Nustatyta, kad 1-oje populiacijoje (Farcasa vietovė) dominuojantys junginiai buvo geranialis ( $\alpha$ -citrallis) sudaręs 16,4 % eterinio aliejaus, neralis ( $\beta$ -citrallis) – 12,90 %, cis nerolidolis – 15,81 %, germakrenas D – 9,77 %, nerolio acetatas – 7,20 %; 2-oje populiacijoje (Farcasa vietovė) dominuojantys junginiai eteriniuose aliejuose buvo  $\tau$ -kadinolis – 19,99 % limonenas – 15,30 %,  $\beta$ -bisabolenas – 4,94 %; 3-oje (Farcasa vietovė) ir 4-oje populiacijose (Vama vietovė) dominavo ciklofenchonas sudaręs atitinkamai 18,79 % ir 10,51 % eterinio aliejaus. Kiti cheminiai junginiai gausūs šių populiacijų *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose buvo germakrenas D atitinkamai sudaręs 9,34 % ir 12,25 % eterinio aliejaus ir  $\tau$ -kadinolis – atitinkamai 8,31 % ir 4,80 %; 5-oje populiacijoje (Secuieni vietovė) dominavo karvakrolis (39,35 %), kiti junginiai nustatyti didesniais kiekiais buvo limonenas (15,04 %) ir linalolis (4,73 %) (BOZ et al., 2015).

Norvegijoje (Oslo regione) tiriant *T. pulegioides* eterinių aliejų cheminę sudėtį buvo identifikuoti du chemotipai: karvakrolio ir timolio. Timolio chemotipas vyravo karvakrolio chemotipo atžvilgiu. Karvakrolio kiekis eteriniuose aliejuose siekė iki 39,5 %. Fenoliniai junginiai, jų pirmtakai ( $p$ -cimenas ir  $\gamma$ -terpinenas) timolio ir karvakrolio metilo eteriai sudarė apie 75 % eterinio aliejaus. Kiti gausesni junginiai buvo  $\beta$ -kariofilenas,  $\beta$ -bisabolenas ir germakrenas D (STAHL-BISKUP, 1986).

Kroatijoje (Dalmantija vietovė) du metus tiriant *T. pulegioides* eterinių aliejų cheminę sudėtį buvo nustatyta, kad dominuoja geraniolis sudaręs 38,41 % ir 44,66 % eterinio aliejaus. Kitas gausus cheminis junginys eteriniuose

aliejuose buvo linalolis (28,61 % ir 28,21 %). Borneolis sudarė 2,84 % ir 32,32 % , o timolis 2,19 % ir 6,20 % eterinio aliejaus. Vidutinis eterinio aliejaus kiekis buvo 1,2 % (MASTELIC et al., 1992).

Vokietijoje tiriant *T. pulegioides* eterinių aliejų cheminę sudėtį buvo nustatyta, kad linalolio ir linalolio acetato kiekis varijavo nuo 22,3 iki 45,0 %, kavarkrolio – nuo 4,9 iki 32,5 %, timolio – nuo 1,0 iki 4,0 %, geraniolio – nuo 2,5 iki 9,6 %. Šiame tyrime nemažais kiekiais buvo nustatyti ir borneolis (0,1–14,9 %), bornilo acetatas (0,4–5,2 %), bei cineolis (0,7–6,5 %) (MESSERSCHMIDT, 1965). Lenkijoje buvo nustatyta, kad *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose dominuoja linalolis (22,8–45,0 %), po jo sekė karvakrolis (4,9–31,0 %), o timolio kiekis buvo 1,0–4,0 % (KOWAL & KRUPINSKA, 1979). Jugoslavijoje tiriant šios rūšies augalų eterinių aliejų cheminę sudėtį buvo nustatyta, kad dominuoja karvakrolis (10,0–30,0 %) ir timolis (1,0–22,0 %), o p-cimeno kiekis varijavo nuo 6,0 iki 15,0 % (KUSTRAK et al., 1990).

Lietuvoje buvo išskirti 7 *T. pulegioides* chemotipai: timolio, karvakrolio, timolio/karvakrolio, linalolio, geraniolio,  $\alpha$ -terpinilo acetato, linalolio bei kariofileno (MOCKUTĖ & BERNOTIENĖ, 1999, 2001, 2005; LOŽIENĖ et al., 2002, 2003). *T. pulegioides* timolio chemotipo individuose pagrindinio eterinių aliejų komponento timolio kiekis varijavo nuo 26,05 iki 30,91 %, p-cimeno – nuo 10,21 iki 11,26%,  $\gamma$ -terpineno nuo 8,70 iki 9,89 %; karvakrolio chemotipo individuose pagrindinio komponento karvakrolio buvo nustatyta 5,85–32,76 %, p-cimeno – 7,52–27,43%, o  $\gamma$ -terpineno – 11,06–30,55 %. *T. pulegioides* timolio/karvakrolio chemotipo individuose buvo nustatyti nemaži kiekiai tiek karvakrolio, tiek timolio (atitinkamai 11,7–14,2 % ir 12,40–22,61 %), p-cimeno 13,40–16,03 % ir  $\gamma$ -terpineno (8,02–20,7 %). Aukščiau minėtuose trijuose chemotipuose fenoliai timolis ir karvakrolis buvo lydimi nemažais kiekiais „palydovų“ – atitinkamai timolio metilo eterio ir karvakrolio metilo eterio: timolio metilo eteris timolio chemotipo individuose sudarė 4,94–11,84 %, karvakrolio metilo eteris karvakrolio chemotipo individuose – 3,74–8,71 % eterinio aliejaus. *T. pulegioides* timolio/karvakrolio chemotipo individų eteriniuose aliejuose timolio metilo eterio ir karvakrolio metilo eterio kiekiai

varijavo atitinkami 2,53–3,04 % ir 3,03–4,27 % ribose. *T. pulegioides* geraniolio chemotipo pagrindinis eterinių aliejų komponentas yra geraniolis (2,52–43,78 %) su jį lydinčiais komponentais „palydovais“ geranialiu (11,39–29,36 %), neroliu (0,84–18,89 %) ir neraliu (0–17,37 %). Pagrindinis linalolio chemotipo komponentas linalolis sudarė labai didelį eterinio aliejaus kiekį – net iki 80,29 %. Tarp kitų junginių, šių chemotipų eteriniuose aliejuose viršijusių 1 %, buvo  $\beta$ -kariofilenas,  $\beta$ -bisabolenas, germakrenas D, kariofileno oksidas, mircenas (LOŽIENĖ et al., 2002). Ištyrus 10 *T. pulegioides* individų iš Vilniaus rajono buvo nustatyta, kad 5 iš jų priklausė karvakrolio (karvakrolio kiekis 15,03–31,01 %, p-cimeno – 9,83–15,26 %,  $\gamma$ -terpineno – 11,06–28,91 %), 2– timolio (timolio kiekis 3,49–30,49 %, p-cimeno – 0,00–11,36 %,  $\gamma$ -terpineno – 0,00–8,91 %) ir 1– geraniolio chemotipui (geraniolio kiekis 22,55 %). Du iš tirtų individų nebuvo priskirti nei vienam iš chemotipų (LOŽIENĖ, 1997). Vilniaus rajone 10-yje populiacijų tiriant *T. pulegioides* eterinių aliejų cheminę sudėtį buvo nustatyti karvakrolio ir geraniolio chemotipo individai. Karvakrolio chemotipo individuose karvakrolio kiekis varijavo nuo 16,0 iki 22,2 %, p-cimeno – 5,5–10,4 %,  $\gamma$ -terpineno – 5,8–16,2 %, karvakrolio metilo eterio – 5,6 – 8,6 %. Šio chemotipo individuose buvo nustatyta ir timolio bei timolio metilo eterio, kurių kiekiai sudarė atitinkamai 3,3–9,8 % ir 1,1 – 3,1 %. Taip pat nemažus kiekius eteriniame aliejuje sudarė  $\beta$ -kariofilenas (11,1–19,1 %),  $\beta$ -bisabolenas (11,1–20,2 %) bei kariofileno oksidas (2,6–5,4 %). Geraniolio chemotipo individuose geraniolis sudarė 14,9–30,8 % eterinio aliejaus, geranialis – 9,7–19,7 %, nerolis – 4,1–11,8 %, neralis– 0,1–9,5 %. Šio chemotipo individų eteriniuose aliejuose buvo nustatyti ir nemaži kiekiai  $\beta$ -kariofileno (6,0–11,4 %), kariofileno oksido (2,3–8,1 %) bei linalolio (0,8–13,7 %) (MOCKUTĖ & BERNOTIENĖ, 1999). Vilniaus mieste (Antakalnis) tiriant *T. pulegioides* eterinių aliejų cheminę sudėtį buvo nustatyti 3 chemotipai: geraniolio, karvakrolio ir kariofileno. Geraniolio chemotipo individuose geraniolis sudarė 14,4–25,1 % eterinio aliejaus, geranialis – 2,1–14,2 %, nerolis – 2,6 –12,1 %, neralis – 4,5– 18,4 %. Šio chemotipo individuose



nustatyti ir nemaži  $\beta$ - kariofileno ir  $\beta$ -bisaboleno kiekiai sudarę atitinkamai 9,4–13,5 % ir 9,5–10,2 % eterinio aliejaus. Kariofileno chemotipo individuose didžiausią eterinio aliejaus dalį sudarė  $\beta$ -kariofilenas (18,0–19,7 %),  $\beta$ -bisabolenas (14,5–15,9 %) ir germakrenas D (12,5–14,6 %). Nemažą eterinio aliejaus dalį šio chemotipo individuose sudarė ir (E)- nerolidolis 8,2–13,8 %. Karvakrolio chemotipo individuose karvakrolio kiekis įvairavo nuo 4,6 iki 33,3 %, p-cimeno – nuo 2,0 iki 17,0 %,  $\gamma$ -terpineno nuo 2,3 iki 17,2 %, o karvakrolio metilo eterio nuo 3,2 iki 8,9 %. Kiti junginiai sudarę nemažą eterinio aliejaus dalį šiame chemotipe buvo  $\beta$ -kariofilenas (9,5–14,9 %),  $\beta$ -bisabolenas (5,7–15,2 %) ir mircenas (1,1–6,5 %) (MOCKUTĖ & BERNOTIENĖ, 2005). D. Mockutė ir G. Bernotienė (2001) tirdamos *T. pulegioides* eterinių aliejų cheminę sudėtį vienoje populiacijoje Vilniaus rajone identifiko  $\alpha$ -terpinilo acetato chemotipą. Jo kiekis šio chemotipo individuose įvairavo nuo 49,5 iki 70,4 %. Taip pat šioje populiacijoje buvo nustatyti ir geraniolio bei karvakrolio chemotipai. Geraniolio kiekis geraniolio chemotipų individų eteriniuose aliejuose įvairavo nuo 16,3 iki 29,2 %, geraniolio kiekis – 9,7–16,1 %, nerolio – 4,2–5,7 %, nerolio 1,1–9,5 %. Karvakrolio kiekis karvakrolio chemotipo individų eteriniuose aliejuose sudarė 16,0 – 25,5 %, p-cimenas – 6,1– 10,1 %,  $\gamma$ -terpinenas – 5,9–14,5 %, karvakrolio metilo eteris – 5,9–8,9 %. Kiti junginiai gausesni šių chemotipų eteriniuose aliejuose buvo  $\beta$ -kariofilenas (6,2–15,8 %),  $\beta$ -bisabolenas (2,8–12,2 %) bei germakrenas D (1,5–3,9 %).

#### **1.4. Veiksniai, įtakoiantys eterinių aliejų kiekybinę ir kokybinę sudėtį**

Eterinių aliejų kiekybinę ir kokybinę sudėtį gali įtakoti genetinės augalo savybės, augalo dalis, iš kurios išgaunamas eterinis aliejus, žaliavos nuėmimo laikas, klimatinės sąlygos (temperatūra, krituliai, apšviestumas), dirvožemio cheminė sudėtis, aukštis virš jūros lygio, augalo amžiaus (jauni augalai dažniausiai susintetina daugiau eterinio aliejaus) (SANGWAN et al., 2001; BADI et al., 2004; FIGUIREIDO et al., 2008 a; NEZHADALI et al., 2014). Žemiau bus

aptariami veiksniai, įtakojantys eterinių aliejų kiekybinę ir kokybinę sudėtį, didžiausią dėmesį skiriant Lamiaceae šeimos ir *Thymus* genties augalams.

Didžiausia eterinio aliejaus išeiga ir didžiausi pagrindinių komponentų (lemiančių chemotipus) kiekiai augalų antžeminėse dalyse dažniausiai nustatomi augalų žydėjimo metu (SANGWAN et al., 2001; HUDAIB et al., 2002). E. Lebercovics ir kiti bendraautorai (1995) nustatė, kad daugiausia eterinio aliejaus bazilikai (*Ocimum basilicum* L.) sukaupia butonizacijos fazės metu, tačiau linalolio daugiau buvo nustatyta žydėjimo pradžioje. M. Moldão-Martins su bendraautoriais (1999) nustatė, kad didžiausias eterinio aliejaus kiekis *Thymus zygis* L. subsp. *sylvestris* augaluose sukaupiamas žydėjimo metu. Tiriant *Thymus mastichina* L. rūšį Portugalijoje taip pat nustatyta, kad daugiausia eterinio aliejaus sukaupama žydėjimo fazėje (MIGUEL et al., 2004).

Literatūros duomenimis, *Thymus* genties augalai didesnę eterinio aliejaus kiekį ir daugiau timolio bei mirceno sukaupia esant pilnam apšviestumui (YANHE et al., 1995). Krapuose taip pat daugiausia eterinio aliejaus susikaupia esant pilnam apšviestumui (HALVA et al., 1992). Saulėtomis dienomis eterinio aliejaus yra sukaupama daugiau nei debesuotomis, tačiau žydėjimo metu esant ekstremaliai sausrai eterinio aliejaus sintetinama mažiau. Dauguma rūšių daugiau eterinio aliejaus sukaupia saulėtomis dienomis, kai saulėta būna ne mažiau kaip šešias valandas per dieną (POGORELSKAYA et al., 1980). Esant lietui augalų žydėjimo metu dažniausiai sukaupiamas mažesnis eterinio aliejaus kiekis, nes yra pažeidžiamos eterinių aliejų liaukutės (SANGWAN et al., 2001).

Sumažėjęs kritulių kiekis dažniausiai skatina augalų sintetinti daugiau antrinių metabolitų, tame tarpe ir eterinių aliejų. Mėtose ir bazilikuose daugiau eterinio aliejaus susikaupia esant sausrai (SANGWAN et al., 2001; SAID-AL AHL & HUSSEIN, 2010). *Cymbopogon* genties augaluose (priklausomai nuo rūšies) eterinio aliejaus kiekis išlieka beveik tas pats arba padidėja esant sausrai. Šios genties augaluose esant sausrai eteriniuose aliejuose nustatoma daugiau geraniolio (SANGWAN et al., 1993, 1994). Esant sausrai, snapučiuose ir pelargonijose (*Geranium* genties augalai) eterinio aliejaus kiekis mažėja

(PUTIEVSKY et al., 1990). Sausra didina eterinio aliejaus kiekį ir fenolinių komponentų kiekį pipirmedžiuose (*Capsicum annum* L. var. *annum*) (ESTRADA et al., 1999). Esant sausrui, daugiau eterinio aliejaus sintetina ir petražolės, mažiau – rosmarinai ir ožiažolės (PETROPOULOS et al., 2008; SINGH & RAMESH, 2000; ZEHTAB-SALMASI et al., 2001). Nustatyta, kad skirtingas vandens režimas gali keisti petražolėse sintetinamo eterinio aliejaus sudėtį, pavyzdžiui, esant sausrui, petražolėse, turinčiose paprastus (negarbanotus) lapus, sumažėja 1,3,8-p-mentatrieno, o padidėja miristicino kiekiai; tuo tarpu petražolėse su garbanuotais lapais mažėjant vandens kiekiui miristicino kiekis mažėja, o didėja  $\alpha$ - ir  $\beta$ -felandreno, terpinoleno ir p-cimeno kiekiai; petražolės su susisukusiais lapais sausra veikia mažiausiai, jų eteriniuose aliejuose šiek tiek sumažėja mirceno ir padaugėjo apiolo (PETROPOULOS et al., 2008).

Tiriant *Thymus vulgaris* L. rūšį nustatyta, kad karvakrolio chemotipo individai yra pakantesni sausrui, nei timolio chemotipo individai, tačiau yra jautresni šalčiui nei pastarieji. Šių abiejų fenolinių chemotipų individai labiau linkę dominuoti ten, kur žiemos nėra šaltos. Tuo tarpu nefenolinių chemotipų (linalolio, geraniolio,  $\alpha$ -terpinil acetato) individai yra atsparesni žiemos šalčiams ir temperatūrų svyravimams žiemos metu (GOUYON et al., 1986; THOMPSON, 2002; THOMPSON et al., 2007). Fenolinių chemotipų individai labiau atsparesni sausrui, greičiau auga esant švelnioms žiemoms (AMIOT et al., 2005; THOMPSON et al., 2004). Tiriant *Thymus numidicus* rūšį Alžyre buvo nustatyta, kad didėjant temperatūrai ir mažėjant drėgnumui, eteriniuose aliejuose padidėjo p-cimeno ir  $\gamma$ -terpineno, bet sumažėjo timolio, karvakrolio ir linalolio kiekiai (HADEF et al., 2007).

Du sezonus tiriant eterinio aliejaus kiekį *Draocaepalum moldovica* L. rūšyje (Lamiaceae) nustatyta, kad didėjant drėgnumui eterinio aliejaus kiekis mažėjo. Šiame tyrime buvo naudoti trys drėgmės režimai: 40 %, 60 % ir 80%. Daugiausia eterinio aliejaus nustatyta esant 40 % drėgnumui, mažiausia – esant 80 % drėgnumui. Didėjant drėgnumui geraniolio kiekis mažėjo, o geraniolio – daugėjo: daugiausia geraniolio buvo susintetinama esant 40 % drėgnumui, o

geraniolio – esant 80 % drėgnumui (SAID-AL AHL & ABDU, 2009). Tiriant *Origanum vulgare* L. rūšį Egipte ir naudojant trijų lygių drėkinimą (30%, 60% ir 90 %), didžiausias eterinio aliejaus kiekis buvo gautas esant 60 % drėgmės režimui, o mažiausias – esant 30 % drėgmės režimui. Karvakrolio kiekis didėjant drėgnumui didėjo ir maksimalią reikšmę (77,96 %) pasiekė esant 90 % drėgmės režimui, o p-cimeno ir  $\gamma$ -terpineno daugiausia buvo esant mažiausiam drėgnumui (30 %). Esant mažiausiam drėgnumui, augalai susintetino ir didžiausią timolio kiekį (SAID-AL AHL & HUSSEIN, 2010). Nepaisant pateiktų tyrimo duomenų kai kuriuose literatūros šaltiniuose nurodoma, kad skirtingas vandens kiekis eterinio aliejaus išgavos reikšmingai nekeičia. Pavyzdžiui, tiriant *Thymus hyemalis* L. rūšį Ispanijoje ir naudojant 20 %, 40 %, 60 % ir 80 % drėgmės režimus nustatyta, kad eterinio aliejaus derlius statistiškai reikšmingai nesiskyrė (JORDAN et al., 2003). Tiriant *Lippia berlandieri* Schauer rūšį nustatyta, kad vandens kiekis neturi reikšmingos įtakos timolio ir karvakrolio kiekiui (DUNFORD & VAZQUES, 2005).

Tiriant *Salvia officinalis* L. rūšį Tunise buvo nustatyta, kad nesant sausros eterinio aliejaus susintetinama 0,39 %, o esant sausrui eterinio aliejaus kiekis gautas didesnis. Vandens kiekiui sumažėjus 50 % (esant 50 % drėgnumui), eterinio aliejaus kiekis siekė 1,77 %, o sumažėjus 75 % (esant 25 % drėgnumui), eterinio aliejaus kiekis jau tesiekė 1,01 % (BETTAIEB et al., 2009). Panašūs rezultatai gauti ir tiriant *Satureja hortensis* L. rūšį (BAHER et al., 2002). Esant sausrui, *Salvia officinalis* daugiau susintetino  $\alpha$ -pineno, kamfeno, E-( $\beta$ )-ocimeno, linalolio,  $\alpha$ -terpineolio, borneolio, nerolio, bornilo acetato, germakreno D, tačiau daugiau kaip 90 % sumažėjo  $\alpha$ -thujeno (BETTAIEB et al., 2009). J. E. Simon su bendraautoriais (1992), tirdami vandens kiekio įtaką *Ocimum basilicum* L. rūšyje besikaupiančio eterinio aliejaus kiekybinei ir kokybinei sudėčiai nustatė, kad eterinio aliejaus kiekis, linalolio ir metilo chavikolio kiekis esant sausrui padidėja. Egipte buvo tirta vandens kiekio įtaka *Ocimum basilicum* ir *Ocimum americanum* L. eterinio aliejaus derliui, naudojant 50 %, 75 %, 100 % ir 125 % drėgmės režimus. Didžiausia eterinio aliejaus išgava *O. americanum* rūšyje gauta esant didžiausiam ir mažiausiam

drėgnumui, o *O. basilicum* rūšyje – esant mažiausiam drėgnumui. Skirtingas vandens režimas turėjo įtakos ir abiejų rūšių eterinių aliejų kokybinei sudėčiai. *O. basilicum* rūšyje daugiausia metilo chavikolio buvo susintetinta esant 50 % drėgmės režimui, o mažiausia esant 100 % drėgmės režimui. Linalolio, 1,8 - cineolio ir geraniolio ši rūšis daugiausia susintetino esant mažiausiam drėgmės režimui. Beveik 10 kartų didesnis  $\alpha$ -kadinolio kiekis buvo susintetintas esant 100 % drėgmės režimui lyginant su kitais drėgmės režimais. *O. americanum* rūšyje daugiausia metil chavikolio buvo susintetinta esant 50 % drėgmės režimui, o mažiausia – 100 %. Šioje rūšyje daugiausia terpineolio buvo susintetinta esant didžiausiam drėgmės režimui, o eugenolio esant mažiausiam drėgmės režimui. Mažiausias farnezeno kiekis susintetintas esant 100 % drėgmės režimui, o didžiausias esant 75 % drėgmės režimui. Daugiausia  $\alpha$ -terpineno buvo susintetinta esant 100 % drėgnumui, esant 125 % drėgnumui jo kiekis perpus mažesnis, o esant 75 % ir 50 % drėgnumams jo kiekis apie 14 kartų mažesnis nei esant 100 % drėgnumui (KHALID, 2006).

M. J. Jordan su bendraautoriais (2003) tirdami *Thymus hyemalis* Lange rūšį Ispanijoje nustatė, kad daugiau eterinio aliejaus sukaupiama esant didesniems drėgmės režimams. Daugiausia pagrindinio komponento timolio ši rūšis sukaupe prie 80 % drėgmės režimo, o jo pirmataktų p-cimeno ir  $\gamma$ -terpineno – prie 40 % drėgmės režimo. Linalolio taip pat daugiausia buvo nustatyta eteriniuose aliejuose tų augalų, kurie buvo auginti 80 % drėgmės režimo sąlygomis (JORDAN et al., 2003).

Temperatūra skirtingų rūšių eterinio aliejaus kiekį ir sudėtį gali įtakoti skirtingai. Pavyzdžiui, didėjant temperatūrai mentolio kiekis mėtų eteriniuose aliejuose beveik nekinta, 1,8-cineolio ir mentono – padidėja, o mentofurano ir pulegono – sumažėja (CLARK & MENARY, 1980); šalavijuose eterinio aliejaus kiekis sumažėja didėjant temperatūrai nuo 20 iki 60 °C (PORTER & LAMMERINK, 1994); fenolinių komponentų *Thymus* genties augalai daugiau sukaupia esant šiltesniam ir sausesniam klimatui, o nefenolinių – šaltesniam ir drėgnesniam (ADZET et al., 1995; SALGUEIRO et al., 1995, 1997).

Eterinio aliejaus kiekybinę bei kokybinę sudėtį gali įtakoti ir dirvožemio pH, mikro- ir makro elementų kiekiai jame (ARABACI & BAYRAM, 2004; PLUHAR et al., 2005; KHALID et al., 2006;). Esant didesniam azoto ir magnio kiekiui dirvožemyje eterinius aliejus kaupintys augalai paprastai jų sintetina daugiau, o esant per dideliu kalio kiekiui – mažiau; geležis neturi didelės įtakos eterinio aliejaus kiekiui (SINGH et al., 1980; SANGWAN et al., 2001). *Cymbopogon winterianus* Jowitt augale netgi esant chlorozei eterinio aliejaus derlius sumažėjo labai nežymiai (NANDI & CHATTERJEE, 1999). Remiantis literatūros duomenimis *Thymus* genties rūšių fenolinių chemotipų individai yra pakantesni akmenuotiems dirvožemiams, o nefenolinių – trąšesniems ir drėgnesniems. Tiriant *Thymus mastichina* buvo nustatyta, kad patyrę azoto, fosforo ir kalio trąšomis augalai susintetina mažiau eterinio aliejaus, o pagrindinio komponento linalolio jame būna šiek tiek daugiau nei netyrę; netyrėtų augalų eteriniame aliejuje taip pat buvo nustatyti didesni E-(β)-ocimeno ir α-terpineno kiekiai (MIGUEL et al., 2004). Tiriant *Origanum vulgare* rūšį Egipte nustatyta, kad padidėjus druskingumui eterinio aliejaus kiekis sumažėjo (SANGWAN et al., 2001; SAID-AL AHL & HUSSEIN, 2010). Padidėjęs druskingumas sutrikdo augalo augimo, diferenciacijos procesus ir eterinių aliejų sintezę (CHARLES et al., 1990). Žemės riešutuose eterinio aliejaus kiekis padidėjo padidėjus fosforo kiekiui dirvožemyje (EL-HABASSHA et al., 2005). Didinant fosforo kiekį dirvožemyje eterinio aliejaus derlius taip pat didėjo ir *Draocaephalum moldovica* augaluose: naudojant skirtingus tręšimo lygius (netręšta, į vazonėlio dirvožemį įterpta 0,8 g ir 1,6 g fosforo), daugiausia eterinio aliejaus susintetino augalai, kurie augo vazonėliuose, kuriuose buvo įterpta 1,6 g fosforo, o mažiausia – netręštuose vazonėliuose. Šio eksperimento metu taip pat buvo nustatyta, kad eterinio aliejaus komponento geraniolio daugiausia susikaupė fosforu netręštuose augaluose, o geraniolio – augaluose, kurie augo vazonėliuose, kuriuose į dirvožemį buvo įterpta 0,8 g fosforo; netręštuose ir maksimaliai tręštuose variantuose geraniolio kiekis buvo beveik vienodas (SAID-AL AHL & ABDU, 2009). Irane buvo tirta trąšų, į kurių sudėtį įeina azotas, fosforas, kalis bei kalis kurie

mikroelementai (geležis, manganas, zinkas, boras bei varis), įtaka eterinio aliejaus kiekiui *Satureja hortensis* augaluose. Buvo tirti tokie tręšimo lygmenys: netręšta (kontrolė), 500mg/augalui, 1000 mg/augalui ir 1500 mg/augalui. Kuo didesnis trąšų kiekis, tuo augalai sukaupė daugiau eterinio aliejaus: didžiausias eterinio aliejaus kiekis buvo gautas esant tręšimui 1500 mg/augalui ir siekė 2,81 %, tuo tarpu netręšiant eterinio aliejaus kiekis buvo tik 1,82 %. Karvakrolio, pagrindinio eterinio aliejaus komponento tirtuose *Satureja hortensis* augaluose, didžiausias kiekis buvo nustatytas netręštame variante ( $59,2 \pm 6,4$  %), o mažiausias ( $43,9 \pm 1,2$  %) – naudojant mažiausiai fosforo (500mg/augalui). Daugiausia p-cimeno eteriniuose aliejuose buvo nustatyta naudojant tiek minimalią, tiek ir maksimalią tręšimo normą, o daugiausia  $\gamma$ -terpineno – panaudojus mažiausią tręšimo normą.  $\beta$ -Bisaboleno ir mirceno kiekiai tręšiant fosforu didėjo (ALIZADEH et al., 2010).

Tiriant *T. pannonicus* rūšį, buvo nustatytas teigiamas koreliacinis ryšys tarp timolio kiekio eteriniame aliejuje ir humuso, azoto, kalio, mangano ir kadmio kiekio dirvožemyje; taip pat karvakrolio ir neralio kiekiai teigiamai, o  $\alpha$ -pineno kiekis neigiamai koreliavo su sieros ir geležies kiekiu dirvožemyje. Taip pat šio tyrimo metu buvo nustatyta, kad linalolio, p-cimeno ir borneolio kiekis *T. pannonicus* eteriniame aliejuje neigiamai koreliavo su sieros, vario ir kalio kiekiu dirvožemyje, bei nustatytas neigiamas koreliacinis ryšys tarp p-cimeno kiekio eteriniame aliejuje ir mangano kiekio dirvožemyje (PLUHAR et al., 2005). Irane buvo tirta tręšimo įtaka (tręšta azoto, fosforo, kalio trąšomis) baziliko (*Ocimum basilicum*) eterinio aliejaus kiekybinei ir kokybinei sudėčiai, naudojant keturis tręšimo lygmenis – netręšta,  $N_{50}P_{25}K_{25}$ ,  $N_{75}P_{50}K_{50}$  ir  $N_{100}P_{75}K_{75}$ . Daugiausia eterinio aliejaus (0,81 %) sukaupė augalai, kurie buvo netręšti, o mažiausiai (0,67 %) – naudojant didžiausią trąšų kiekį; tačiau šie rezultatai statistiškai reikšmingai nesiskyrė. Baziliko eterinio aliejaus kokybinės sudėties skirtumai, gauti naudojant skirtingus tręšimo lygmenis, taip pat nebuvo statistiškai reikšmingi (MANSOORKHANI–ROGHAYE et al., 2012).

### **1.5. Lietuvos klimatinės sąlygos ir klimatinis rajonavimas**

Lietuvos, kaip ir kitų šalių klimatas, formuojasi veikiant globalinėms klimatodaros (zoniniai faktoriai) ir vietinėms geografinėms sąlygoms (azoniniai faktoriai). Zoniniai faktoriai, lemiantys Lietuvos klimatinės sąlygas yra geografinė padėtis (Lietuva išsidėsčiusi vidutinio klimato juostos šiaurinėje dalyje) bei vyraujanti vakarinė oro masių pernaša. Iš azoninių faktorių, lemiančių Lietuvos klimatinės sąlygas, svarbiausias yra žemynų, vandenynų ir jūrų pasiskirstymas. Į vakarus nuo Lietuvos plyti Baltijos jūros ir Atlanto vandenyno akvatorijos, o į rytus nuo Lietuvos – Eurazijos žemynas. Klimatą formuoja ir tokie vietiniai faktoriai, kaip reljefo forma, teritorinis vidaus vandenų pasiskirstymas, dirvožemis, augalija, miestai. Arealai, kur reljefo įtaka klimatui itin ryški, sudaro apie 17 % Lietuvos teritorijos. Svarbiausi klimatą įtakojantys reljefo parametrai yra absoliutus ir santykinis vietovės aukštis, kalvų išsidėstymo orientacija. Reljefo forma, augalijos danga bei vandens objektai keičia šilumos ir drėgmės apykaitos procesus pažemio ore, skirtingai sugeria ir atspindi saulės radiaciją bei perskirsto vandens balansą. Aukštumose būna 0,2–0,5 °C žemesnės vidutinės temperatūros, didesnis kritulių kiekis priešvėjinėje pusėje (100–150 mm per metus), dažnesni rūkai. Aukštumos stabdo jūrinio klimato plitimą gilyn į sausumą (DROBNYS, 1981; BUKANTIS, 1994 a).

Lietuvos klimatas yra jūrinis pereinantis į žemyninį, einant iš vakarų į rytus didėja klimato kontinentalumas (auga temperatūros metinė ir paros amplitudė, oras darosi sausesnis, mažėja kritulių). Vidutinė metinė oro temperatūros svyravimų amplitudė Lietuvoje kinta nuo 19–20 °C pajūryje iki 23–24 °C rytuose. Didžiausias temperatūrų gradientas tarp vakarų ir rytų Lietuvos susidaro sausio–vasario mėnesiais ir siekia 3–3,5 °C. Lietuvos klimatas apibūdinamas, kaip vidutiniškai šaltas su snieginga žiema, o vakarinio pakraščio – kaip vidutiniškai šiltas. Vidutinė metinė temperatūra Lietuvos teritorijoje kinta nuo 6,5–7,1 °C pajūryje iki 5,5 °C šiaurės rytuose. Didžiojoje Lietuvos dalyje (išskyrus pajūrį) liepos mėnesį yra pati aukščiausia temperatūra, o pats šilčiausias laikas – trečiasis liepos dešimtadienis. Vidutinė



liepos mėnesio temperatūra 17,5–18,0° C, tačiau vidutinė liepos mėnesio temperatūra turi tendenciją didėti (2009 m liepos mėn. vidutinė temperatūra buvo 18,6 °C). Pajūryje liepą ir rugpjūtį temperatūra yra vienoda (16,7–17,0 °C), o pats šilčiausias laikotarpis šioje Lietuvos dalyje – liepos trečiasis ir rugpjūčio pirmasis dešimtadienis (17,5°C). Kartais dėl debesuotumo ir radiacijos balanso anomalijų šilčiausias mėnuo gali būti birželis ar rugpjūtis. Beveik visoje Lietuvoje, išskyrus pajūrį, šalčiausias mėnuo yra sausis, o žemiausia temperatūra būna jo trečią dešimtadienį (vidutiniškai nuo -5,3 °C iki -6,9 °C). Vidutinė sausio mėnesio temperatūra būna nuo -3,1 °C iki -2,4°C. Pajūryje pats šalčiausias mėnuo yra vasaris, o žemiausiai temperatūra nukrenta jo antrą dešimtadienį iki vidutiniškai -3,8 °C. Lietuvoje labiausiai įvairuoja žiemos mėnesių temperatūra, kadangi šiuo laikotarpiu temperatūros režimą daugiausia lemia šilumos advekcija iš Atlanto vandenyno bei šalčio advekcija iš Arkties ir rytų. Itin šaltų dienų, kai temperatūra yra žemesnė už -20 °C pasitaiko gruodžio–kovo mėnesiais, pajūryje gruodžio–vasario mėnesiais. Tokių šaltų dienų skaičius didėja tolstant iš vakarų į rytus nuo 1,0–1,3 dienos pajūryje iki 6,5–6,9 dienos Utenoje ir Varėnoje. Pajūryje žemesnė nei -30 °C temperatūra pasitaikydavo 6 kartus per šimtą metų, o Rytų ir Pietryčių Lietuvoje – 6 kartus per dešimt metų. Karštos dienos, kai temperatūra pakyla virš 25 °C yra galimos nuo balandžio iki rugsėjo mėnesio, didžiausia jų tikimybė – liepos mėnesį. Pajūrio ruože per metus būna 11–12 tokių dienų, o likusioje teritorijoje – 20–29 dienos, t. y. tolstant į rytus tokių dienų skaičius didėja. Ypač karšti orai, kai temperatūra pakyla virš 30 °C pajūryje, galimos 1–2 dienos per metus, o likusioje teritorijoje – 3–4 dienos per metus. Tada būna mažas santykinis oro drėgnumas ir pučia silpnas 6m/s pietų ir pietryčių vėjas. Tokius orus atneša aukšto slėgio bariniai dariniai, susiformavę kontinentinėse oro masėse. Temperatūros kitimas (ypač jos kitimas per parą) turi didelės įtakos neorganinės gamtos procesams (klimato genezei, dūlėjimui, dirvos erozijai) bei gyviesiems organizmams. Esant debesuotam ir vėjuotam orui temperatūros svyravimų amplitudė sumažėja, o esant giedram ir ramiam orui temperatūra svyruoja labiausiai. Žiemą temperatūrų svyravimas per parą

Rytų Lietuvoje siekia 3 °C, o pajūryje – apie 2,5 °C, nors kartais svyravimai žiemos metu gali siekti ir kelioka laipsnių. Vasarą ir rudenį gretimų parų svyravimo amplitudė nėra didelė ir siekia 1,5–2,0 °C, retais atvejais svyravimai gali būti ir kelioka laipsnių (DROBNYS, 1981; BUKANTIS, 1994 a; STUOGĖ ir kt., 2010).

Pagal kritulių kiekį Lietuva yra perteklinio drėkinimo zonoje, nes ne visas kritulių kiekis gali išgaruoti. Kritulių pasiskirstymas ir kitimas per metus turi didelę įtaką hidrologiniams reiškiniams, dirvodarai, žmogaus ūkinei veiklai. Kritulių pasiskirstymui Lietuvoje didžiausią reikšmę turi reljefas, šlaitų padėtis vyraujančių oro masių atžvilgiu, nuotolis nuo jūros. Kritulių kiekis tolstant nuo jūros mažėja. Lietuvoje vyrauja skystieji krituliai (72–73 %), antroje vietoje mišrieji (13–19 %), o mažiausiai iškrenta kietųjų kritulių (6–9 %). Mažiausiai kritulių iškrenta sausio–kovo mėnesiais (pajūryje – vasario–balandžio mėnesiais), o daugiausia – birželio–rugpjūčio mėnesiais (pajūryje – rugsėjo mėnesį). Per metus Lietuvoje vidutiniškai iškrenta 675 mm kritulių (pajūryje apie 900 mm kritulių, Sūduvos aukštumoje apie 570–600 mm, Vidurio Lietuvos žemumoje apie 550–700 mm, Aukštaičių aukštumoje apie 650–700 mm). Lietuvoje vidutiniškai būna 1000–1300 valandų su krituliais (daugiausia pajūryje, mažiausiai Vidurio Lietuvoje). Sausi periodai, kai 5–9 dienas neiškrenta kritulių, pasitaiko dažniausia gegužės mėnesį, o rečiausiai – gruodžio mėnesį. Sniego dangos pasirodymo datos artimos oro temperatūros nukritimo žemiau nulio vidutinėms datoms. Anksčiausiai sniego danga pasirodo rytuose ir šiaurėje (apie lapkričio 15 dieną), o vėliausiai – Pajūrio žemumoje (apie lapkričio 25 dieną). Per metus daugiausia dienų su sniego danga būna Žemaičių aukštumoje (vidutiniškai 95–105 dienų), mažiausiai – pajūryje (apie 70 dienų), o likusioje teritorijos dalyje – 75–90 dienų (BUKANTIS, 1994 a). Didžiausia galima saulės spindėjimo trukmė, esant giedrai dienai, yra lygi dienos trukmei. Gruodžio mėnesį saulė galėtų spindėti apie 7 valandas, o birželio mėnesį apie 17 valandų. Saulė dažniausiai spindi trumpiau nei trunka diena, nes tai įtakoja debesys, rūkas, ne visose vietose atviras horizontas. Net giedriausiais vasaros mėnesiais saulės spindėjimo

faktinė trukmė sudaro apie 50–55 % nuo didžiausios galimos. Daugiausia apniukusių dienų būna lapkričio–sausio mėnesiais, o mažiausiai – gegužės–rugjūčio mėnesiais. Tokių dienų, kai saulė šviečia nuo patekėjimo iki nusileidimo, per metus būna nedaug: apie 10 % pavasarį ir vasarą (pajūryje dėl mažesnio debesuotumo apie 15 %) bei 1–2 % žiemą ir rudenį. Per metus saulė pajūryje vidutiniškai spindi apie 1790 valandų, o vidurio ir rytų Lietuvoje – apie 1770 valandas. Svarbiausi radiaciniai procesai yra paklotinio paviršiaus įšilimas dėl Žemę pasiekusios trumpabangės Saulės radiacijos ir atvėsimas dėl ilgabangio spinduliavimo. Didesnioji Lietuvos teritorijos dalis per metus gauna 3570–3620 MJ/m<sup>2</sup> bendrosios saulės radiacijos (šiaurinėje dalyje – apie 3520 MJ/m<sup>2</sup>, o pietvakariuose ir pajūryje – apie 3690 MJ/m<sup>2</sup>). (BUKANTIS, 1994 a).

Pirmąjį Lietuvos klimatinį rajonavimą atliko E. Romeris XX a. pradžioje, veikalė "Lenkijos fizinė geografija", suskirstęs Lietuvos teritoriją į keturis klimacinius rajonus: Baltijos pajūrį, ežeringąją plynaukštę (Žemaičių aukštumą), didžiųjų lygumų juostą (Vidurio Lietuvos žemumą) ir kontinentinę sritį (Rytų Lietuvą). 1957 m. klimacinio rajonavimo schema sudaryta A. Gričiūtės, K. Kaušylos, B. Styros ir V. Ščemeliovo nedaug skyrėsi nuo E. Romerio schemos. Detalesnę Lietuvos klimacinio rajonavimo schemą sudarė K. Kaušyla. Pagal šią schemą Lietuvos teritorija skirtoma į 4 klimacinius rajonus ir 10 klimacinių parajonių: Pajūrio (su Kuršių Nerijos, Pajūrio ir Pajūrio žemumos parajoniais), Žemaitijos aukštumų (su Žemaičių ir Ventos parajoniais), Vidurio Lietuvos (su Mūšos–Nevėžio ir Nemuno žemumos parajoniais) ir Pietryčių Lietuvos aukštumų (su Sudūvos, Dzūkijos ir Aukštaitijos parajoniais) (1 pav.).



1 pav. Lietuvos klimato rajonai ir parajoniai pagal K.Kaušylą (BUKANTIS, 1994 b)

Išskirti klimatiniai parajoniai skiriasi vidutine metine temperatūra (taip pat sausio ir liepos mėnesių temperatūra), kritulių kiekiu per metus ir sniego dangos išsilaikymo trukme. Aukščiausia vidutinė metinė temperatūra būna Kuršių Nerijos (čia aukščiausia ir liepos mėnesio vidutinė temperatūra) klimatiniame parajonyje, o žemiausia – Aukštaitijos klimatiniame parajonyje. Žemiausia temperatūra liepos mėnesį būna Ventos klimatiniame parajonyje. Žemiausia sausio mėnesio temperatūra būna Aukštaitijos klimatiniame parajonyje, o aukščiausia – Kuršių Nerijos ir Pajūrio parajoniuose, tačiau čia šalčiausias metų mėnuo yra ne sausis, o vasaris. Didžiausiu kritulių kiekiu pasižymi Žemaičių (800–900 mm per metus), o mažiausiu – Mūšos–Nevėžio (500–620 mm per metus) klimatinis parajonis. Daugiausia sniegas išsilaiko Aukštaitijos (100–110 dienų), o mažiausiai – Pajūrio klimatiniame parajonyje (70–75 dienas) (BUKANTIS, 1994 a).

### 1.6. Lietuvos edafinės sąlygos

Vidutinis judriojo fosforo kiekis Lietuvoje yra 127 mg/kg, tačiau skirtingose Lietuvos vietose jo kiekis nėra vienodas: Vidurio Lietuvoje jo aptinkama vidutiniškai 139 mg/kg, Vakarų Lietuvoje – 112 mg/kg, Rytų

Lietuvoje – 118mg/kg. Daugiausia judriojo fosforo randama Kėdainių rajone (vidutiniškai 185 mg/kg), o mažiausiai – Skuodo rajone (vidutiniškai 88 mg/kg). Jeigu judriojo fosforo kiekis dirvoje yra mažesnis nei 50 mg/kg, tai laikoma labai mažu kiekiu (tokių dirvožemių Lietuvoje yra apie 20,3 %), jei jis svyruoja nuo 51 iki 100 mg/kg, tuomet jo kiekis laikomas mažu (tokių dirvožemių Lietuvoje yra apie 41,5 %), o jei svyruoja nuo 101 iki 150 mg/kg – vidutiniu (tokių dirvožemių Lietuvoje yra apie 22,3 %). Augalams pakankamas judriojo fosforo kiekis, yra virš 150 mg/kg (tokių dirvožemių Lietuvoje yra apie 15,9 %). Taigi daugumoje Lietuvos dirvožemių judriojo fosforo kiekis yra per mažas. Judriojo kalio kiekio dirvoje vertinimo skalė yra tokia pati, kaip ir judriojo fosforo. Lietuvoje dirvožemių su labai mažu judriojo kalio kiekiu yra 7,6 %, su mažu – 35,4 %, su vidutiniu – 33,4 %, o su pakankamu apie 23,6 %. Daugiausia judriojo kalio randama Vidurio Lietuvos dirvožemiuose, o mažiausia – Vakarų Lietuvoje. Daugiausia judriojo kalio nustatyta Marijampolės rajono dirvožemiuose (185mg/kg), o mažiausia – Šakių rajone (apie 118 mg/kg) (LIEKIS, 2001). Lietuvos dirvožemiuose humuso kiekis varijuoja nuo 0,5 % iki 5,2 %. Dažniausiai Lietuvos dirvožemiuose randamas humuso kiekis yra 2–4 %. Mažiausias humuso kiekis aptinkamas pietryčių Lietuvos dirvožemiuose (STAUGAITIS ir kt., 2009; LIEKIS, 2001). Rūgštūs dirvožemiai, kurių pH svyruoja nuo 4,6 iki 5,5 (jei dirvožemio pH 4,6–5,0, jis laikomas vidutinio rūgštingumo, jei pH 5,1–5,5– mažo rūgštingumo) užima apie apie 16 % Lietuvos teritorijos. Labai rūgštūs dirvožemiai (pH ≤ 4,5) užima apie 0,9 % Lietuvos teritorijos. O 46 % Lietuvos teritorijos ploto yra neutralūs arba beveik neutralūs dirvožemiai (jų pH viršija 6,6). Esant pH 5,6–6,0 dirvožemis yra laikomas rūgštoku (užima 17,2 % Lietuvos ploto), o neutraloku, kurio pH yra 6,1–6,5 (užima apie 20 % Lietuvos ploto). Mažiausiai rūgščių dirvožemių yra Vidurio Lietuvoje, vakarinėje Lietuvos dalyje dirvožemiai rūgštesni nei rytinėje (LIEKIS, 2001; BUIVYDAITĖ, 2001).

Kalcio (Ca) daugiausia randama Vidurio Lietuvos dirvožemyje, o mažiausia – pietinės ir rytinės Lietuvos smėliniuose dirvožemiuose. Magnio (Mg) taip pat daugiausia Vidurio bei Šiaurės Vakarų Lietuvoje. Mažiausiai Mg

aptinkama jauriniuose smėlio dirvožemiuose (500–1000 mg/kg). Fosforo (P) daugiausia randama Šiaurės Vakarų Lietuvos dirvožemiuose (2500–4500 mg/kg). Mažiausiai bendrojo kalio (K) randama šalies Lietuvos pietuose ir rytuose. Mažai sieros (S) yra susikaupę Pietryčių Lietuvos smėlinguose dirvožemiuose, daug – Lietuvos šiaurės vakaruose, apie Kauną, Panevežį, piečiau Vilniaus. Mažiausi aliuminio (Al) kiekiai yra aptinkami Vidurio Lietuvoje bei apie Akmenę ir Mažeikius. Natrio (Na) daugiausia randama šiaurės rytinėje ir vakarinėje Lietuvos dalyje bei apie Panevežį ir Jonavą, o mažiausia – Pietų ir Pietryčių Lietuvoje. Mangano (Mn) daugiausia yra susikaupę Rytų ir Pietryčių Lietuvoje, o mažiausia – Vidurio Lietuvoje. Daugiausia švino (Pb) aptinkama Vakarų Lietuvoje, į šiaurės rytus nuo Kauno bei piečiau Vilniaus; vidutinis švino kiekis Lietuvos dirvožemiuose yra 10,7 mg/kg. Paprastai Pb kaupiasi viršutiniuose dirvožemio sluoksniuose (0–5 cm gylyje). Mažiausi vario (Cu) kiekiai randami Pietvakarinėje ir Pietinėje Lietuvos dalyje; šio mikroelemento paprastai daugiau susikaupia pelkiniuose durpiniuose dirvožemiuose. Vidutinis vario kiekis Lietuvos dirvožemiuose yra 6,9 mg/kg. Didžiausi cinko (Zn) kiekiai aptinkami šiaurės vakarinėje Lietuvos dalyje, taip pat apie Šiaulius, Kauną, Jonavą. Vidutinis cinko kiekis Lietuvos dirvožemiuose yra apie 28,5 mg/kg. Geležies (Fe) paprastai daugiau aptinkama vakarinėje Lietuvos dalyje; Vidurio Lietuvoje, rytinėje ir pietinėje Lietuvos dalyje jo yra mažiau. Vidutinis geležies kiekis Lietuvos dirvožemiuose 8,2 mg/kg (BUIVYDAITĖ, 2001; LIEKIS, 2001).

### **1.7. Alelopatija**

Alelopatija – tai sąveika, kai augalai išskirdami alelopatines medžiagas paveikia gretimus augalus ir mikroorganizmus ir atlieka svarbų vaidmenį formuojantis bendrijoms. Alelopatinės medžiagos gali būti išskiriamos iš antžeminės ir požeminės augalo dalies. Iš antžeminės dalies gali būti išskiriamos garų, nuoplovų, nuokritų pavidalu, o iš požeminės dalies – tai skysčiai ir garai iš šaknų. Alelopatinės medžiagos gretimus augalus gali veikti tiek neigiamai, tiek teigiamai. Dažnai yra sutrikdomas gretimų augalų augimas

ir vystymasis (WHITE, 1991; SCRIVANTI et al., 2003; CHUI-HUA et al., 2007; GREINDAHL & EHLERS, 2008). Aromatinių augalų išskiriami eteriniai aliejai yra priskiriami alelopatinėms medžiagomis, galinčiomis sutrikdyti kitų augalų dygimą ir vystymąsi (MULLER, 1986; REYNOLDS, 1987; ZHANG et al., 1994; ENS et al., 2009). Pagrindinės alelopatinės medžiagos eteriniuose aliejuose yra monoterpenai (TARAYRE et al., 1995; MUCCIARELLI et al., 2001). Monoterpenai gali paveikti biologines membranas ir tai sutrikdo jonų tekėjimą ląstelėje, fiziologinius bei biocheminius procesus ląstelėje (DNR sintezę, kvėpavimą), susidaro riebalų vakuolės citoplazmoje (KOITABASHI et al., 1997; GRIFFIN et al., 2000; ROLIM DE ALMEIDA et al., 2010). Kai kurie eterinių aliejų junginiai gali paveikti dirvožemyje vykstančius procesus, kas taip pat gali įtakoti augalų bendrijos sudėtį (JENSEN & EHLERS, 2010). Monoterpenai gali pakeisti azoto apykaitos ciklą ir sulėtinti nitrifikacijos procesus, o tai sumažina nitratų kiekį ir padidina amonio kiekį dirvožemyje. Taip pat monoterpenai gali paveikti dirvožemio mikroorganizmus (PAVOLAINEN et al., 1998; CASTELLS et al., 2003; JENSEN & EHLERS, 2010).

Danijoje buvo tirtas *T. pulegioides* karvakrolio chemotipo poveikis kitiems bendrijoje augantiems augalams: *Plantago lanceolata*, *Campanula rotundifolia* ir *Agrostos capillaris* (JENSEN & EHLERS, 2010). Minėtų augalų sėklos buvo surinktos iš bendrijų, kuriose augo *T. pulegioides*, ir iš bendrijų, kuriuose jis neaugo. Sėklos buvo daigintos karvakroliu praturtintuose ir nepraturtintuose (kontrolė) dirvožemiuose. Buvo nustatyta, kad didžiausią biomasę išaugino tie *A. capillaris* augalai, kurių sėklos buvo surinktos iš bendrijų su *T. pulegioides* ir daigintos karvakroliu praturtintame dirvožemyje, o mažiausią – *A. capillaris* augalai, kurių buvo sėklos surinktos iš bendrijų be *T. pulegioides* ir daigintos karvakroliu praturtintame dirvožemyje. Didesnę antžeminę biomasę išaugino *C. rotundifolia* augalai, kurių sėklos buvo surinktos iš bendrijų su *T. pulegioides* ir daigintos karvakroliu praturtintame dirvožemyje; tuo tarpu daiginant kontroliniame dirvožemyje patikimų skirtumų nustatyta nebuvo. Mažesnę ir antžeminę, ir požeminę biomasę užaugino tie *P.*

*lanceolata* augalai, kurie augo dirvožemyje, praturtintame karvakroliu (JENSEN & EHLERS, 2010).

Prancūzijoje buvo tirta, kaip vaistinis čiobrelis (*Thymus vulgaris*) veikia kartu augančią rūšį *Bromus erectus*. Surinktos *B. erectus* sėklos buvo sėjamos skirtinguose dirvožemiuose: a) surinkto iš tos pačios vietos, kur augo *B. erectus*, b) surinkto iš augavietės, kur augo fenolinis ar nefenolinis *T. vulgaris* chemotipas (t. y., jei sėklos rinktos iš vietų, kur dominavo fenolinis chemotipas, jos buvo sėtos dirvožemyje, surinktame iš augaviečių, kur dominavo fenolinis *T. vulgaris* chemotipas, o jei jei sėklos rinktos iš vietų, kur dominavo nefenolinis chemotipas, jos buvo sėtos dirvožemyje, surinktame iš augaviečių, kur dominavo nefenolinis *T. vulgaris* chemotipas), c) surinkto iš augavietės, kur dominavo skirtingi chemotipai (t. y., jei sėklos rinktos iš vietų, kur dominavo fenolinis chemotipas, jos buvo sėtos dirvožemyje, surinktame iš augaviečių, kur dominavo nefenolinis *T. vulgaris* chemotipas). Buvo nustatyta, kad *B. erectus* sėklos, surinktos iš tų vietų, kur augo nefenolinio chemotipo *T. vulgaris* individai, geriau dygo iš tos pačios vietos paimtame dirvožemyje negu dirvožemyje, paimtame iš kitų augaviečių, kuriose dominavo nefenolinio ar fenolinio chemotipo individai. Sėklų, paimtų iš augaviečių su fenoliniais *T. vulgaris* individais, daigumas skirtingų tipų dirvožemiuose statistiškai patikimai nesiskyrė (EHLERS & THOMPSON, 2004).

Danijoje buvo tirtas *T. pulegioides* ir *Thymus serpyllum* alelopatinis poveikis keturioms augalų rūšims: *Agrostis capillaris*, *Achillea millefolium*, *Plantago lanceolata* ir *Galium verum*; šios rūšys augo bendrijose kartu su *T. serpyllum* ir *T. pulegioides* augalais. Tyrimui buvo naudoti trijų tipų dirvožemiai: paveikti terpenais karvakroliu (sintetina *T. pulegioides*) ir  $\beta$ -kariofilenu (sintetina *T. serpyllum*) bei kontrolė. Prieš paveikiant terpenais dirvožemiai buvo vienodi. Minėtų keturių augalų-akceptorių rūšių sėklos buvo surinktos iš populiacijų, kur augo *T. pulegioides* ir *T. serpyllum*, ir pasėtos dirvožemiuose su karvakroliu,  $\beta$ -kariofilenu ar kontrolėje. Buvo nustatyta, kad *A. capillaris* sėklos surinktos iš augaviečių, kur augo *T. pulegioides* individai geriau dygo ant vieno iš terpenų paveiktų dirvožemių lyginat su kontrole. *P.*



*lanceolata* sėklos, surinktos iš augaviečių, kur augo *T. serpyllum* individai, geriau dygo kontroliniame dirvožemyje, o jei sėklos buvo surinktos iš augaviečių, kur augo *T. pulegioides* – geriau dygo kontroliniame ar  $\beta$ -kariofilenu paveiktame dirvožemyje. *G. verum* sėklos geriau dygo kontroliniame dirvožemyje, nepriklausomai nuo jų surinkimo vietos. *A. milefolium* sėklos, surinktos iš augaviečių kur augo *T. pulegioides* individai geriau dygo karvakroliu paveiktame dirvožemyje, o surinktos iš augaviečių, kur augo *T. serpyllum* – $\beta$ -kariofilenu paveiktame (GREND AHL & EHLERS, 2008).

Tiriant fenolinių ir nefenolinių *Thymus vulgaris* chemotipų poveikį *Brachypodium phoenicoides* (Poaceae) sėklų dygimui nustatyta, kad fenoliniai chemotipai labiau riboja sėklų dygimą lyginant su nefenoliniais. Tiriant paties *T. vulgaris* daigumą buvo nustatyta, kad sėklos, surinktos iš „fenolinių“ populiacijų (t. y., kuriose dominavo timolio ir karvakrolio chemotipai), geriau dygo už sėklas, surinktas iš „nefenolinių“ populiacijų (t. y., kuriose dominavo  $\alpha$ -terpineolis, linalolis, cis-sabineno hidratas, geraniolis). Šiuose eksperimentuose į Petri lėkšteles buvo dedami skirtingų *T. vulgaris* chemotipų lapeliai. Taip pat buvo atliekami daigumo bandymai, naudojant skirtingų 6 chemotipų (timolio, karvakrolio,  $\alpha$ -terpineolio, linalolio, cis-sabineno hidrato, geraniolio) skirtingus eterinio aliejaus (1, 2, 5 ir 10  $\mu$ L) kiekius. Naudojant 1 ir 2  $\mu$ L eterinio aliejaus kiekius, *B. phoenicoides* dygimą labiausiai riboja cis-sabineno hidrato ir fenolinių chemotipų eteriniai aliejai, o naudojant 10  $\mu$ L eterinio aliejaus kiekį – visi eteriniai aliejai. Esant 5  $\mu$ L eterinio aliejaus kiekiui, *B. phoenicoides* daigumą mažiausiai slopino geraniolio ir  $\alpha$ -terpineolio chemotipų eteriniai aliejai. *T. vulgaris* sėklų dygimą stipriausiai slopino timolio ir linalolio eteriniai aliejai, kai jų kiekiai buvo 5 ir 10  $\mu$ L, o esant 1  $\mu$ L eterinių aliejų kiekiams skirtingų chemotipų eterinių aliejų poveikiai statistiškai reikšmingai nesiskyrė (TARAYRE et al., 1995).

Brazilijoje buvo atlikti daigumo bandymai su *T. vulgaris* ir *Origanum vulgare* eteriniais aliejais, kurių pagrindinis komponentas buvo karvakrolis.

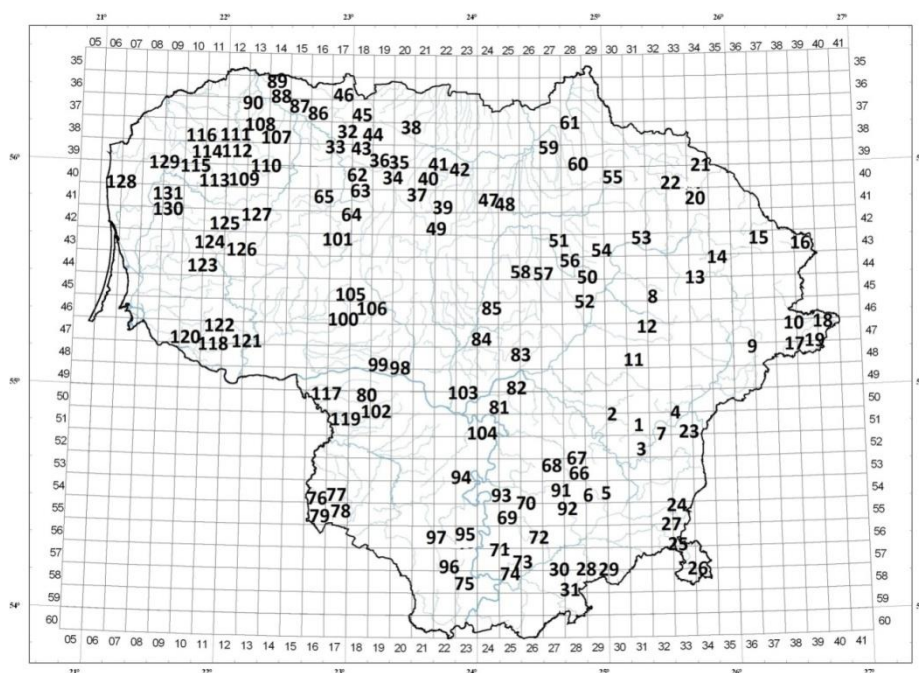
Buvo tirtas jų poveikis *Raphanus sativus*, *Lactuca sativa*, *Lepidium sativum* sėklų dygimui ir šaknelių ilgiui. Buvo naudotos 6 eterinių aliejų koncentracijos – 0,06, 0,125, 0,25, 0,625, 1,25, 2,5 µg/mL. Visų naudotų *T. vulgaris* eterinių aliejų

koncentracijų poveikyje *L. sativa* sėklos nedygo, o veikiant sėklas *O. vulgare* eteriniu aliejumi, nedygo tik esant koncentracijoms 0,625, 1,25 ir 2,5 µg/mL, o esant koncentracijai 0,06 µg/mL netgi pasireiškė stimuliuojamasis poveikis sėklų dygimui ir šaknelių ilgiui. Veikiant *T. vulgaris* ir *O. vulgaris* eteriniams aliejams *L. sativum* sėklas buvo nustatyta, kad jos visiškai nedygsta esant koncentracijoms 1,25 ir 2,5 µg/mL. *R. sativus* sėklos visiškai nedygo jas paveikus 0,625, 1,25 ir 2,5 µg/mL koncentracijų *T. vulgaris* eteriniais aliejais ir 0,25, 0,625, 1,25 ir 2,5 µg/mL koncentracijų *O. vulgaris* eteriniais aliejais. *L. sativum* ir *R. sativus* šaknelių ilgiai eterinių aliejų poveikyje visada buvo mažesni nei kontrolės ir kuo didesnė eterinių aliejų koncentracija, tuo šaknelių ilgiai mažesni (ROLIM DE ALMEIDA et al., 2010).

## 2. METODAI IR MEDŽIAGA

### 2.1. *Thymus pulegioides* augavietės

2013–2015 metais visoje Lietuvos teritorijoje viso buvo ištirta 131 *T. pulegioides* augavietė (2 pav). Augaviečių paieška buvo atliekama visuose klimatinuose parajonuose. Jų skaičius buvo pasirinktas atsižvelgiant į klimatinio parajonio plotą: kuo didesnis plotas, tuo daugiau augaviečių buvo tirta. Atstumas tarp augaviečių buvo ne mažesnis, kaip 5 kilometrai. Tokiu būdu Aukštaitijos klimatiname parajonyje tyrimams buvo pasirinkta 21 *T. pulegioides* augavietė, Dzūkijos – 20, Mūšos-Nevežio – 40, Nemuno žemumos – 22, Sūduvos – 4, Ventos – 5, Žemaičių – 17. Pajūrio ir Pajūrio žemumos klimatinuose parajonuose buvo rasta tik po vieną *T. pulegioides* augavietę, šios rūšies visiškai nebuvo rasta Kuršių Nerijos klimatiname parajonyje .



2 pav. Tirtų *Thymus pulegioides* augaviečių pasiskirstymas Lietuvos teritorijoje. Aukštaitijos klimatinio parajonio augavietės nr. 1–4, 7–23, Dzūkijos – nr. 5, 6, 24–31, 66–75, Mūšos-Nevežio – nr. 32–65, 83–85, 101, 105, 106, Nemuno žemumos – nr. 80–82, 91–100, 102–104, 117–122, Sūduvos – nr. 76–79, Ventos – nr. 86–90, Žemaičių – nr. 107–116, 123–127, 129, 130, Pajūrio – nr. 128, Pajūrio žemumos – nr. 131.

Tyrimams buvo pasirenkamos tik tos augavietės, kuriose augo, ne mažiau, kaip 3 *T. pulegioides* individai. Kiekviena augavietė buvo įvertinta topografiškai (reljefas, šlaitų nuolydis, šlaito ekspozicija) bei jose atliktas geobotaninis aprašymas, surašytos visos augalų rūšys ir įvertintas jų projekcinis padengimas pagal Braun–Blanquet (1964) skalę. Kiekvienoje augavietėje taip pat buvo įvertintas žolių, medžių, krūmų, kerpių ir samanų projekcinis padengimas, visos augavietės plotas.

## **2.2. Augalinės žaliavos ir dirvožemio mėginių rinkimas**

*T. pulegioides* žaliava buvo renkama šių augalų pilno žydėjimo metu (liepos mėnesį). Renkant žaliavą nuo kiekvieno individo buvo nupjaunama maždaug vienodos masės antžeminė dalis: jeigu augavietėje buvo gausu *T. pulegioides* individų, tuomet nuo kiekvieno individo buvo imta apie 10 g žaliavos, o jeigu augavietėje individų skaičius nedidelis – tuomet 30–50 g. Surinkta žaliava buvo sumaišoma ir dedama į plastikinius maišelius. Iš kiekvienos augavietės buvo surinkta ne mažiau, kaip 150 g žaliavos. Kiekvienoje augavietėje surinkta žaliava buvo dedama į atskirus maišelius. Renkant augalinę žaliavą, kiekvienoje augavietėje buvo atliekamas pradinis organoleptinis kiekvieno *T. pulegioides* individo chemotipo nustatymas. Chemotipai buvo nustatomi pagal kvapą. Geraniolio chemotipo individai buvo identifikuojami pagal saldų rožių kvapą su citrinos kvapo pokvapiu, šį kvapą suteikė pagrindiniai geraniolio chemotipo junginiai eteriniame aliejuje: alkoholiai nerolis ir geraniolis bei aldehidai neralis ir geranialis. Fenolinių chemotipų individai (karvakrolis ir timolis) buvo identifikuojami pagal aštrų kvapą, kurį jiems suteikė fenoliniai junginiai eteriniame aliejuje. Linalolio ir  $\alpha$ -terpinilo acetato chemotipo individai identifikuojami pagal levandų kvapo pokvapiu, kurį jiems suteikė pagrindiniai cheminiai junginiai eteriniame aliejuje – linalolis ir  $\alpha$ -terpinilo acetatas (MOCKUTĖ & BERNOTIENĖ, 2001, 2005).

Dirvožemio mėginiai buvo imami iš 10–15 cm gylio, kiekvienoje augavietėje iš 5–9 vietų (maždaug 1 m atstumu nuo augavietės centro) ir sumaišomi. Ėminių skaičius buvo pasirenkamas priklausomai nuo augavietės dydžio: didesnėse augavietėse didesnis ėminių skaičius. Vieno ėminio masė buvo apie 100 g. Dirvožemio mėginiai buvo džiovinami kambario temperatūroje.

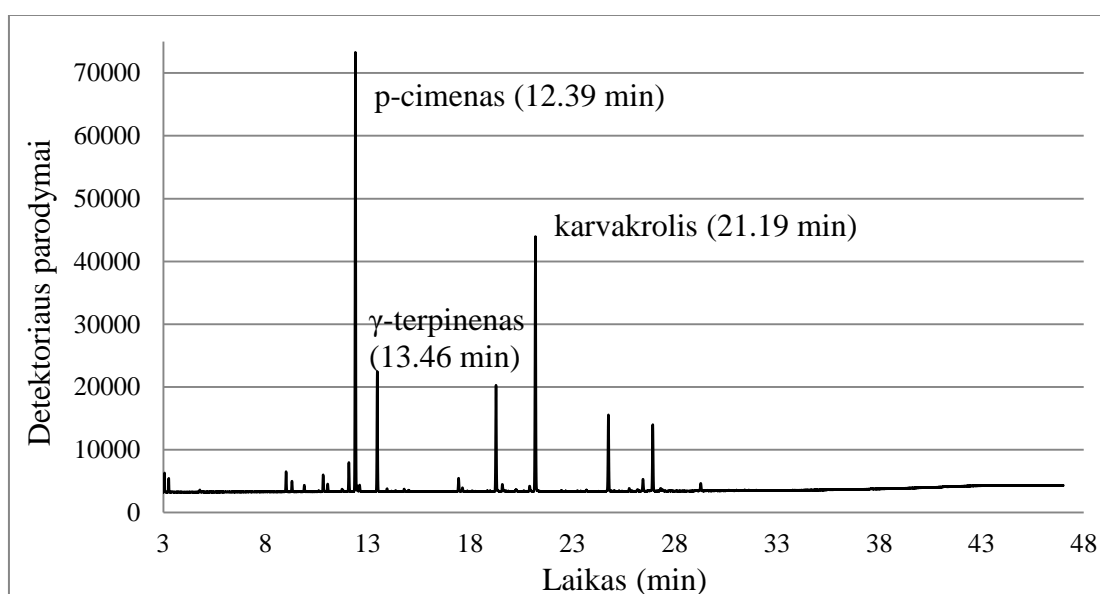
### **2.3. Eterinių aliejų išskyrimas ir cheminės sudėties nustatymas**

Kiekvienoje augavietėje surinkta keturbriaunio čiobrelio žaliava buvo džiovinama atskirai kambario temperatūroje, nuo tiesioginių saulės spindulių apsaugotoje patalpoje. Prieš eterinių aliejų išskyrimą iš džiovintos orasausės žaliavos, lapai su žiedais buvo atskiriami nuo stiebų (pastarieji buvo nenaudojami distiliavimui). Eterinio aliejaus išgavimas hidrodistiliacijos būdu kiekvienam *T. pulegioides* mėginiui buvo atliekamas 2–6 pakartojimais, naudojant Klevengerio aparatą pagal European Pharmacopoeia aprašytą metodiką (2008); hidrodistiliacijos trukmė – dvi valandos. Eterinio aliejaus kiekis *T. pulegioides* mėginyje buvo įvertinamas procentais orasausėje žaliavoje.

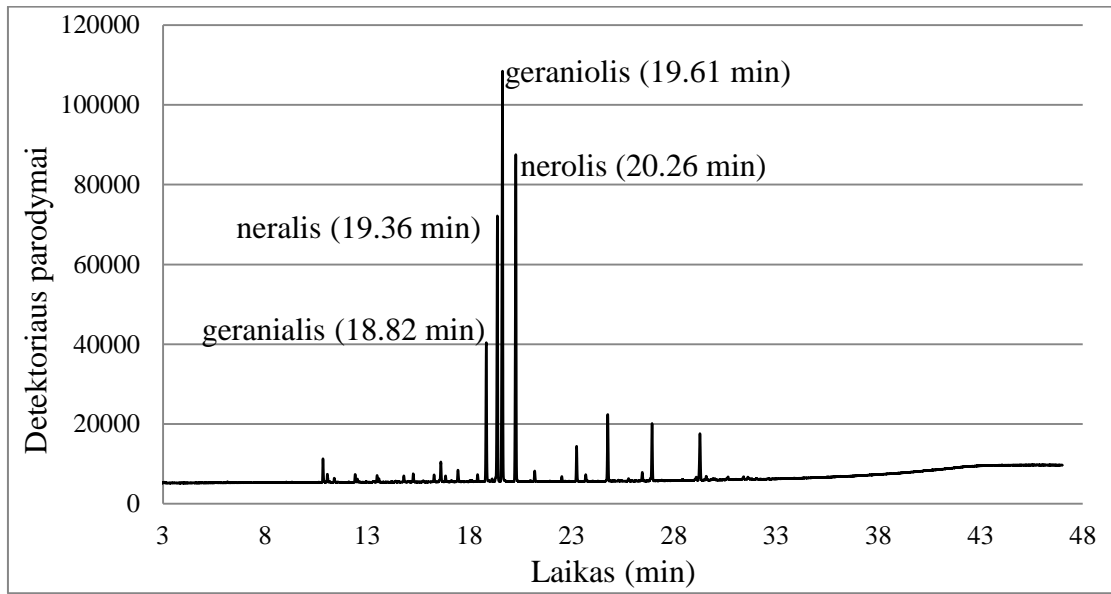
Iš kiekvienos augavietės *T. pulegioides* žaliavos išskirti eteriniai aliejai buvo surenkami į atskirus 2 ml talpos buteliukus (viso 131 buteliukas) ir laikomi tolimesniems tyrimams šaldiklyje.

Eterinių aliejų kokybinė analizė buvo atlikta dujų chromatografu FOCUS GC (Thermo Scientific) su liepsnos jonizaciniu detektoriumi (FID), naudojant kapiliarinę kolonėlę TR- 5 (30 m× 0,25 mm × 0,25 μm) ir dujų chromatografu GC-2010 Plus su masių spektrometru GC-QP 2010 Plus (Shimadzu), naudojant silicio kolonėlę Restek (30 m ×0,25 mm × 0,25 μm). Dujos nešėjos – helis, kurių tekėjimo greitis 1,6 ml/min. Naudota sekanti temperatūrinė programa (termostate): pradinė temperatūra 40 °C (2 min išlaikymas), temperatūros kitimo greitis 4 °C/min, galutinė temperatūra 250 °C (5 min išlaikymas). Injektoriaus ir detektoriaus temperatūra – 250 °C. Tyrimui naudoti 1 % eterinio aliejaus tirpalai, organinių tirpiklių (dietiloeterio ir n-pentano) mišinyje (1:1).

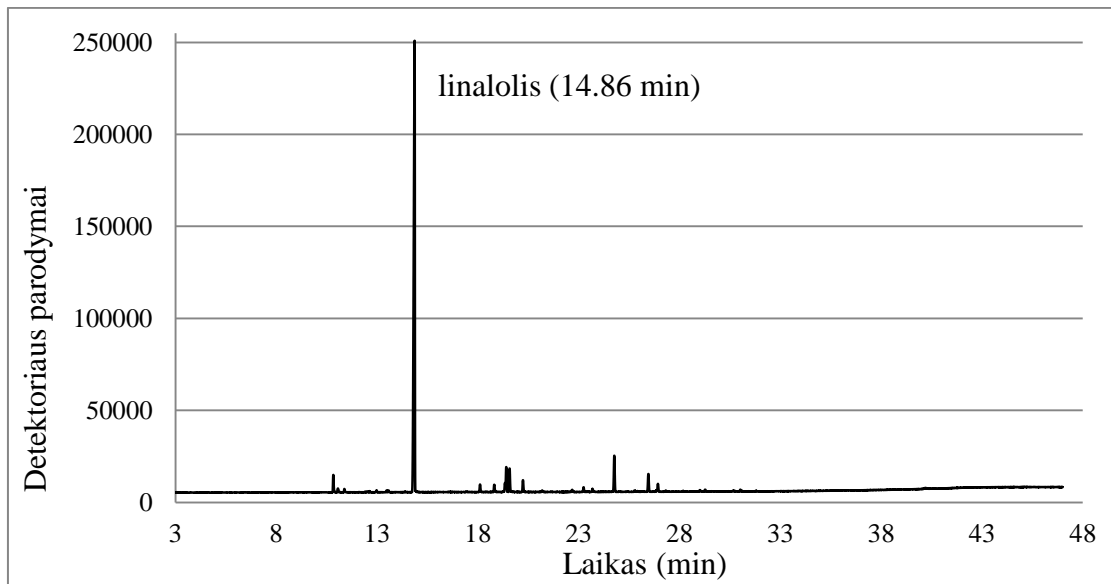
Junginių identifikavimui eteriniuose aliejuose buvo naudoti laboratorijoje sukaupti analitiniai standartai ir masių spektrometrų bibliotekos duomenys (NBS75K) (ADAMS, 2007). Junginių identifikavimui taip pat buvo naudojamas jų smailių Kovačo sulaikymo indeksų lyginimas su literatūros duomenimis. Kovačo sulaikymo indeksai buvo nustatomi, lyginant *n*-alkanų (C<sub>7</sub>–C<sub>30</sub>) mišinį, naudojant tiesinį interpoliavimą. Junginių procentiniai kiekiai eteriniuose aliejuose paskaičiuoti pagal jų smailių plotus, visus eterinių aliejų komponentų kiekius prilyginant 100%.



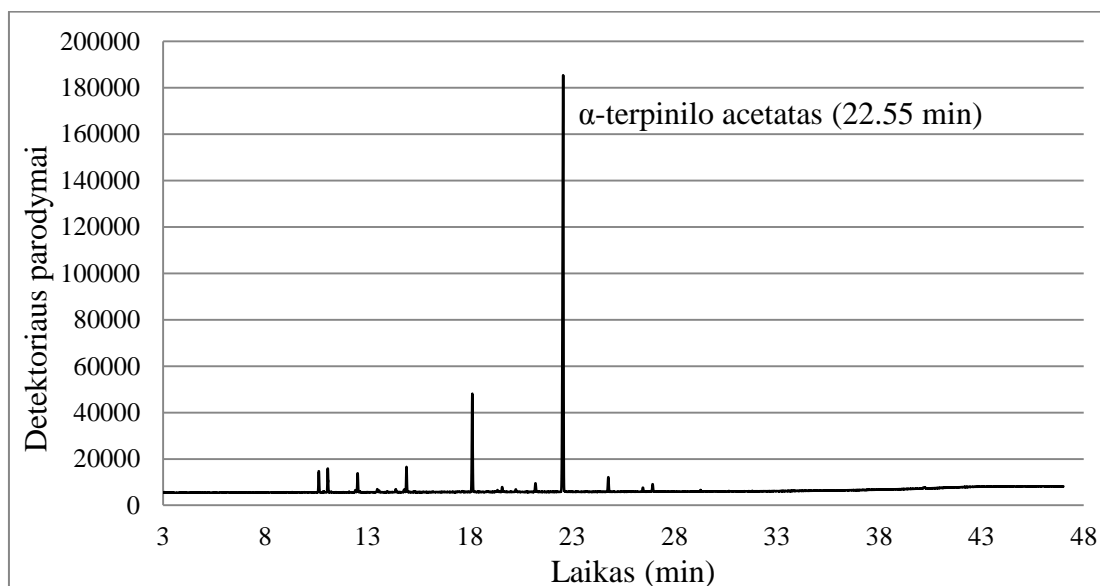
A



B



C



D

3 pav. Skirtingų *T. pulegioides* chemotipų chromatogramos: karvakolio chemotipo (A), geraniolio (B), linalolio (C),  $\alpha$ -terpinilo acetato (D).

#### 2.4. Dirvožemio mėginių analizė

Prieš tyrimą dirvožemio mėginiai buvo išdžiovinami kambario temperatūroje ir nusijojami per 2 mm skersmens sietelį. Humuso kiekis dirvožemyje buvo nustatomas oksidacijos metodu, naudojant kalio bichromato ir sieros rūgšties tirpalą. Humuso kiekio nustatymas atliktas Vilniaus kolegijos Agrotechnologijų fakultete. Judriojo kalio ( $K_2O$ ) kiekis nustatytas liepsnos fotometriniu metodu, išekstrahavus tirpaus kalio kiekį 0,2 M HCl tirpalu. Judriojo fosforo kiekis ( $P_2O_5$ ) nustatytas fotometriniu metodu, išekstrahavus tirpius fosfatus 0,2 M druskos rūgšties tirpalu. pH nustatytas elektrometriniu metodu. Šie tyrimai atlikti Lietuvos agrarinių ir miškų mokslo centro agrocheminių tyrimų laboratorijoje.

Dirvožemio elementų (Al, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Co, S, Si, Ti, Zn, Cl) kiekiai buvo nustatyti rentgeno fluorescensiniu metodu (EDXRF equipment SPECTRO SCEPOS). Prieš atliekant mikroelementų analizę tiriamasis mėginys buvo padalijamas į dvi dalis, kurios buvo atskirai susmulkinamos malūnu MM 400 mill, naudojant cirkonio oksido rutuliukus ir



šie du mėginiai buvo analizuojami atskirai. Malimo laikas 10 min, o dažnis 27 Hz. Sumalus dirvožemio mėginį, buvo pasveriami po 2 g ir, sumaišius su 0,45 g Licowax, homogenizuojama. Iš homogenizuotų mėginių gaminamos 20 mm skermens granulės, kurios analizuojamos. Po analizės skaičiavimui buvo naudojamos kalibracinės kreivės (software X-LabProversija 4.5).

## **2.5. Meteorologinių faktorių analizė**

Tyrime buvo analizuoti šie meteorologiniai faktoriai: temperatūra (°C), kritulių kiekis (mm), saulės spindėjimo valandos (h) ir fotosintetiškai aktyvi saulės spinduliuotė (FAR) (MJ/m<sup>2</sup> 2006–2016 metų laikotarpyje balandžio–liepos mėnesiais (nuo keturbriaunio čiobrelis vegetacijos pradžios iki butonizacijos pabaigos). Informacija apie šiuos faktorius buvo gauta iš Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos. Fotosintetiškai aktyvi saulės spinduliuotė apskaičiuota bendrosios saulės spinduliuotės kiekį dauginant iš koeficiento 0,52 (BUKANTIS, 1994 a). Analizuojama ir šių faktorių suma vegetacijos laikotarpiu (balandžio–liepos mėnesiais). Meteorologiniai faktoriai buvo analizuoti 19-oje meteorologinių stočių: Biržų, Dotnuvos, Dūkšto, Kauno, Klaipėdos, Kybartų, Laukuvos, Lazdijų, Nidos, Panevėžio, Raseinių, Šiaulių, Šilutės, Telšių, Ukmergės, Utenos, Varėnos, Vilniaus ir Mažeikių. Kadangi Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba galėjo pateikti minėto laikotarpio reikiamus duomenis ne iš visų 19-os meteorologinių stočių, pilna informacija apie temperatūrą ir kritulių kiekį nepateikta iš Mažeikių meteorologinės stoties (temperatūra čia stebėta 2012–2016 metais, o kritulių kiekis 2006 m. ir 2012–2016 m.), saulės spindėjimo trukmė neanalizuota Laukuvos, Panevėžio, Raseinių, Ukmergės ir Mažeikių meteorologinėse stotyse, FAR tirta tik Biržų (nuo 2008 m.), Kauno, Nidos (nuo 2011m.), Šiaulių (nuo 2008 m.), Šilutės, Vilniaus (nuo 2013 m.) ir Mažeikių meteorologinėse stotyse.

Aukštaitijos klimatiniam parajoniui priskiriamos Dūkšto, Utenos ir Vilniaus meteorologinės stotys, Dzūkijos klimatiniam parajoniui – Varėnos meteorologinė stotis, Mūšos-Nevežio klimatiniam parajoniui – Biržų,

Dotnuvos, Šiaulių, Panevėžio, Raseinių ir Ukmergės meteorologinės stotys, Nemuno žemumos klimatiniam parajoniui – Kauno ir Kybartų meteorologinės stotys, Sūduvos klimatiniam parajoniui – Lazdijų meteorologinė stotis, Ventos klimatiniam parajoniui – Mažeikių meteorologinė stotis, Žemaičių klimatiniam parajoniui – Telšių ir Laukuvos meteorologinės stotys, Pajūrio žemumos klimatiniam parajoniui – Šilutės meteorologinė stotis, Pajūrio klimatiniam parajoniui – Klaipėdos meteorologinė stotis, Kuršių Nerijos klimatiniam parajoniui – Nidos meteorologinė stotis. Jeigu klimatiniam parajoniui priklauso kelios meteorologinės stotys, tuomet buvo skaičiuojami minėtų meteorologinių faktorių vidurkiai: buvo apskaičiuoti temperatūros, kritulių kiekio, saulės spindėjimo trukmės bei FAR balandžio, gegužės, birželio ir liepos mėnesių vidurkiai (2006–2016 metų laikotarpiu) ir šie duomenys naudoti tolimesnei statistinei analizei.

## 2.6. Stacionarūs lauko bandymai

2008–2013 metais Gamtos tyrimų centro Botanikos instituto lauko bandymo stotyje buvo auginami *T. pulegioides* trijų skirtingų chemotipų (geraniolio, karvakrolio ir linalolio) individai. Šie individai buvo auginami vienodomis sąlygomis atvirame grunte (priemolis, pH 5,4, judrusis fosforas 203 mg/kg, judrusis kalis 214 mg/kg, humusas 2,2 %) nelaistomi ir netrešiami. Visus šešis metus buvo atliekamas visų 3-jų pavyzdžių kasmetinis eterinio aliejaus kiekybinės ir kokybinės sudėties patikrinimas. Tam tikslui kasmet (birželio mėn. pabaigoje – liepos mėn. pradžioje, augalų pilno žydėjimo metu) buvo nupjaunama kiekvieno pavyzdžio (laukelio) antžeminė augalų dalis ir išdžiovinama kambario temperatūroje. 2013 metais iš natūralių augaviečių į Gamtos tyrimų centro Botanikos instituto lauko bandymų stotį (Mažieji Gulbinai) buvo perkelta dar 8 *T. pulegioides* individai: 4 iš jų priklausė fenoliniams, 2– geraniolio ir po vieną linalolio ir  $\alpha$ -terpinilo acetato chemotipams. Kiekvienas individas buvo padaugintas vegetatyviai atskiruose 1 m<sup>2</sup> dydžio laukeliuose. Šie individai buvo auginti tomis pačiomis sąlygomis, kaip ir prieš tai aprašyti trys *T. pulegioides* individai. Keturis metus (tyrimo

laikotarpis 2014–2017 m.) buvo atliekamas visų 8-ių pavyzdžių kasmetinis eterinio aliejaus kiekybinės ir kokybinės sudėties patikrinimas. Žaliava renkama ir džiovinama taip pat, kaip ir prieš tai aprašytų trijų individų. Žaliavos paruošimas hidrodistiliacijai, hidrodisltiliacija, eterinio aliejaus kiekio apskaičiavimas ir cheminių junginių identifikavimas buvo vykdomas taip pat, kaip aprašyta 2.2. skyrelyje. Tiriant meteorologinių faktorių: temperatūros (°C), kritulių kiekio (mm), saulės spindėjimo valandų (h) ir fotosintetiškai aktyvios saulės spinduliuotės (FAR) įtaką eterinių aliejų kiekybinei ir kokybinei sudėčiai (lauko bandymo stotyje augintiems *T. pulegioides* individams) buvo naudoti Vilniaus meteorologinės stoties duomenys 2008–2017 metų laikotarpiu.

### 2.7. Alelopatinių savybių tyrimai

Norint įvertinti *T. pulegioides* autoalelopatinį poveikį, buvo tiriamas trijų skirtingų chemotipų (geraniolio, karvakrolio ir  $\alpha$ -terpenilo acetato) eterinių aliejų ir jų pagrindinių junginių (geraniolio, karvakrolio ir  $\alpha$ -terpenilo acetato) poveikis *T. pulegioides* sėklų daigumui ir šaknelių vystymuisi per orą ir vandenį. Palyginimui taip pat buvo nustatomas minėtų eterinių aliejų ir jų pagrindinių junginių poveikis šių augalų-akceptorių sėklų daigumui ir šaknelių vystymuisi: vienaskilčių klasės atstovų – pievinės miglės (*Poa pratensis* L.) ir pašarinio motiejuko (*Phleum pratense* L.), dviskilčių klasės atstovų – raudonojo dobilo (*Trifolium pratense* L.) ir paprastosios jonažolės (*Hypericum perforatum* L.). Eterinių aliejų autoalelopatiniam ir alelopatiniam poveikiui įvertinti buvo naudojami eteriniai aliejai, išskirti iš Gamtos tyrimo centro Botanikos instituto lauko bandymų stotyje auginamų *T. pulegioides* augalų; pagrindinių junginių – geraniolio, karvakrolio ir  $\alpha$ -terpenilo acetato – autoalelopatiniam ir alelopatiniam poveikiui įvertinti buvo naudojamųjų analitiniai standartai. *T. pulegioides* sėklos tyrimams buvo surinktos nuo augalų, auginamų Gamtos tyrimo centro Botanikos instituto lauko bandymų stotyje, o kitų augalų sėklos pirktos iš UAB Agrofirma „Sėklos“. Visų augalų kontroliniai daigumo bandymai buvo atliekami su distiliuotu vandeniu. Tiriant

eterinių aliejų ir jų pagrindinių komponentų analitinių standartų poveikį per orą, filtrinis popierius buvo dedamas į Petri lėkšlelę ir sudrėkinamas 15 ml distiliuoto vandens, o lėkštelės centre dedama aliuminio folijos takpyklėlė su 3 µL gryno eterinio aliejaus ar analitinio standarto. Tiriant eterinių aliejų ir jų pagrindinių komponentų analitinių standartų poveikį per vandenį, filtrinis popierius buvo sudrėkinamas 3 µL eteriniu aliejumi ar analitiniu standartu ištirpintu 1 % Tween 20 tirpale. Vykdamas kontrolę filtrinis popierius buvo sudrėkinamas 15 ml distiliuoto vandens. Ant sudrėkinto filtrinio popieriaus paskleidžiama 100 sėklų, Petri lėkštelė uždengiama ir užklijuojama lipnia juostele. Kiekvieno sėjimo buvo daromi 3 pakartojimai. Sėklos buvo daiginamos kambario temperatūroje gegužės mėnesį. Kiekvieną dieną buvo suskaičiuojamas sudygusių sėklų skaičius. Eksperimentas buvo tęsiamas tol, kol sėklos nebedygo.

Po eksperimento sėklų daigumas (GP) buvo įvertinamas procentais. Vidutinis dienos daigumas (MDG) buvo apskaičiuojamas pagal formulę  $MGD = GP/d$ , kur GP – sudygusių sėklų kiekis procentais, d – eksperimento dienų skaičius. Sėklų dygimo indeksas (GI) buvo apskaičiuotas pagal formulę  $GI = \Sigma G_t / T_t$ , kur  $G_t$  – sudygusių sėklų skaičius dieną t,  $T_t$  – dienų skaičius nuo eksperimento pradžios. Pasibaigus eksperimentui kiekvienoje Petri lėkštelėje buvo atsitiktinai įvertintas ir 10-ies šaknelių ilgis (mm).

## 2.8. Duomenų statistinė analizė

*T. pulegioides* eterinių aliejų cheminiams junginiams, kurių kiekis bent vienoje augavietėje viršijo 4% ir eterinio aliejaus kiekiui buvo apskaičiuoti vidurkiai, standartiniai nuokrypiai, variacijos koeficientai, nustatytos minimalios ir maksimalios reikšmės. Šie statistiniai parametrai analizuojant *T. pulegioides* eterinių aliejų kiekybinę ir kokybinę sudėtį buvo apskaičiuoti visai Lietuvos teritorijai ir kiekvienam klimatiniam parajoniui atskirai. Minėti statistiniai parametrai buvo apskaičiuoti ir analizuojant klimatinius faktorius: temperatūrą, kritulių kiekį, saulės spindėjimo trukmę bei FAR klimatiniuose parajoniuose per 2006–2016 metų laikotarpį. Vertinant variaciją, variacijos

koeficientai buvo interpretuoti taip: jei variacijos koeficientas  $< 10\%$  – variacija nedidelė, jei nuo 10 iki 20 % – variacija vidutinė, jei  $> 20\%$  – variacija didelė (ŽENAUSKAS ir SONGAILIENĖ, 1989).

Grupuojant *T. pulegioides* augavietes pagal chemotipą lemiančius junginius (karvakrolį, timolį, p-cimena,  $\gamma$ -terpinena, karvakrolio metilo eterį, timolio metilo eterį, geraniolį, geranialį, nerolį, neralį, linalolį bei  $\alpha$ -terpinilo acetatą) buvo atlikta klasterinė analizė Wardo metodu, naudotas Euklido atstumų matas. Gautuose augaviečių klasteriuose buvo apskaičiuotos minėtų cheminių junginių, humuso, dirvožemio pH, judriojo fosforo, judriojo kalio bei 15 dirvožemio elementų (Al, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Co, S, Si, Ti, Zn, Cl) vidutinės, maksimalios, minimalios reikšmės, standartiniai nuokrypiai bei variacijos koeficientai.

Tiriant dirvožemio cheminės sudėties įtaką eterinių aliejų kiekybinei ir kokybinei sudėčiai tarp *T. pulegioides* eterinio aliejaus cheminių junginių (kurių kiekis bent vienoje augavietėje buvo 1,5 % ar didesnis) kiekio ir eterinio aliejaus kiekio bei dirvožemio pH, humuso, judriojo fosforo ir judriojo kalio, dirvožemio cheminių elementų buvo apskaičiuoti Spirmeno koreliacijos koeficientai. Vertinat ryšius tarp *T. pulegioides* projekcinio padengimo ir fitocenologinės klasės bei bendrojo žolyno projekcinio padengimo taip pat buvo apskaičiuoti Spirmeno koreliacijos koeficientai. Vertinant koreliacinius ryšius koreliacijos koeficientai interpretuojami taip: jei koeficiento reikšmės yra nuo 0,9 iki 1,0 (-0,9 iki -1,0) – koreliacinis ryšys labai stiprus, jei nuo 0,7 iki 0,9 (-0,7 iki -0,9) – stiprus, nuo 0,5 iki 0,7 (-0,5 iki -0,7) – vidutinio stiprumo, nuo 0,3 iki 0,5 (nuo -0,3 iki -0,5) – silpnas, nuo 0,3 iki (-0,3) – labai silpnas arba koreliacinio ryšio nėra (ČEKANAČIUS ir MURAUSKAS, 2002).

Pasirinktas reikšmingumo lygmuo  $\alpha = 0,05$ . Toks reikšmingumo lygmuo taikomas visame darbe. Spirmeno koreliacijos koeficientai taip pat buvo skaičiuoti ir vertinant klimatinių faktorių (temperatūros, kritulių kiekio, saulės spindėjimo trukmės ir FAR) įtaką eterinių aliejų kiekybinei ir kokybinei sudėčiai *T. pulegioides* skirtingų chemotipų individuose (augintuose Gamtos

tyrimų centro lauko bandymų stotyje). Prieš skaičiuojant koreliacijos koeficientus duomenys buvo standartizuoti, pritaikius Z transformaciją.

Vertinant dirvožemio cheminės sudėties įtaką eterinio aliejaus ir pagrindinių chemotipą lemiančių junginių kiekiams buvo atlikta pagrindinių komponentių analizė (PCA). Nagrinėtos dvi komponentės. Prieš taikant PCA buvo patikrintas duomenų normalumas ir duomenys buvo standartizuojami pritaikius Z transformaciją.

Tiriant meteorologinių faktorių įtaką eterinio aliejaus ir chemotipą lemiančių junginių kiekiams buvo atlikta paprastoji tiesinė regresija. Regresija buvo taikoma tik tuo atveju, jeigu tarp kintamųjų buvo bent vidutinio stiprumo statistiškai patikimas koreliacinis ryšys ir regresijos koeficientas  $R^2 \geq 0,25$ .

Norint įvertinti, kaip Lietuvos klimatiniai parajoniai skyrėsi pagal tirtuosius klimatinius faktorius, bei kaip skirtingų klimatinų parajonių *T. pulegioides* populiacijos skyrėsi pagal eterinio aliejaus ir cheminių junginių kiekius sukaupiamus individuose, buvo atlikta vienfaktorinė dispersinė analizė (One-way ANOVA). Skirtumams įvertinti buvo naudotas Tjukio post-hoc kriterijus. Tas pats kriterijus buvo taikytas visame darbe. Vienfaktorinė dispersinė analizė taip pat buvo atlikta norint įvertinti, ar išskirtieji klasteriai statistiškai patikimai skyrėsi pagal *T. pulegioides* chemotipus lemiančius junginius ir dirvožemio cheminę sudėtį bei pH. Prieš atliekant vienfaktorinę dispersinę analizę buvo patikrintas duomenų normalumas.

Norint išsiaiškinti, ar temperatūra ir krituliai daro įtaką chemotipus lemiančių junginių kiekiui buvo atliktas dalinis Mantel testas. Į šį testą saulės spindėjimo trukmė ir fotosintetiškai aktyvi saulės spinduliuotė nebuvo įtraukti kadangi jų reikšmės nebuvo žinomos visuose Lietuvos klimatinuose parajoniuose. Kadangi buvo atsižvelgiama į augavietes geografines koordinatas buvo atliekamas dalinis Mantel testas. Buvo žiūrima, ar chemotipus lemiančių junginių matricos yra suderinamos su meteorologinių faktorių matrica. Cheminių junginių ir geografinių koordinačių matricoms naudotas Euklido atstumų matas, o – meteorologinių faktorių matricai – Mahalanabio. Taikant dalinį Mantel testą pasirinktas reikšmingumo lygmuo  $\alpha$

= 0,05. Apie matricų suderinamumą sprendžiama pagal Mantel testo R reikšmę. Kuo didesnė R reikšmė, tuo geresnis matricų suderinamumas.

Norint įvertinti, kurie klimatiniai parajoniai statistiškai patikimai skyrėsi pagal visus *T. pulegioides* chemotipus lemiančius junginius, buvo atlikta Permanova analizė. Naudotas Euklido atstumų matas.

Norint įvertinti, ar *T. pulegioides* ir kitų augalų rūšių sėklų daigumą, *T. pulegioides* skirtingų chemotipų eteriniai aliejai ir analitiniai standartai veikė skirtingai, buvo atliktas Kruskal-Wallis testas. Siekiant įvertinti *T. pulegioides* skirtingų chemotipų eterinių aliejų ir atitinkamų analitinių standartų poveikį, tirtų augalų rūšių šaknelių vystymuisi buvo atlikta vienfaktorinė dispersinė analizė.

Norint išsiaiškinti, kokią chemotipus lemiančių junginių paplitimo dalį galima paaiškinti tirtaisiais aplinkos faktoriais (edafiniai ir klimatiniai veiksniai) bei kas turėjo didesnę įtaką minėtų cheminių junginių paplitimui (edafiniai ar klimatiniai veiksniai), buvo atlikta perteklinė analizė (*redundancy analysis*). Į šią analizę buvo įtraukti tik tie *T. pulegioides* chemotipus lemiantys junginiai, kurie patikimai koreliavo su tirtais veiksniais arba Mantel testas parodė, kad turi įtakos šių junginių plitimui. Į šią analizę saulės spindėjimo trukmė ir fotosintetiškai aktyvi saulės spinduliuotė nebuvo įtraukti, kadangi jų reikšmės nebuvo žinomos visuose Lietuvos klimatinuose parajonuose. Kintamųjų skirstiniai, kurie buvo nukrypę nuo normalaus pasiskirstymo, buvo logaritmuoti.

Statistinė analizė atlikta STATISTICA<sup>®</sup> programa 7 versija ir Microsoft Exel 2007 programa. Dalinis Mantel testas ir Permanova analizė atlikti PAST programa 3.16 versija. RDA analizė atlikta BRODGAR programa 2.7.5 versija.

### 3. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

#### 3.1. *Thymus pulegioides* augaviečių bendrijos

Keturbriaunis čiobrelis gana dažnas visoje Lietuvos teritorijoje ir gali augti sausose pievose, ganyklose, šlaituose, kalvose, dirvonuose, užliejamose pievose, šalia kelių bei geležinkelių (LEKAVIČIUS, 1976). Ši rūšis yra viena iš *Nardetea strictae* Rivas Goday et Borja Carbonell 1961 bendrijos charakteringų rūšių; kitose bendrijose keturbriaunis čiobrelis dažniausiai būna kaip lydinti rūšis (BALEVIČIENĖ ir kt., 1998). Iširtos 131 *T. pulegioides* augavietės buvo priskirtos 4-ių fitocenologinių klasių bendrijoms: *Molinio-Arrhenatheretea elatioris* R. Tx. 1937, *Festuco-Brometea erecti* Br.-Bl. et R. Tx. 1943, *Trifolio-Geranietea sanguinei* Th. Müller 1961 ir *Koelerio-Corynephoretea canescentis* Klika et Novak 1941. Dvi *T. pulegioides* augavietės buvo aprašytos antropogenuose bendrijose, o viena – ekotoninėje bendrijoje, kur dominavo *Equisetum palustris* (1 priedo lentelė).

*T. pulegioides* projekcinis padengimas tirtose bendrijose svyravo nuo + iki 3, vertinant pagal Braun–Blanquet (1964) skalę (1 priedo lentelė). Daugiau kaip pusėje (58,8 %) augaviečių keturbriaunio čiobrelio padengimas buvo įvertintas + (šiose augavietėse šios rūšies padengimas buvo mažesnis nei 5 % bendrojo augavietės ploto, o individų buvo mažai). *T. pulegioides* padengimas 1 buvo nustatytas 33-iose augavietėse, kas sudarė ketvirtadalį visų tirtų augaviečių (šiose augavietėse arba keturbriaunio čiobrelio individų buvo daug ir padengė mažiau kaip 5 % tiriamosios augavietės, arba buvo keli individai, kurie padengė iki 5 % augavietės). Trylikoje augaviečių *T. pulegioides* padengimas buvo įvertintas 2 balais (šiose augavietėse keturbriaunio čiobrelio padengimas buvo nuo 5 % iki 25 %). Tik 8-iose augavietėse *T. pulegioides* padengimas buvo įvertintas 3 balais; jose keturbriaunis čiobrelis padengė nuo 25 % iki 50 % tiriamosios augavietės. Bendras žolyno projekcinis padengimas tirtose augavietėse svyravo nuo 60 % iki 100 %. Daugumoje (trijuose ketvirtadaliuose) tirtų *T. pulegioides* augaviečių žolyno projekcinis padengimas svyravo nuo 80 % iki 95 %. Septyniolikoje tirtų augaviečių projekcinis padengimas siekė 98 %, o vienoje augavietėje net 100 %. Trylikoje augaviečių



žolyno projekcinis padengimas buvo nedidelis ir siekė 60–75 % (1 priedo lentelė). Buvo nustatyta, kad tarp keturbriaunio čiobrelio projekcinio padengimo ir augavietės bendrojo žolyno projekcinio padengimo yra statistiškai patikimas neigiamas koreliacinis ryšys ( $r = -0,24$ ,  $p < 0,05$ ), t.y. augavietėse, kuriose buvo didesnis žolyno projekcinis padengimas, keturbriaunio čiobrelio projekcinis padengimas buvo mažesnis. *T. pulegioides* yra pionierinė rūšis ir pasižymi nedidele tarprūšine konkurencija (LEKAVIČIUS, 1976; LOŽIENĖ & VAIČIŪNIENĖ, 1999). Todėl ten, kur įsigali kitos stipresnėmis konkurencinėmis savybėmis pasižyminčios augalų rūšys, keturbriaunis čiobrelis patiria stiprią konkurenciją, ko pasekoje gali sumažėti jo projekcinis padengimas augavietėje .

Daugiau nei pusė keturbriaunio čiobrelio augaviečių buvo įsikūrusios šlaituose, iš kurių dauguma (daugiau nei du trečdaliai šlaituose buvusių augaviečių) buvo pietinės, pietrytinės ar pietvakarinės ekspozicijos su skirtingais nuolydžiais. Tik dvi augavietės buvo įsikūrusios šiaurinės, keturios – rytinės, devynios – vakarinės, penkios – šiaurrytinės, trys – šiaurvakarinės ekspozicijos šlaituose. Gausų keturbriaunio čiobrelio paplitimą pietinės ekspozicijos šlaituose galima būtų susieti su tuo, kad tai yra šilumamėgė ir šviesiamėgė rūšis (LEKAVIČIUS, 1976).

Daugiau kaip pusė tirtų *T. pulegioides* augaviečių buvo priskirtos *Molinio-Arrhenatheretea elatioris* , o šiek tiek daugiau nei ketvirtadalis – *Festuco-Brometea erecti* fitocenologinei klasei. Tik nedidelė augaviečių dalis buvo priskirta *Trifolio-Geranietea sanguinei* ir *Koelerio-Corynephoretea canescentis* fitocenologinėms klasėms (4 pav.). *Molinio-Arrhenatheretea elatioris* bendrijos yra pusiau natūralios, gana trąšios (jose randami pakankami humuso, kalio bei fosforo kiekiai), ūkiniu požiūriu vertingos (žolyno projekcinis padengimas paprastai būna 85–100 %) ir smarkiai paveiktos žmogaus ūkinės veiklos, kadangi yra šienaujamos ir ganomos, dažnai tręšiamos (BALEVIČIENĖ ir kt., 1998). *T. pulegioides* projekcinis padengimas daugumoje šiai klasei priskirtų *T. pulegioides* augaviečių buvo įvertintas pliusu (+). Nors *T. pulegioides* dažnai yra nukonkuruojama kitų augalų rūšių, tačiau

*Molinio-Arrhenatheretea elatioris* klasės bendrijose ši *Thymus* genties rūšis išgyvena, nes dėl šienavimo ir ganymo gauna pakankamą kiekį saulės šviesos. Šienaujant *T. pulegioides* dažniausiai yra nupjaunama nedaug, o dėl kaupiamų terpenų gyvuliai šios rūšies dažniausiai neėda (LINHART & THOMPSON, 1999). Daugiau nei pusėje augaviečių, priskirtų *Festuco-Brometea erecti* klasei, keturbriaunio čiobrelio projekcinis padengimas buvo nuo 1 iki 3 (4 pav.). Šiai fitocenologinei klasei priklauso sausų ir šiltų augaviečių bendrijos, kuriose sutinkamos kserofilinės ir mezokserofilinės rūšys; dirvožemis čia yra labiau džiovinamas, o humuso, kalio bei fosforo kiekiai paprastai mažesni, nei *Molinio-Arrhenatheretea elatioris* klasės bendrijose; žolyno projekcinis padengimas paprastai svyruoja nuo 40 iki 85 % (BALEVIČIENĖ ir kt., 1998).

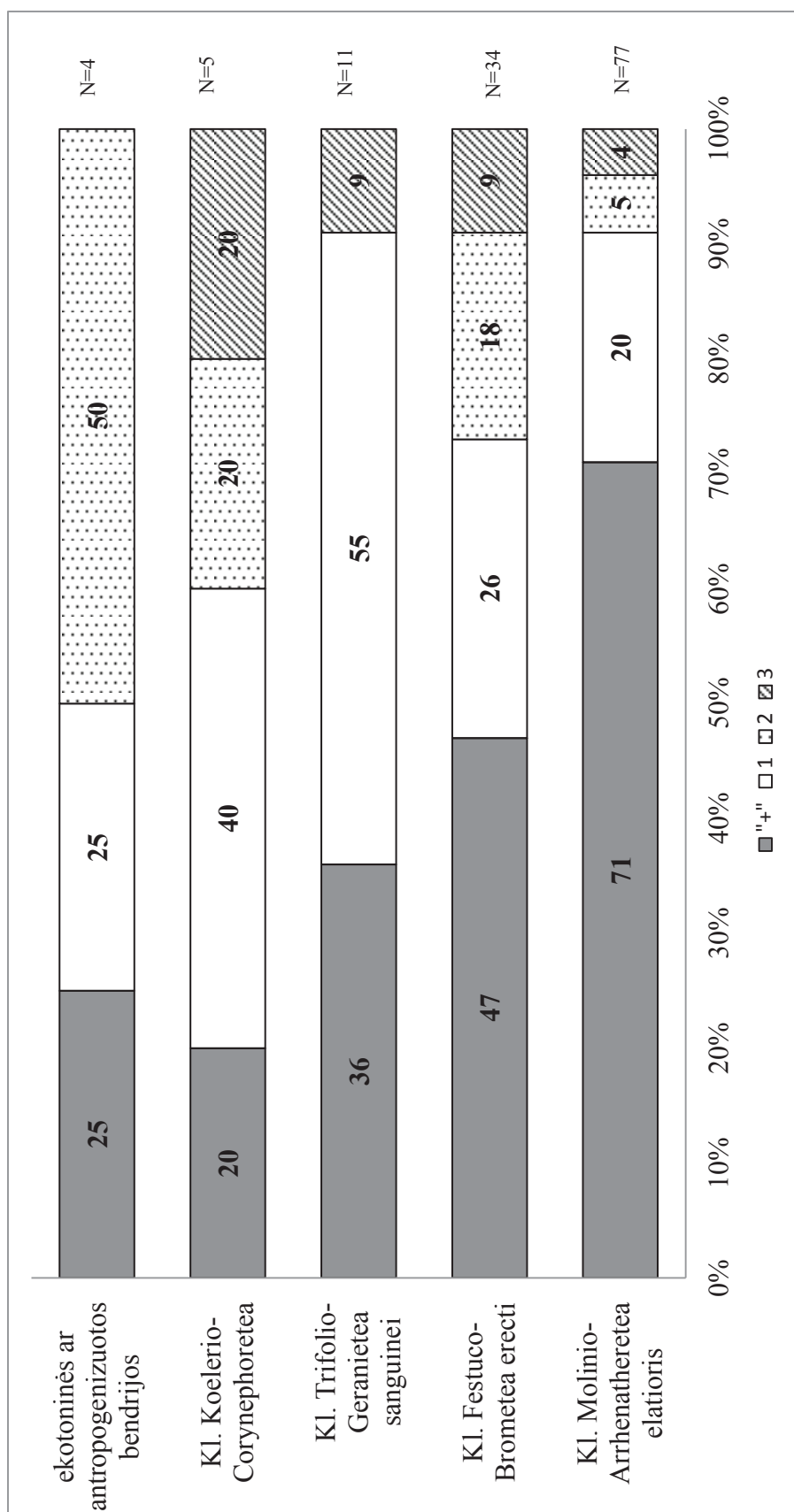
*Koelerio-Corynephoretea canescentis* klasės bendrijose *T. pulegioides* projekcinis padengimas tik vienoje iš penkių tirtų augaviečių buvo įvertintas pliusu (+) (4 pav.). Šios klasės bendrijos yra kserofilinės, šviesiamėgės, jose auga psamofitai ir kserofitai; dirvožemiuose čia dažniausiai trūksta humuso ir mineralinių medžiagų; žolyno projekcinis padengimas gali svyruoti nuo 30 iki 90 % (BALEVIČIENĖ, 1991). Šių dviejų – *Festuco-Brometea erecti* ir *Koelerio-Corynephoretea canescentis*– klasių kserofilinėse bendrijose buvo nustatyta didžiausia *T. pulegioides* augaviečių dalis, kuriuose keturbriaunio čiobrelio projekcinis padengimas buvo 2 arba 3 (4 pav.). Tai galima būtų susieti su tuo, kad šių klasių bendrijose dirvožemiai yra gana sausi, o žolyno projekcinis padengimas nedidelis. Todėl čia *T. pulegioides* gausiau paplitęs dėl patiriamos mažesnės konkurencijos ir jam tinkamų augimo sąlygų. Literatūros duomenimis *Thymus* genties augalai dominuoja sausose vietose (GOUYON et al., 1986; MÁRTONFI, 1992; THOMPSON et al., 1998; AMIOT et al., 2005).

*Trifolio-Geranietea sanguinei* klasės bendrijos yra šviesiamėgės ir šilumamėgės, ekotoninės (dažnai susiformuojančios pievų ir miškų ribose), su 60–80 % žolyno projekciniu padengimu, lengvos mechaninės sudėties dirvožemiu su pakankamu humuso kiekiu (BALEVIČIENĖ ir kt., 1998), tačiau tik 9-iose % šiai augalijos klasei priklausiusių *T. pulegioides* augaviečių *T. pulegioides* individų buvo daug ir/arba jie padengė daugiau nei 5 % tiriamosios

augavietės (t. y., *T. pulegioides* projekcinis padengimas buvo 2 ir didesnis) (4 pav.). Nors dauguma augimo sąlygų šiose bendrijose yra palankios *T. pulegioides* augalams, tačiau ne itin didelis *T. pulegioides* gausumas šiose augavietėse galėjo būti susijęs su patiriama nemenka tarprūšine konkurencija, buvo nustatytas statistiškai patikimas koreliacinis ryšys tarp *T. pulegioides* padengimo augavietėse ir fitocenologinės klasės, kuriai buvo priskirtos tirtosios augavietės ( $r = 0,33$ ,  $p < 0,05$ ): *T. pulegioides* projekcinio padengimo augavietėje seka  $+>1>2>3$  atitinka šią fitocenologinių klasių seką *Molinio-Arrhenatheretea elatioris* > *Trifolio-Geranietea sanguinei* > *Festuco-Brometea erecti* > *Koelerio-Corynepherea canescentis*. Tai reiškia, jog yra didesnė tikimybė, kad *Molinio-Arrhenatheretea elatioris* klasės bendrijose *T. pulegioides* projekcinis padengimas dažniau bus mažesnis, nei *Koelerio-Corynepherea canescentis* klasės bendrijose.

*T. pulegioides* gali augti įvairiaus rūgštingumo ir įvairios cheminės sudėties dirvožemiuose bei įvairiose augalų bendrijose. Dėl silpnesnių konkurencinių savybių dažnai šios rūšies projekcinis padengimas būna didesnis ten, kur žolyno projekcinis padengimas nedidelis.

Statistiškai patikimų koreliacinių ryšių tarp fitocenologinės klasės ir pagrindinių chemotipus lemiančių junginių (karvakrolio, timolio, geraniolio linalolio ir  $\alpha$ -terpinilo acetato) nebuvo nustatyta. Tai reiškia, kad tirtieji *T. pulegioides* chemotipai gali būti paplitę įvairiose augalų bendrijose.



4 pav. *Thymus pulegioides* projekcinio padengimo procentinis pasiskirstymas skirtingose fitocenozėse. + ir skaičiais 1, 2 ir 3 žymimas keturbriaunio čiobrelio projekcinis padengimas.

### **3.2. *Thymus pulegioides* eterinių aliejų kiekybinės ir kokybinės sudėties įvairavimas tarp skirtingų augaviečių**

*Thymus pulegioides* augavietės buvo aptiktos 9-iuose (iš 10-ies) Lietuvos klimatinių parajonių: Kuršių Nerijos klimatiname parajonyje ši rūšis aptikta nebuvo. Ištyrus 131 augavietę nustatyta, kad jose *T. pulegioides* vidutiniškai sukaupia  $0,61 \pm 0,21$  % eterinio aliejaus, didžiausiais eterinio aliejaus kiekis buvo 1,32 % augavietėje nr.121 (Bardėnuose), esančioje Nemuno žemumos klimatiname parajonyje, o mažiausias – 0,20 % augavietėje nr. 45 (Kruopiuose), esančioje Mūšos-Nevežio klimatiname parajonyje. Remiantis literatūros duomenimis Lietuvoje augantys *T. pulegioides* augalai gali sukaupti nuo 0,33 iki 1,21 % eterinio aliejaus (RADUŠIENĖ & JANULIS, 2004). Eterinio aliejaus kiekio skirtumus gali įtakoti ne tik genetinės ypatybės, bet ir įvairūs aplinkos veiksniai, tokie kaip klimatinės sąlygos: temperatūra, kritulių kiekis, apšviestumas, dirvožemio cheminė sudėtis (FARHAT et al., 2016). *T. pulegioides* paplitęs beveik visoje Europoje, gali augti skirtingose sąlygose, todėl šios rūšies augaluose eterinio aliejaus kiekis, priklausomai nuo augavietės, labai varijuoja ir gali skirtis dvigubai ir daugiau. Pavyzdžiui, Rumunijoje, priklausomai nuo augavietės, *T. pulegioides* eterinio aliejaus kiekis svyravo nuo 0,7 iki 1,1 % (PAVEL et al., 2010), Kroatijoje – nuo 0,60 iki 1,31 % (RADONIC & MASTELIC, 2008), Portugalijoje vidutinis eterinio aliejaus kiekis 1,8 % (PINTO et al., 2006), Kosove – 1,58 % (IBRAHIMI et al., 2014).

Atlikus eterinių aliejų cheminės sudėties analizę buvo identifikuoti 55 junginiai. Literatūroje nurodoma, kad *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose buvo identifikuota nuo 26 iki 86 skirtingų cheminių junginių (LOŽIENĖ et al., 2002; MOCKUTĖ & BERNOTIENĖ, 2005; RADONIC & MASTELIC, 2008; DE MARTINO et al., 2009). Tyrimų metu buvo nustatyta, kad didžiausią *T. pulegioides* eterinių aliejų dalį sudaro oksidinti monoterpentai, kuriems priskiriami: linalolis, timolis, karvakrolis, geraniolis, geranialis, nerolis, neralis, kamparas, nerolio oksidas, borneolis, terpinen-4-olis,  $\alpha$ -terpineolis, dekanalis n, timolio metilo eteris, karvakrolio metilo eteris, bornilo acetatas, metilo geranatas,

timolio acetatas, nerilo acetatas, eukaliptolis ir  $\alpha$ -terpinilo acetatas (2 priedo lentelė). Karvakrolis buvo nustatytas visų tirtų augaviečių eteriniuose aliejuose (išskyrus augavietę nr. 64 (Padubysys)), linalolis ir geraniolis buvo nustatyti daugumoje tirtų augaviečių eterinių aliejų (linalolio kiekis daugumoje tirtų augaviečių neviršijo 1 %), timolis – maždaug trijose ketvirtadaliuose tirtų augaviečių eterinių aliejų, o  $\alpha$ -terpinilo acetatas buvo nustatytas tik trečdalyje tirtų augaviečių eterinių aliejų (2 priedo lentelė). Kitą grupę cheminių junginių sudarė monoterpenų angliavandeniliai, kuriems yra priskiriami:  $\alpha$ -tujenas,  $\alpha$ -pinenas, kamfenas, mircenas,  $\alpha$ -terpinenas, p-cimenas,  $\gamma$ -terpinenas, Z- $\beta$ -ocimenas, E- $\beta$ -ocimenas, allo-ocimenas ir limonenas (2 priedo lentelė). Fenolinių junginių pirmtakai: p-cimenas ir  $\gamma$ -terpinenas buvo gausiausi šioje grupėje (vidutinis p-cimeno kiekis  $11,81 \pm 8,21$  %, o  $\gamma$ -terpineno  $16,90 \pm 8,83$  %) ir buvo nustatyti visose tirtose augavietėse. Seskviterpenų angliavandeniliams priskiriami  $\gamma$ -elemenas,  $\beta$ -bourbonenas,  $\beta$ -kariofilenas,  $\beta$ -kopenas,  $\alpha$ -humulenenas, E- $\beta$ -farnesenenas, allo-aromadendrenas,  $\gamma$ -gurjunenas, cis- $\beta$ -guaienas, bicyclogermakrenas,  $\alpha$ -muurolenas,  $\beta$ -bisabolenas (2 priedo lentelė). Mažiausiai buvo nustatyta oksidintų seskviterpenų, kuriems yra priskiriami kariofileno oksidas,  $\alpha$ -kadinolas, lanceolis Z, epi- $\alpha$ -mourololis, selina 3,11-dien-6- $\alpha$ -olis, germakra-4(15),5,10(14)-trien-1- $\alpha$ -olis (2 priedo lentelė). Buvo nustatyti keturi junginiai, kurie nepriskiriami nei monoterpenams nei seskviterpenams:  $\delta$ -amorfenas, 1-okten-3-olis ir geranyl butanoatas, okten-3-yl acetatas. Monoterpenai sudarė didesnę dalį eterinio aliejaus nei seskviterpenai. Augavietėse dažniausiai monoterpenai sudarė apie 70–85 % tirtų junginių, seskviterpenai apie 10–15 %, o junginių, kurie nepriskiriami nei monoterpenams nei seskviterpenams kiekiai neviršijo 5 %. Detalus cheminių junginių pasiskirtymas *T. pulegiodes* eteriniuose aliejuose pateikiamas 2 priedo lentelėje. 1 lentelėje pateikiami junginiai, kurie sudarė didžiausius kiekius ir jų kiekis bent vienoje augavietėje viršijo 4 %.

1 lentelė. *Thymus pulegioides* eteriniuose aliejuose (N = 131) nustatytų pagrindinių cheminių junginių vidutinės, minimalios (Min), maksimalios reikšmės (Max), standartiniai nuokrypiai (SD) ir variacijos koeficientai (CV). Tie patys žymėjimai taikomi visame darbe.

Cheminis komponentas	Min – Max, %	Vidurkis ± SD, %	CV, %
Karvakrolis	0,00–48,00	17,66 ± 9,43	53
Timolis	0,00–31,00	3,17 ± 5,11	162
p-Cimenas	0,14–38,49	11,81 ± 8,21	70
γ-Terpinenas	0,00–42,60	16,90 ± 8,83	52
Geraniolis	0,00–39,87	6,57 ± 8,70	132
Geranialis	0,00–6,57	1,13 ± 1,44	127
Nerolis	0,00–20,57	3,66 ± 4,90	134
Neralis	0,00–34,92	3,05 ± 4,73	155
Linalolis	0,00–57,75	1,66 ± 6,59	397
α-Terpinilo acetatas	0,00–57,50	1,48 ± 6,96	470
Timolio metilo eteris	0,00–5,79	0,83 ± 1,14	470
Karvakrolio metilo eteris	0,00–9,17	3,97 ± 2,22	56
Mircenas	0,00–4,19	1,48 ± 6,96	39
β-Kariofilenas	0,69–13,66	5,52 ± 1,82	33
β-Bisabolenas	0,00–6,66	3,02 ± 1,15	38
Kariofileno oksidas	0,00–5,01	1,16 ± 0,73	63
α-Terpinenas	0,00–4,85	1,64 ± 0,85	52
Borneolis	0,00–4,65	0,56 ± 0,53	95
Cis-β-Guaienas	0,00–7,14	1,65 ± 0,89	39

Ištyrus *T. pulegioides* eterinius aliejus iš 131 augavietės Lietuvos teritorijoje nustatyta, kad gausiausias ir dažniausiai *T. pulegioides* eterinio aliejaus komponentas yra karvakrolis: šis cheminis junginys vidutiškai sudarė 17,66 ± 9,43 % viso eterinio aliejaus kiekio ir dominavo 7-iuose Lietuvos klimatinuose parajonuose (išskyrus Pajūrio ir Pajūrio žemumos klimatinų parajonių augavietes) (1 ir 10 lentelės). Todėl galima teigti, kad Lietuvoje dominuoja karvakrolio chemotipo individai. Tuo tarpu karvakrolio izomero

timolio vidutinis kiekis Lietuvos teritorijoje augančių *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose buvo apie 5,5 karto mažesnis lyginant su karvakroliu (1 lentelė). Fenolių pirmtako  $\gamma$ -terpineno vidutinis kiekis Lietuvos teritorijoje buvo panašus kaip ir karvakrolio (1 lentelė). Kito fenolių pirmtako  $p$ -cimeno vidutinis kiekis Lietuvos teritorijoje buvo mažesnis nei  $\gamma$ -terpineno (1 lentelė). *T. pulegioides* geraniolio chemotipą charakterizuojantys pagrindiniai junginiai yra geraniolis ir su juo biogenetiškai susiję junginiai: geranialis, nerolis ir neralis. Visi šie junginiai pasižymėjo dideliu kiekiu variavimu tarp augaviečių. (1 lentelė). Geraniolio vidutinis kiekis tirtose *T. pulegioides* augavietėse (N = 131) buvo apie 2,7 karto mažesnis nei karvakrolio (1 lentelė). Tai leidžia manyti, kad *T. pulegioides* geraniolio chemotipo augalai Lietuvoje yra retesni nei karvakrolio chemotipo augalai. *T. pulegioides* linalolio ir  $\alpha$ -terpinilo acetato chemotipai Lietuvoje dar mažiau paplitę nei geraniolio: šių junginių vidutinis kiekis tirtose augavietėse (N = 131) neviršijo net 2 % (1 lentelė). Šių junginių kiekiams būdingas didžiausias variavimas tarp augaviečių, lyginant su kitais junginiais (1 lentelė). Linalolio ir  $\alpha$ -terpinilo acetato maksimalios reikšmės (atitinkamai ) yra 1,2–1,4 karto didesnės už karvakrolio ir geraniolio maksimalias reikšmes tirtose augavietėse ir sudaro daugiau nei pusę viso *T. pulegioides* eterinio aliejaus kiekio. Didžiausias linalolio kiekis buvo nustatytas augavietėje nr. 99 (Seredžiuje), esančioje Nemuno žemumos klimatiniam parajonyje, o  $\alpha$ -terpinilo acetato didžiausias kiekis – augavietėje nr.100, esančioje tame pačiame klimatiniam parajonyje (2 priedo lentelė). Tai rodo, kad šiems chemotipams labiau būdingas susiteklimas vienoje augavietėje nei karvakrolio ar geraniolio chemotipams: jei augavietėje randamas didesnis kurio nors iš šių dviejų chemotipų kiekis, kitų chemotipų individų būna labai mažai.

Lietuvoje atlikti ankstesni *T. pulegioides* eterinių aliejų cheminės sudėties tyrimai (dauguma jų buvo atlikta tik Vilniaus rajone) taip pat parodė, kad dažnesni yra fenoliniai, ypač karvakrolio, chemotipai. Ištyrus 10-ies *T. pulegioides* individų Vilniaus rajone buvo nustatyta, kad 5 iš jų priklausė karvakrolio, 2–timolio ir 1– geraniolio chemotipui (LOŽIENĖ, 1997). D.



Mockutė ir G. Bernotienė (1999, 2001, 2005), tirdamos Vilniuje (Antakalnis, Rokantiškės ir Sapieginė) ir Vilniaus rajone augančių *T. pulegioides* eterinių aliejų kokybinę sudėtį, nustatė, kad minėtose vietovėse vyrauja karvakrolio ir geraniolio chemotipo augalai, kurių eteriniuose aliejuose karvakrolis ir geraniolis variavo atitinkamai nuo 4,6 iki 33,3 % ir nuo 14,4 iki 30,8 %. Tiriant *T. pulegioides* eterinių aliejų cheminę sudėtį Vilniaus miesto Rokantiškių ir Sapieginės rajonuose, buvo nustatyta, kad tik apie 5 % tirtų individų priklausė  $\alpha$ -terpinilo acetato chemotipui (MOCKUTĖ & BERNOTIENĖ, 2001). Ankstesni tyrimai taip pat rodo retą *T. pulegioides* linalolio chemotipo paplitimą Lietuvoje: tik vienas šio chemotipo individas (iš 25-ių tirtų individų, surinktų 11-oje skirtingų augaviečių) priklausė linalolio chemotipui (LOŽIENĖ et al., 2002). Remiantis mano ir kitų anksčiau atliktais tyrimais galima teigti, kad Lietuvoje vyrauja keturbriaunio čiobrelis karvakrolio chemotipas, geraniolio chemotipas yra retesnis, o timolio,  $\alpha$ -terpinilo acetato ir linalolio chemotipams priklausantys augalai yra labai reti. Įvairiose Europos šalyse atlikti *T. pulegioides* eterinių aliejų tyrimai taip pat parodė, kad fenoliniai karvakrolio ir timolio chemotipai yra dažniausiai aptinkami šioje *Thymus* genties rūšyje, o karvakrolis ir timolis yra gausiausi eterinio aliejaus komponentai. Pavyzdžiui, dažniausiai fenoliniai chemotipai tarp *T. pulegioides* augalų buvo aptikti Rumunijoje, Vengrijoje, Danijoje, Italijoje, Portugalijoje, kur karvakrolio ir timolio kiekiai eteriniuose aliejuose atitinkamai siekė net iki 21,0–62,5 % ir 25,17–26,3 % (PINTO et al., 2006; GROENDAHL et al., 2008; PAVEL et al., 2008; DE MARTINO et al., 2009; RADULESCU et al., 2009). Tačiau tiriant *T. pulegioides* eterinių aliejų cheminę sudėtį pietų Kroatijoje buvo nustatyta, kad pagrindiniai eterinio aliejaus komponentai yra geraniolis (18,4–31,9 %) ir linalolis (11,3–37,4 %), o timolis sudarė daug mažesnę dalį (2,0–14,8 %) (RADONIC & MASTELIC, 2008). Yra pastebėta, kad *T. vulgaris* fenoliniai chemotipai randami regionuose, kur vyrauja švelnesnės žiemos, o dirvožemiai yra mažiau derlingi: tuo tarp nefenoliniai chemotipai yra pakantesni žemai žiemos temperatūrai ir mėgsta derlingesnius dirvožemius (GOUYON et al., 1986; THOMPSON et al., 2003). Todėl, nors augalo chemotipą

ir jame susikaupiančio eterinio aliejaus kokybinę sudėtį lemia augalo genetinės savybės, vieno ar kito chemotipo paplitimas augavietėje ar tam tikruose regionuose gali priklausyti nuo aplinkos sąlygų, kadangi vieni chemotipai jiems nepalankiose aplinkos sąlygose neišgyvena, o kiti chemotipai, kuriems šios aplinkos sąlygos yra palankios, pradeda dominuoti.

*T. pulegioides* eteriniuose aliejuose taip pat buvo nustatyti nemaži kiekiai tokių junginių, kaip mircenas,  $\beta$ -kariofilenas,  $\beta$ -bisabolenas, kariofileno oksidas,  $\alpha$ -terpinenas, borneolis, cis- $\beta$ -guaienas (1 lentelė). Šie junginiai randamai ne tik *Thymus* genties ir bet ir kituose Lamiaceae šeimos bei kitų šeimų augalų eteriniuose aliejuose (KROGSBOL et al., 2016; PAVEL et al., 2010; ÖZCAN & CHALCHAT, 2002). Iš šių minėtų junginių gausiausi buvo  $\beta$ -kariofilenas ir  $\beta$ -bisabolenas: vidutiniai *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose atitinkamai viršijo 5 % ir 3 % (1 lentelė). Abu junginiai visų Lietuvos klimatinių parajonių *T. pulegioides* augavietėse buvo paplitę gana tolygiai, kadangi visuose parajoniuose šių junginių vidutiniai kiekiai buvo labai panašūs (10 lentelė).  $\beta$ -Bisaboleno visiškai nebuvo rasta augavietėje nr. 64, esančioje Mūšos- Nevėžio klimatiniam parajonyje (2 priedo lentelė). Kituose Lietuvoje atliktuose *T. pulegioides* eterinių aliejų tyrimuose taip pat buvo nustatyti nemaži  $\beta$ -kariofileno ir  $\beta$ -bisaboleno kiekiai, o kai kuriose augavietėse ar individuose šių junginių maksimalūs kiekiai siekė beveik 20 % (MOCKUTĖ & BERNOTIENĖ, 1999, 2001; LOŽIENĖ et al., 2002). Kitose šalyse, pavyzdžiui, Portugalijoje, Danijoje, Italijoje,  $\beta$ -kariofilenas ir  $\beta$ -bisabolenas taip pat buvo dažni ir gausūs *T. pulegioides* eterinių aliejų cheminiai komponentai (PINTO et al., 2006; GROENDAHL et al., 2008; DE MARTINO et al., 2009). Mirceno ir kariofileno oksido, vidutiniai kiekiai viršijo 1 % (1 lentelė). Šių junginių buvo rasta tiriant *T. pulegioides* eterinių aliejų cheminę sudėtį Lietuvoje ir Europoje. Maksimalūs šių junginių kiekiai dažniausiai siekdavo, o kartais ir viršydavo 5 % (LOŽIENĖ et al., 2002; PINTO et al., 2006; DE MARTINO et al., 2009). Didžiausias mirceno kiekis buvo nustatytas augavietėje nr. 28, esančioje Dzūkijos klimatiniam parajonyje, o kariofileno oksido augavietėje nr.26,

esančioje tame pačiame klimatiname parajonyje. Šiame parajonyje esančioje augavietėje nr. 28 nustatytas ir didžiausias borneolio kiekis (2 priedo lentelė). Nustatyta, kad šiame klimatiname parajonyje borneolio kiekiai labai varijavo: variacijos koeficientas siekė beveik 150 %. Eteriniai aliejai išgauti iš augalų augusių augavietėje nr. 97, esančioje Nemuno žemumos klimatiname parajonyje išsiskyrė itin dideliu cis-  $\beta$ - guaiano kiekiu, viršijančiu 7 %. Šiame parajonyje nustatytas ir didžiausias šio junginio vidutinis kiekis bei didžiausia variacija (10 lentelė).

### 3.3. *Thymus pulegioides* augaviečių grupavimas pagal eterinių aliejų pagrindinius cheminius junginius

Klasterinė analizė, atlikta pagal chemotipus lemiančių pagrindinių junginių – karvakrolio, timolio, p-cimeno,  $\gamma$ -terpineno, timolio metilo eterio, karvakrolio metilo eterio, geraniolio, geranialio, nerolio, neralio, linalolio bei  $\alpha$ -terpinilo acetato – procentinius kiekius eteriniuose aliejuose, tirtos *T. pulegioides* augavietes suskirstė į 4 klasterius (5 pav.). Atlikus vienfaktorinę dispersinę analizę buvo nustatyta, kad išskirtieji klasteriai statistiškai reikšmingai skyrėsi pagal eterinio aliejaus kiekį ir beveik visus chemotipus lemiančius junginius, išskyrus linalolį ir  $\alpha$ -terpinilo acetatą (2 lentelė).

2 lentelė. *T. pulegioides* augaviečių klasterių, išskirtų pagal eterinio aliejaus ir chemotipus lemiančių junginių kiekius, vienfaktorinės dispersinės analizės pagal eterinio aliejaus charakteristikas rezultatai (F – Fišerio kriterijus, p – patikimumas, df – laisvės laipsnis).

Eterinio aliejaus ir jo pagrindinių junginių kiekybinė sudėtis (%)	<i>T. pulegioides</i> augaviečių klasterių vienfaktorinės dispersinės analizės rezultatai (df = 3)	
	F	p
Eterinis aliejus	2,99	0,03*
Karvakrolis	35,79	0,00*
Timolis	40,19	0,00*

2 lentelės tęsinys kitame puslapyje

## 2 lentelės tęsinys

Eterinio aliejaus ir jo pagrindinių junginių kiekybinė sudėtis (%)	<i>T. pulegioides</i> augaviečių klasterių vienfaktorinės dispersinės analizės rezultatai (df = 3)	
	F	p
p-Cimenas	51,71	0,00*
γ-Terpinenas	36,10	0,00 *
Karvakrolio metilo eteris	36,95	0,00*
Timolio metilo eteris	69,93	0,00*
Geraniolis	83,16	0,00*
Geranialis	79,34	0,00*
Nerolis	58,48	0,00*
Neralis	40,10	0,00 *
Karvakrolio metilo eteris	36,95	0,00*
α-Terpinilo acetatas	1,37	0,25
Linalolis	2,79	0,06

Pastaba: \* – patikimai reikšmingi skirtumai (pasirinktas reikšmingumo lygmuo 0,05).

Augaviečių klasteris 1' išsiskyrė geraniolio ir su juo biogenetiškai susijusių junginių (geranialio, nerolio ir neralio) dominavimu *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose: vidutinis geraniolio kiekis šio klasterio augavietėse buvo 6–8 kartus, geranialio – 4–10 kartų, nerolio – 4–13 kartų, o neralio – nuo 4 iki 15 kartų didesnis lyginant su kitais klasteriais. Šis klasteris išsiskiria į dvi grupes: vienoje grupėje (augavietės nr. 103, 65, 85, 61, 84, 86, 87, 62, 36, 93, 83, 58, 79, 38, 102, 72, 66 ir 23) dominuoja geraniolis, o kitoje (augavietės nr. 64, 69, 51, 26, 101, 29, 27, 14, 22, 18, 88, 35, 43, 25, 19 ir 4) – su geranioliu biogenetiškai susiję junginiai. Minėtų cheminių junginių kiekių variavimas *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose tarp šio klasterio augaviečių buvo mažiausias. Tai rodo, kad visose 34-iose šiam klasteriui priklausančiose augavietėse dominavo *T. pulegioides* geraniolinio chemotipo individai (5 pav., 3 lentelė). Pritaikius Tjukio kriterijų buvo nustatyta, kad 1' klasteris pagal geraniolio ir su juo biogenetiškai susijusių junginių kiekius statistiškai reikšmingai skyrėsi nuo likusių klasterių. Didžiausias geraniolio kiekis tarp visų tirtų augaviečių (N = 131) buvo nustatytas augavietėje nr.69 (Kruonis),

esančioje Dzūkijos klimatiniam parajonyje. Geraniolio daugiausia (N = 131) buvo nustatyta augavietėje nr.101 (Palendriai), esančioje Mūšos-Nevėžio klimatiniam parajonyje. Daugiausia nerolio (N = 131) nustatyta augavietėje, nr.26 Norviliškėse, esančioje Dzūkijos klimatiniam parajonyje, o nerolio – (N = 131) augavietėje nr.64 (Padubysyje), esančioje Mūšos-Nevėžio klimatiniam parajonyje (2 priedo lentelė). Įdomu tai, jog į augaviečių 1' klasterį nepateko nei viena Žemaitijos klimatiniam parajonyje tirta augavietė (5 pav., 2 priedo lentelė). Pagal 10 lentelę taip pat matyti, kad Žemaičių klimatiniam parajonyje geraniolio ir juo biogenetiškai susijusių junginių vidutiniai kiekiai buvo mažiausi, todėl galima būtų teigti, kad Žemaičių klimatiniam parajonyje geraniolio chemotipo individai labai mažai paplitę.

Antrajame klasteryje (2') išryškėjo dvi augaviečių grupės: į pirmą grupę pateko šešios augavietės (nr. 106, 100, 99, 34, 39, 11) kurios išsiskyrė dideliais linalolio ir  $\alpha$ -terpinilo acetato kiekiais *T. pulegioides* eteriniame aliejuje, o į antrą grupę – augavietės, kuriose dominavo timolis bei buvo rasti nemaži karvakrolio kiekiai. Tos augavietės, kuriose dominavo linalolis ir  $\alpha$ -terpinilo acetatas, 2 lentelėje nagrinėjamos atskirai. Į 2' klasterio grupę, kur dominavo timolis pateko Pajūrio ir Pajūrio žemumos augavietės. Vidutinis timolio kiekis *T. pulegioides* 2' klasterio augavietėse, eteriniuose aliejuose lyginant su kitais klasteriais buvo 4–7 kartus didesnis; timolio ir jo „palydovo“ timolio metilo eterio kiekių variavimas šiame klasteryje buvo mažiausias. Pritaikius Tjukio kriterijų buvo nustatyta, kad 2' klasteris statistiškai reikšmingai skyrėsi nuo kitų pagal timolio ir timolio metilo eterio kiekius. Didžiausias timolio kiekis nustatytas augavietėje nr.128 (Palanga), kuri priklausė Pajūrio klimatiniam parajoniui. Pastebėta, kad 2' klasteriui nebuvo priskirta nei viena augavietė, priklausiusi Dzūkijos, Sudūvos, Ventos ir Nemuno žemumos klimatiniam parajoniui. Tai leidžia manyti, kad šiuose klimatinuose parajonuose šis chemotipas nėra paplitęs. Tai patvirtina ir 10 lentelėje pateikti duomenys, pagal kuriuos matyti, kad timolio vidutinis kiekis Sudūvos, Ventos ir Nemuno žemumos klimatinuose parajonuose nesiekė nei

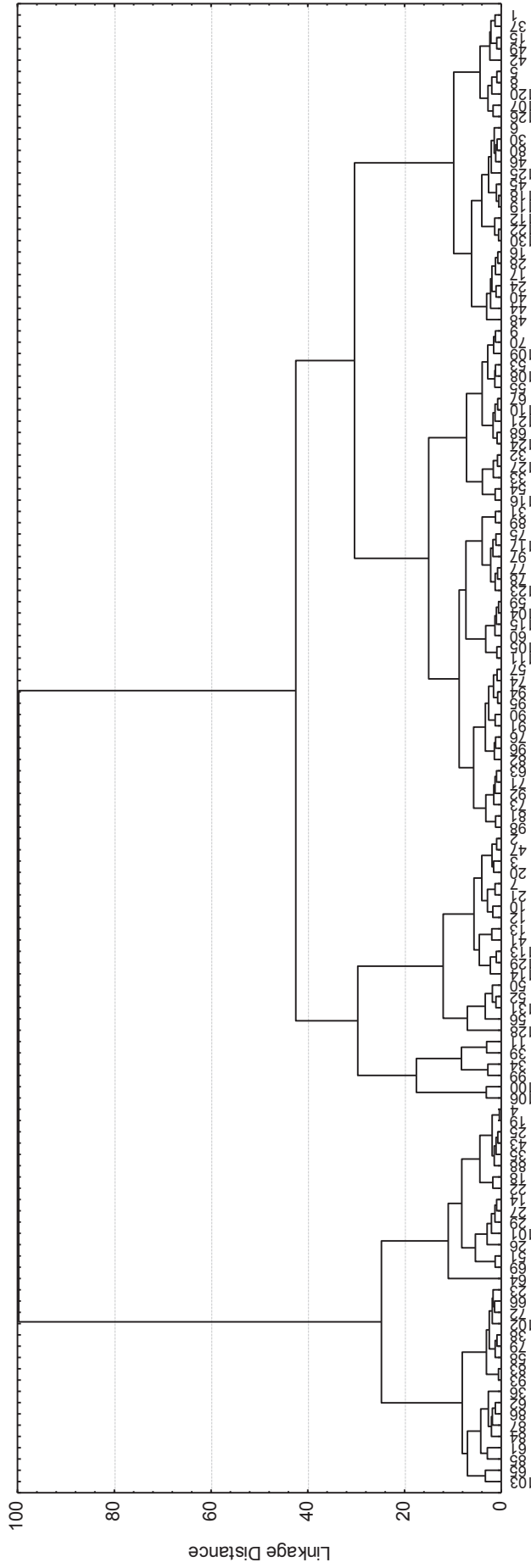
1 %, o Dzūkijos klimatiniam parajonyje sudarė tik 1,25 %. Itin dideli linalolio kiekiai buvo nustatyti *T. pulegioides* augavietėje nr.106 (Viduklė) ir nr.100 (Skaudvilė), o  $\alpha$ -terpinilo acetato kiekiai – augavietėse nr.99 (Seredžius), nr.34 (Bubiai) ir nr.39 (Šeduva) (3 lentelė ir 2 priedo lentelė). Tose augavietėse atitinkamai dominavo linalolio ir  $\alpha$ -terpinilo acetato chemotipų augalai. Klasteriai 3' ir 4' išsiskyrė dideliu karvakrolio kiekiu *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose (3 lentelė). Pritaikius Tjukio kriterijų buvo nustatyta, kad 3' klasteris pagal karvakrolio ir  $\gamma$ -terpineno kiekį statistiškai reikšmingai skyrėsi nuo kitų. Daugiausia karvakrolio nustatyta 3' klasteryje; čia nustatyta ir didžiausia karvakrolio reikšmė (augavietė nr.31, Puvočiai) tarp visų tirtų augaviečių (N = 131) (2 priedo lentelė). Klasteryje 4' karvakrolio vidutinis kiekis buvo apie 10 % mažesnis nei klasteryje 3'; tačiau 4' klasteryje fenolinių junginių pirmtako p-cimeno vidutinis kiekis buvo apie 2 kartus didesnis nei 3' klasteryje. Didžiausia p-cimeno kiekis rastas *T. pulegioides* eteriniame aliejuje iš augavietės nr.48 (Liberiškės, 4' klasteris), esančios Mūšos-Nevėžio klimatiniam parajonyje (2 priedo lentelė). Tjukio kriterijus parodė, kad pagal p-cimeno kiekį 4' klasteris statistiškai reikšmingai skyrėsi nuo 1' klasterio. Tuo tarpu  $\gamma$ -terpineno, kito fenolių pirmtako didžiausia vidutinė reikšmė buvo nustatyta 4' klasteryje, o maksimali šio junginio reikšmė (N = 131) – 3' klasterio augavietėje nr. 116 (Rotinėnai), esančioje Žemaičių klimatiniam parajonyje. Taip pat 4' klasteryje karvakrolio „palydovo“ karvakrolio metilo eterio vidutinis kiekis buvo beveik 2 kartus didesnis negu 3' klasteryje (3 lentelė). Pritaikius Tjukio kriterijų buvo nustatyta, kad 4' klasteris pagal karvakrolio metilo eterio kiekį statistiškai reikšmingai skyrėsi nuo kitų klasterių. Klasteriai 3' ir 4' apjungė daugiau kaip pusę tirtų augaviečių, o tai dar kartą parodo, kad Lietuvos teritorijoje yra dominuojantys *T. pulegioides* karvakrolio chemotipo individai. Literatūros duomenimis augavietėse, palankesnėse augti *T. pulegioides* augalams, labiau dominuoja fenolinių (timolio ir karvakrolio) chemotipų individai, o ten, kur augavietės labiau pažeidžiamos, yra drėgnesnės, kur didesnė kokurencija su kitais augalais, pasireiškia didesnė chemotipų įvairovė (GOUYON et al., 1986). Klasterio 4' augaviečių *T. pulegioides* eteriniuose

aliejuose buvo nustatyta daugiau geraniolio ir su juo biogenetiškai susijusių junginių lyginant su klasteriu 3' (3 lentelė).

Tree Diagram for 131 Cases

Ward's method

Euclidean distances



1'

2'

3'

4'

5 pav. *Thymus pulegioides* augaviečių sugrupavimas klasterinės analizės pagalba pagal chemotipus lemiančius junginius.



3 lentelė. Eterinio aliejaus ir chemotipus formuojančių junginių (karvakrolio, timolio, geraniolio, linalolio, geraniolio, α-terpinolio acetato), jų pirmtakų bei biogenetiškai susijusių junginių aprašomoji statistika keturiuose *T.pulegioides* augavičių klasteriuose bei augavietėse nr.11, nr.34, nr.39, nr.99, nr.100 ir nr.106. Klasteriai atitinka 5 pav. klasterius.

Klasterio ar augavietės nr.	Vidurkis	Eterinio aliejaus kiekis, %	Karvakrolis, %	Timolis, %	p-Cimenas, %	γ-Terpinenas, %	Karvakrolio metilo eteris, %	Timolio metilo eteris, %	Geraniolis, %	Geraniolis, %	Geraniolis, %	Nerolis, %	Neralis, %	Linalolis, %	α-Terpinolio acetatas, %
Klasteris 1' (N = 34)	Vidurkis	0,55	11,24	1,55	4,94	8,86	2,04	0,37	18,56	3,09	18,56	9,92	8,63	2,05	4,94
	SD	0,21	5,51	2,46	3,85	6,36	0,99	0,51	8,90	1,44	8,90	5,40	6,18	4,94	2,01
	Min	0,23	0,00	0,00	0,39	0,00	0,12	0	3,48	0,32	3,48	0,88	0,65	0,00	0,00
	Max	1,21	24,28	10,28	12,60	23,85	3,67	2,02	39,87	6,57	39,87	20,57	34,92	22,94	9,84
	CV, %	38	49	159	78	72	49	138	48	47	47	54	72	241	41
Klasteris 2' (N = 17)	Vidurkis	0,64	13,38	12,10	17,61	16,59	4,42	3,19	2,39	0,40	2,39	1,43	1,02	0,36	0,27
	SD	0,12	4,12	7,48	7,27	6,59	1,55	1,33	2,85	0,46	2,85	1,73	1,35	0,10	0,53
	Min	0,83	7,09	4,50	5,20	0,81	2,23	1,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00
	Max	0,65	21,31	31,00	29,55	30,64	6,50	5,79	10,04	1,45	10,04	5,66	4,23	0,51	1,84
	CV, %	19	31	62	41	40	35	42	119	115	115	121	132	28	196
Klasteris 3' (N = 45)	Vidurkis	0,68	26,11	2,09	9,44	23,78	3,89	0,55	1,89	0,29	1,89	0,75	0,56	0,56	0,07
	SD	0,22	8,75	2,96	4,41	6,40	1,99	0,63	2,21	0,40	2,21	1,13	0,90	0,75	0,24
	Min	0,23	12,10	0,00	1,23	11,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Max	1,32	48,00	11,11	20,00	42,60	9,06	2,21	7,80	1,40	7,80	5,29	4,16	4,41	1,35
	CV, %	32	34	142	47	27	51	115	115	117	138	151	161	134	343
Klasteris 4' (N = 28)	Vidurkis	0,57	17,89	1,56	20,66	17,49	6,25	0,54	2,94	0,72	2,94	2,72	2,06	0,35	0,34
	SD	0,22	5,38	1,72	7,17	5,96	1,40	0,51	2,66	0,60	2,66	2,59	1,97	0,22	1,01
	Min	0,20	8,19	0,00	5,73	4,40	3,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00
	Max	1,03	27,10	6,36	38,49	29,47	9,17	2,27	10,04	1,88	10,04	9,34	7,18	1,23	4,33
	CV, %	39	30	111	35	34	22	94	94	83	83	95	96	63	297
Augavietė nr.11	Kiekis	0,39	13,58	2,38	20,99	11,68	6,94	1,46	1,67	0,17	1,67	0,65	0,09	14,25	2,34
Augavietė nr.34	Kiekis	1,02	5,65	1,32	6,82	5,87	1,72	0,40	2,92	0,56	2,92	1,87	1,43	0,35	43,56
Augavietė nr.39	Kiekis	0,53	5,65	0,00	20,70	6,44	5,77	0,05	2,08	0,12	2,08	0,07	0,00	6,51	30,77

3 lentelės tęsinys kitame puslapyje

3 lentelės tęsinys

Klasterio ar augavietės nr.	Kiekis	Eterinio aliejaus kiekis, %	Karvakrolis, %	Timolis, %	p-Cimenas, %	γ-Terpinenas, %	Karvakrolio metilo eteris, %	Timolio metilo eteris, %	Geraniolis, %	Geranialis, %	Nerolis, %	Neralis, %	Linololis, %	α- Terpimilo acetatas, %
Augavietė nr.99		0,54	0,06	0,00	0,14	0,48	0,04	0,02	12,35	1,12	3,52	2,81	0,29	57,50
Augavietė nr.100	Kiekis	0,53	3,48	0,27	1,31	1,57	0,58	0,00	4,01	0,38	1,01	0,90	57,75	6,01
Augavietė nr. 106	Kiekis	0,77	6,39	0,00	5,38	5,85	1,88	0,53	6,36	1,32	4,78	3,87	40,37	3,99

### 3.4. Dirvožemio cheminės sudėties įtaka *Thymus pulegioides* eterinių aliejų kiekybinei ir kokybinei sudėčiai, bei chemotipų paplitimui

Dirvožemio rūgštingumo variavimas tarp tirtų *T. pulegioides* augaviečių buvo nedidelis (CV= 8) (4 lentelė): tyrimai parodė, kad *T. pulegioides* augavietėse dirvožemio rūgštingumas svyravo nuo mažai rūgštaus (pH= 5,1) iki vidutiniškai šarmino (pH= 8,3). Daugumoje augaviečių dirvožemio pH buvo artimas neutraliam ar silpnai šarminas (6 A pav, 3 priedo lentelė). Visuose keturiuose klasteriuose dirvožemio rūgštingumas buvo artimas pH = 7 (4 lentelė).

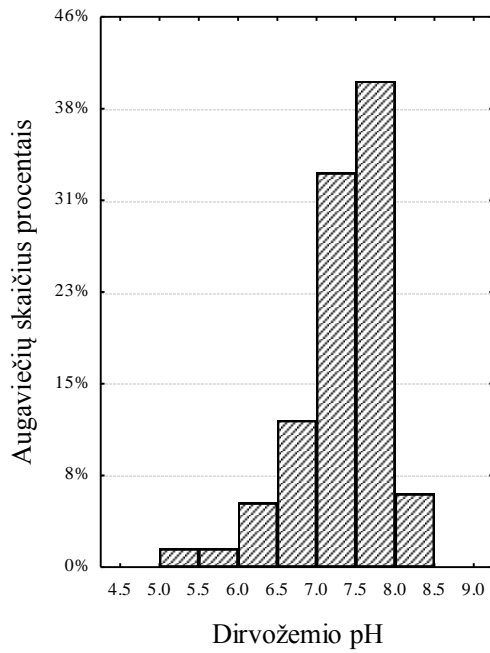
4 lentelė. pH, humuso, judriojo kalio (K<sub>2</sub>O), judriojo fosforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aprašomoji statistika keturiuose klasteriuose ir augavietėse nr.11, nr.34, nr.39, nr.100 ir nr.106.

		pH <sub>KCl</sub>	Humusas, %	K <sub>2</sub> O, mg/kg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , mg/kg
N = 131	Vidurkis ± SD	7,37 ± 0,57	2,70 ± 1,09	121,90 ± 63,97	127,28 ± 95,16
	Min–Max	5,1–8,3	0,9–7,2	35,00–368,00	22,00–680,00
	CV, %	8	40	52	74
Klasteris 1' (N = 34)	Vidurkis ± SD	7,46 ± 0,56	2,47 ± 0,97	113,21 ± 46,38	123,41 ± 84,07
	Min–Max	6,0–8,2	1,0–5,2	44,00–236,00	24,00–411,00
	CV, %	8	39	41	68
Klasteris 2' (N = 17)	Vidurkis ± SD	7,27 ± 0,40	2,57 ± 0,99	99,29 ± 36,06	118,35 ± 106,07
	Min–Max	5,1–8,1	1,0–4,4	44,00–149,00	23,00–424,00
	CV, %	6	38	36	90
Klasteris 3' (N = 45)	Vidurkis± SD	7,40 ± 0,53	2,72 ± 0,99	125,89 ± 67,93	135,36 ± 80,27
	Min–Max	5,1–8,3	1,0–4,7	35,00–350,00	25,00–457,00
	CV, %	7	36	54	59
Klasteris 4' (N = 28)	Vidurkis ± SD	7,34 ± 0,62	2,78 ± 1,40	132,21 ± 72,57	117,61 ± 125,45
	Min–Max	5,9–8,2	0,9–7,2	50,00–356,00	22,00–680,00
	CV, %	8	50	55	107
Augavietė nr.11	Kiekis	6,9	4,0	215,0	81,0
Augavietė nr.34	Kiekis	7,60	3,9	163,0	186,0
Augavietė nr.39	Kiekis	8,0	1,4	79,0	65,0
Augavietė nr.99	Kiekis	7,4	5,0	368,00	313
Augavietė nr.100	Kiekis	6,10	2,0	64,0	45,0
Augavietė nr. 106	Kiekis	7,6	2,4	87,0	177,0

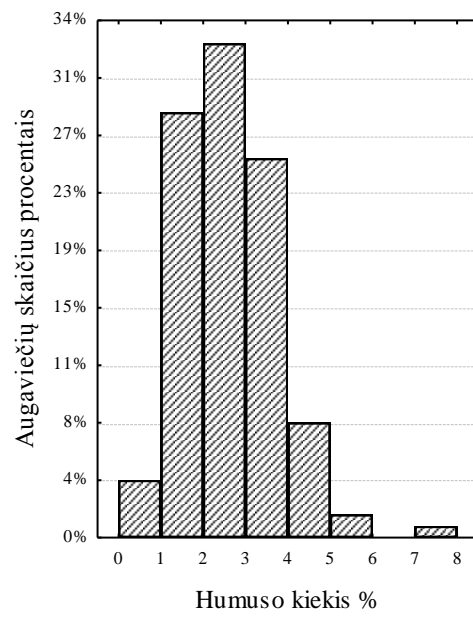
Literatūroje nurodoma, kad ši *Thymus* genties rūšis gali augti skirtingo rūgštingumo dirvožemiuose (HADAČ et al., 1988; ELLENBERG et al., 1991; SIMON, 1992; MÁRTONFI et al., 1996). P. Mártonfi ir kiti (1994) Slovakijoje

nustatė, kad dirvožemio rūgštingumas *T. pulegioides* narūraliose augavietėse svyravo nuo 4,6 iki 7,6, tačiau dažniausiai *T. pulegioides* augo neutraliuose dirvožemiuose. Tarp *T. pulegioides* augaviečių dirvožemio pH ir *T. pulegioides* eterinio aliejaus kiekybinės ir kokybinės sudėties statistiškai patikimų koreliacinių ryšių nustatyta nebuvo (7 lentelė).

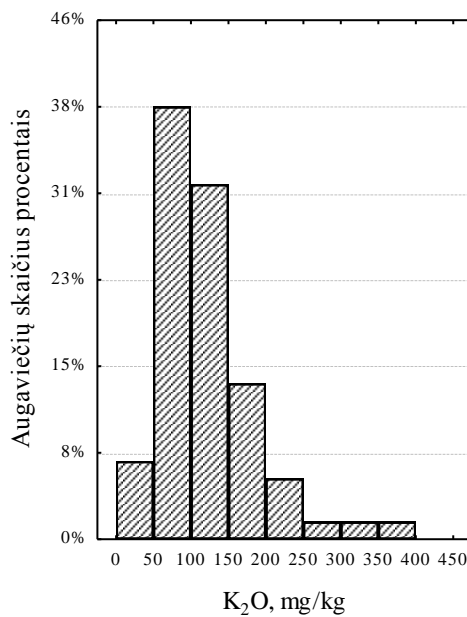
Vidutinis humuso kiekis daugumoje *T. pulegioides* augaviečių klasterių viršijo 2,5 %, išskyrus 1' klasterį (4 lentelė). Didžiausia humuso reikšmė nustatyta 4' klasterio augavietėje nr.118 (Šilgaliai) (3 priedo lentelė). Daugumoje augaviečių dirvožemio humusingumas svyravo nuo 1 % iki 4 % (6 pav.). Toks dirvožemio humusingumas varijuoja nuo labai mažo iki didelio (EITMINAVIČIUS et al., 2002). Humuso kiekiui tarp augaviečių būdinga didelė variacija (4 lentelė). Literatūros duomenimis *T. pulegioides* gali augti įvairaus humusingumo dirvožemiuose (MÁRTONFI et al., 1994). Tiriant humuso kiekį keturbriaunio čiobrelio augavietėse Karpatų kalnuose ir Panonijoje nustatyta, kad jis varijavo nuo 0,49 iki 6,27 %. Vidutinis judriojo kalio ( $K_2O$ ) kiekis klasteriuose buvo virš 100 mg/kg, išskyrus 2' klasterį, kur vidutinis jo kiekis nesiekė 100 mg/kg. Tirtose *T. pulegioides* augavietėse kalingumas svyravo nuo labai mažo iki pakankamo (4 lentelė, 6 C pav.). Tirtų augaviečių dirvožemiuose judriojo kalio kiekis pasižymėjo didelė variacija (4 lentelė). Tuo tarpu bendrojo kalio (K) kiekis – vidutine 1' ir 2' klasteriuose, o 3' ir 4' klasteriuose – didele (6 lentelė). Šios *Thymus* genties rūšies augalai toleruoja įvairius kalio kiekius dirvožemyje: tiek mažus, tiek didelius (MÁRTONFI et al., 1994). Karpatuose ir Panonijoje tirtose *T. pulegioides* augavietėse judriojo kalio kiekis svyravo nuo 63,00 iki 241,00 mg/kg (MÁRTONFI et al., 1996). Kalis svarbus augalų augimui, derliui ir jo kokybei. Šis makroelementas dalyvauja maždaug 60-ies enzymų aktyvavime, angliavandenių apykaitoje, lipidų ir baltymų sintezėje, yra svarbus išnešiojant medžiagas po augalą (ZAHRA et al., 1984).



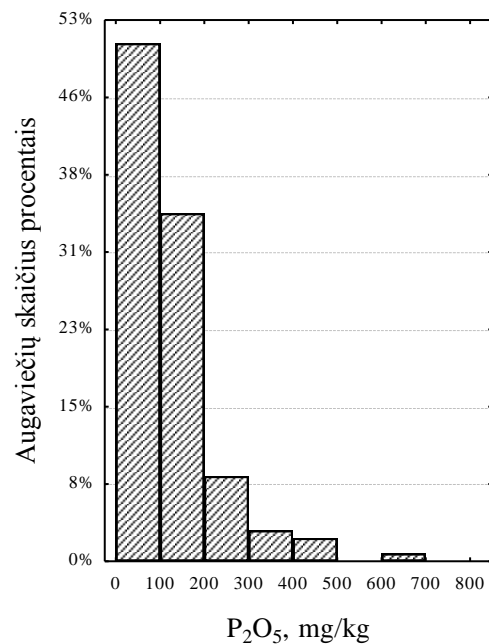
A



B



C



D

6 pav. *Thymus pulegioides* augaviečių pasiskirstymo pagal dirvožemio pH (A), humuso (B), judriojo kalio (C), judriojo fosforo (D) kiekius dirvožemyje histogramos.

Visuose augaviečių klasteriuose vidutinis judriojo fosforo kiekis viršijo 100 mg/kg. (4 lentelė). Fosforingumas tirtose augavietėse svyravo nuo labai mažo iki pakankamo. Daugiau, kaip pusėje tirtų augaviečių judriojo fosforo kiekis neviršijo 100 mg/kg (6 D pav, 3 priedo lentelė). Toks fosforingumas yra laikomas mažu (LIEKIS, 2001). Tarp klasterio 2' ir 4' augaviečių buvo nustatytas labai didelis judriojo fosforo kiekio dirvožemyje variavimas; klasteryje 4' variacijos koeficientas viršijo 100 % (4 lentelė). Bendrojo fosforo kiekis dirvožemyje labiausiai varijavo tarp 2' klasterio augaviečių; šiame augaviečių klasteryje buvo nustatytas ir didžiausias bendrojo fosforo kiekis (6 lentelė). Karpatuose ir Panonijoje buvo nustatyta, kad judriojo fosforo kiekis *T. pulegioides* augavietėse svyruoja nuo pėdsakinių kiekių iki 29,2 mg/kg (MÁRTONFI et al., 1996). Pagal mūsų ir P. Mártonfi tyrimo rezultatus galima spręsti, kad *T. pulegioides* gali augti įvairaus fosforingumo dirvožemiuose. Fosforas augalams yra svarbus, nes skatina sėklų dygimą, augalų augimą, stimuliuoja žydėjimą, jis yra reikalingas sėklų brendimui. Fosforas svarbus ir metaboliniams procesams, kadangi įeina į fosfolipidų, nukleorūgščių, kofermentų sudėtį, yra reikalingas fotosintezei, ląsteliniam kvėpavimui (ESPINOSA et al., 1993). Makroelementams priskiriami ne tik kalis ir fosforas, bet ir siera bei kalcis (ZHELJEZKOV et al., 2006, 2008; DZIDA, 2010; NURZYNSKA–WIEDARK, 2013). Kalcis dalyvauja augalų ląstelių metabolizme, įeina į ląstelių struktūras (SUPAJANI-TAWAHA et al., 2005). Siera augalams reikalinga kofermetų, kvapiųjų ir lakiųjų medžiagų, amino rūgščių ir proteinų sintezei, įeina į katalizinius centrus (DENARIE & CULLIMORE, 1993; HELL, 1996; MARYUMA-NAKASHITA et al., 2006).

Vienfaktorinė dispersinė analizė parodė, kad *T. pulegioides* augaviečių klasteriai statistiškai patikimai nesiskyrė pagal dirvožemio cheminę sudėtį ir pH (5 lentelė).

5 lentelė. *T. pulegioides* augaviečių klasterių, išskirtų pagal eterinio aliejaus ir chemotipus lemiančių junginių kiekius, vienfaktorinės dispersinės analizės pagal dirvožemio cheminę sudėtį ir pH rezultatai (F – Fišerio kriterijus, p – patikimumas, df – laisvės laipsnis).

Dirvožemio charakteristikos	<i>T. pulegioides</i> augaviečių klasterių vienfaktorinės dispersinės analizės rezultatai (df = 3)	
	F	p
Humusas (%)	0,54	0,65
Judrusis kalis (mg/kg)	1,33	0,26
Judrusis fosforas (mg/kg)	0,25	0,85
pH <sub>KCl</sub>	1,94	0,06
Al (mg/kg)	2,15	0,10
Ca (mg/kg)	0,53	0,66
Cu (mg/kg)	0,74	0,53
Fe (mg/kg)	1,56	0,20
K (mg/kg)	1,29	0,28
Mg (mg/kg)	0,59	0,62
Mn (mg/kg)	0,09	0,96
Na (mg/kg)	1,33	0,27
P (mg/kg)	1,32	0,27
S (mg/kg)	1,86	0,14
Si(mg/kg)	0,55	0,65
Ti (mg/kg)	1,07	0,36
Zn (mg/kg)	0,95	0,42
Co (mg/kg)	1,26	0,29
Cl (mg/kg)	2,12	0,10

6 lentelė. Dirvožemio cheminių elementų aprašomoji statistika keturiuose *T. pulegioides* augaviečių klasteriuose ir augavietėse nr.11, nr.34, nr.39, nr.99, nr.100 ir nr.106. Klasteriai atitinka 5 pav. klasterius.

Nr.Klasterio ar augavietės	mg/kg	Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	S	Si	Ti	Zn	Co	Cl
N= 131	Vidurkis	26505,50	24315,50	9,6	11808,30	17743,70	7191,4	350,50	5894,30	477,90	226,1	380643,1	1652,8	40,10	4,1	385,30
	SD	10151,59	15759,48	16,64	5436,02	3856,66	4685,60	159,17	1096,45	484,86	134,31	39914,34	817,83	13,72	2,39	207,40
	Min	11450	1894	2,6	4489	11007	627	150	3055	106	15	278411	436	20	0,4	83
	Max	73099	64606	194	34261	31381	19095	1501	9114	4997	657	450223	4547	95	10,8	1862
	CV, %	38	65	173	46	22	65	45	19	101	59	10	49	34	58	54
Klasteris 1' (N = 34)	Vidurkis	24751,20	24038,20	13,6	11086,50	17676,0	7439,00	364,1	6175,70	438,20	208,80	380739,20	1725,80	38,70	4,30	321,9
	SD	7303,22	16944,48	32,06	4628,63	3230,52	5354,14	164,8	1120,90	301,35	141,88	38176,68	853,25	14,53	2,08	96,15
	Min	12122	3121	3,8	4649	11924	1134	168	4282	113	15	278411	436	20	0,4	135
	Max	48441	57963	194,0	30803	27362	19095	1090	9114	1876	657	435162	3972	89	8,8	506
	CV, %	30	70	236	42	18	72	45	18	69	46	10	49	38	48	30
Klasteris 2' (N = 17)	Vidurkis	24082,04	23161,10	7,17	10241,46	16418,63	5984,63	342,63	6019,8	665,9	185,5	390674,6	1355,7	35,8	3,80	403,2
	SD	7278,88	14648,68	3,31	3744,89	2825,31	4213,87	104,07	1043,34	1130,87	136,64	36630,22	536,97	9,67	2,21	126,64
	Min	11450	2766	3,4	5213	11531	803	197	4576	106	30	336270	517	22	0,4	83
	Max	41763	41793	13,8	18489	22014	15052	558	8074	4997	556	450223	2337	52	8,4	587
	CV, %	30	63	46	37	17	70	30	17	170	74	9	40	27	58	31
Klasteris 3' (N = 7)	Vidurkis	25709,90	27069,38	7,89	11690,32	17401,04	7771,16	344,70	5827,50	444,5	257,3	376922,3	1601,77	38,49	3,73	428,35
	SD	9883,03	14518,34	3,61	5396,30	4055,52	4972,84	198,20	948,68	200,24	130,56	37250,7	830,40	9,48	2,67	289,67
	Min	14228	1894	2,60	4489	11007	627	150	3440	149	63	299097	589	24	0,4	168
	Max	59507	53962	17,3	26044	27337	18841	1501	7854	1014	628	449804	3477	60	10,7	1863
	CV, %	38	54	46	46	23	64	55	16	45	51	10	52	25	72	68
Klasteris 4' (N = 28)	Vidurkis	30550,66	22911,60	8,76	13536,78	18696,45	7039,30	355,15	5661,37	395,18	199,21	390312,9	1777,2	42,20	4,80	356,5
	SD	14993,53	17213,48	4,17	7147,57	4820,92	4310,13	130,08	1240,65	189,48	124,36	37649,37	937,97	16,52	2,6	114,24
	Min	11450	2176	20,0	5263	11395	710	197	3055	128	17	313391	477	21	0,9	129
	Max	73099	64606	3,5	34961	31381	18587	791	7908	964	488	442443	4547	82	10,8	559
	CV, %	49	75	48	53	26	61	37	22	48	62	10	53	39	54	32
Augavietė nr.11	Kiekis	38652	9196	10	17544	22736	6598	348	5453	434	302	380454	2170	42	5,5	400
Augavietė nr.34	Kiekis	28422	22692	9	12828	20796	6967	377	5439	540	292	376059	1865	41	2,9	541
Augavietė nr.39	Kiekis	14669	56164	7	6607	12782	11473	239	6239	212	96	357185	493	25	2,8	523

6 lentelės tęsinys kitame puslapyje



## 6 lentelės tęsinys

Nr.Klastero ar augavietės		Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	S	Si	Ti	Zn	Co	Cl
Augavietė nr.99	Kiekis	26867	36441	15	15269	19967	10414	396	3367	2331	415	331517	2203	69	4,2	498
Augavietė nr.100	Kiekis	20319	3788	3	6304	15705	1490	201	6776	187	76	432282	1025	27	2,1	142
Augavietė nr.106	Kiekis	22644	8964	6	10211	17308	3309	263	6347	315	164	407441	1528	53	3,3	195

Augalams reikalingi ne tik makroelementai, bet ir mikroelementai ypač tokie, kaip cinkas, geležis, manganas. Mikroelementai padeda pasisavinti makroelementus (BAHRANI, 2015). Mikroelementai ir sunkieji metalai reikalingi net tik augalų augimui ir vystymuisi, bet ir eterinių aliejų sintezei. Mikroelementai ir mažos sunkiųjų metalų koncentracijos reikalingos enzimų, dalyvaujančių sintetinant daugelį eterinių aliejų cheminių komponentų, sintezėje (KOEDUKA et al., 2006). Cinkas yra svarbus sintetinant kai kuriuos enzimus ir proteinus, kaip kofaktorius reguliuoja daugelio enzimų veiklą (MALENCIC et al., 2003; GUL et al., 2011). Manganas yra svarbus augalų metabolizmui, reikalingas izoprenoidų, kurie yra terpenų pirmtakai, ir kaip kofaktorius monoterpenų sintezei (TABATA, 2000; SINGH et al., 2001). Geležis padeda palaikyti citochromų struktūrą ir yra atsakinga už normalią augalo fotosintezę (SCHÖNHERR et al., 2005). Varis reikalingas normaliam ląsteliniam kvėpavimui, angliavandenių, proteinų ir lipidų sintezei (ABU-DARWISH et al., 2011). Yra žinoma, kad naudojant trąšas su makro- ir mikroelementais keičiasi eterinių aliejų kiekybinė ir kokybinė sudėtis (ALIZADEH et al., 2010).

Buvo nustatyta, kad humuso kiekis statistiškai patikimai ( $p < 0,05$ ) teigiamai koreliavo su eterinio aliejaus kiekiu (7 lentelė). Didesnis humuso kiekis dirvožemyje pagerina augalų augimą, sumažina stresorių poveikį, pagerina dirvožemio struktūrą, padeda geriau pasisavinti augalams reikalingus elementus bei mažina toksinį sunkiųjų metalų poveikį (ALBARYAK & CAMAS, 2005; PICCOLA et al., 1992; CHEN & AVAID, 1990; FORTUN et al., 1989). Todėl šios humuso savybės gali teigiamai įtakoti intensyvesnę eterinio aliejaus sintezę ir jo kaupimąsi *T. pulegioides* antžeminėje dalyje. Didžiausias vidutinis *T. pulegioides* eterinio aliejaus kiekis buvo nustatytas 3' klasterio augavietėse, kurių dirvožemiuose vidutinis humuso kiekis taip pat buvo didelis lyginant su kitais augaviečių klasteriais (3 ir 4 lentelės). Portugalijoje tiriant *Thymus mastichina* rūšį nustatyta, kad patręšus azoto, kalio ir fosforo trąšomis augalų sintetiamo eterinio aliejaus kiekis padidėjo. Buvo nustatyta, kad tręšimas kalio trąšomis padidino eterinio aliejaus kiekį ožiažolėje (*Pimpinella anisum* L.) bei kmynuose (*Carum carvi* L.) (ALWAK, 2010; EZZ-EL DIN et al., 2010).

Raudonėlius (*Origanum vulgare* L.) tręšiant per lapus humine rūgštinti su kalio trąšomis, buvo gautas didesnis eterinio aliejaus derlius nei netręšiant (SAID AL-AHL et al., 2009; SAID AL-AHL & HUSSEIN, 2010). Mūsų tyrime tarp eterinio aliejaus kiekio ir bendrojo bei judriojo kalio, bendrojo bei judriojo fosforo statistiškai patikimų koreliacinių ryšių nustatyta nebuvo (7 lentelė). Tręšimas fosforu padidino eterinio aliejaus derlių snapučiuose (*Pelargonium* sp.) (PRASAD et al., 2012). Didesni fosforo ir kalio kiekiai dirvožemyje nevisuomet skatina eterinio aliejaus sintezę.

7 lentelė. Koreliaciniai ryšiai (Spirmeno koreliacijos koeficientai) tarp eterinio aliejaus kiekio ir pagrindinių cheminių elementų *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose bei dirvožemio cheminės sudėties (humuso, judriojo kalio (K<sub>2</sub>O) judriojo fosforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ir 15 cheminių elementų) ir pH. Chemotipus lemiantys junginiai, jų pirmtakai ir biogenetiškai susiję junginiai bei statistiškai patikimi koreliacijos koeficientai pajuodinti.

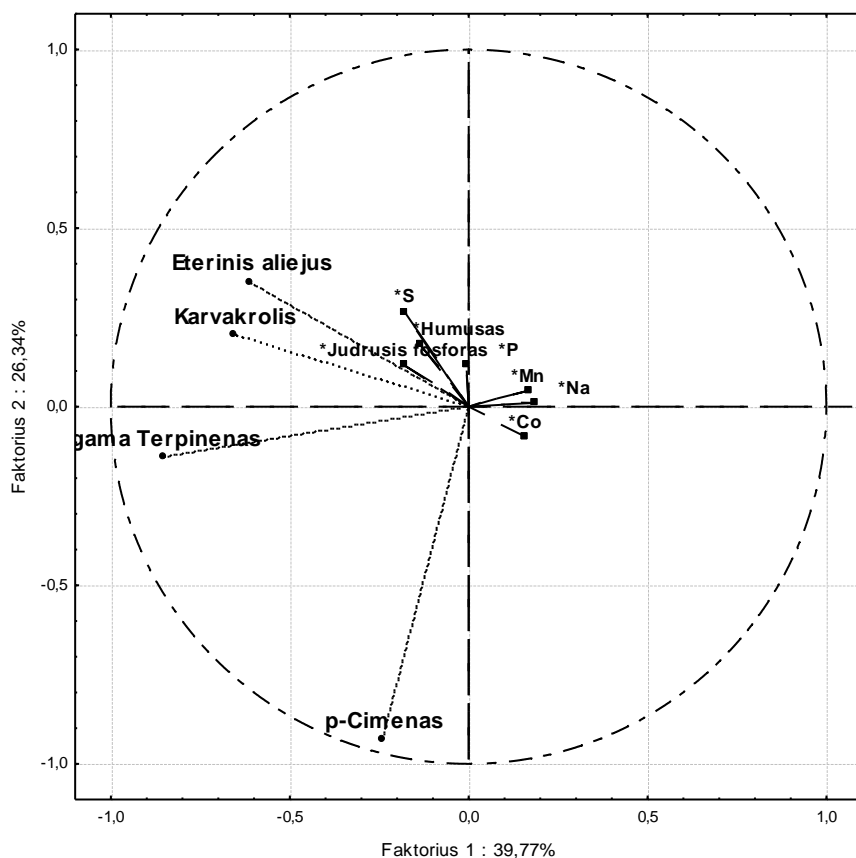
Cheminiai junginiai	Humusas, %	pH <sub>KCl</sub>	K <sub>2</sub> O, mg/kg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , mg/kg	Cheminiai elementai, mg/kg														
					Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Co	S	Si	Ti	Zn	Cl
Eterinio aliejaus kiekis (%)	<b>0,18</b>	0,14	0,02	0,15	-0,16	0,13	-0,07	-0,16	-0,14	-0,02	-0,22	-0,06	0,08	-0,32	0,00	0,04	-0,12	-0,04	-0,02
<b>Karvakrolis</b>	0,10	0,01	-0,08	<b>0,18</b>	0,08	0,13	0,06	0,13	0,09	0,14	-0,03	-0,20	0,07	-0,08	<b>0,27</b>	-0,16	0,13	0,08	0,00
<b>Timolis</b>	0,04	-0,14	0,15	0,12	-0,01	-0,05	-0,12	-0,08	-0,07	-0,07	-0,03	-0,04	0,16	-0,06	-0,12	0,12	-0,13	-0,12	0,10
<b>p-Cimėnas</b>	-0,12	0,02	0,01	-0,16	0,00	0,06	-0,04	-0,02	-0,03	-0,05	-0,10	-0,07	-0,18	0,02	-0,20	0,00	-0,11	-0,10	0,13
<b>γ-Terpinėnas</b>	0,07	-0,04	0,01	<b>0,23</b>	-0,06	0,04	-0,13	-0,11	-0,12	-0,15	-0,12	0,08	0,02	-0,14	0,13	0,02	-0,09	-0,04	-0,06
<b>Geraniolis</b>	-0,19	0,05	-0,02	0,04	-0,13	-0,10	-0,07	-0,11	-0,05	-0,09	-0,02	<b>0,18</b>	0,04	0,07	-0,16	0,14	0,02	0,08	-0,22
<b>Geranialis</b>	-0,20	0,03	-0,03	-0,02	-0,11	-0,13	-0,07	-0,12	-0,04	-0,10	0,00	<b>0,19</b>	-0,06	0,14	-0,23	0,17	-0,02	-0,09	-0,20
<b>Nerolis</b>	-0,16	-0,05	-0,05	-0,06	-0,10	-0,22	-0,10	-0,12	-0,04	-0,16	0,03	<b>0,22</b>	0,06	0,15	-0,25	<b>0,23</b>	-0,03	-0,01	-0,20
<b>Neralis</b>	-0,17	-0,05	-0,03	-0,05	-0,09	-0,19	0,10	0,11	-0,03	-0,14	0,03	<b>0,19</b>	0,06	0,15	-0,24	0,20	-0,02	-0,09	-0,20
<b>Linolis</b>	0,03	-0,03	0,05	0,16	-0,01	0,02	0,06	0,01	-0,02	0,04	-0,06	0,14	0,06	-0,04	0,08	-0,02	-0,06	-0,02	0,09
<b>α-Terpinilo acetatas</b>	-0,10	0,00	0,08	0,14	0,09	0,07	-0,08	-0,07	-0,09	0,03	-0,03	0,12	-0,01	0,08	-0,01	-0,04	-0,09	-0,04	0,06
Mircėnas	-0,04	-0,05	-0,01	-0,05	-0,12	0,08	-0,16	-0,10	-0,22	-0,02	-0,05	0,01	0,01	-0,10	0,06	0,02	-0,18	-0,08	0,04
Thymolio metilo eteris	-0,04	0,07	-0,13	-0,01	0,00	0,05	-0,15	-0,03	-0,09	-0,08	0,02	0,03	0,06	0,04	-0,08	0,11	-0,09	-0,06	0,07
Karvakrolis metilo eteris	0,06	0,04	0,07	-0,12	0,09	0,03	0,05	0,06	0,05	0,06	0,00	-0,09	0,01	-0,01	-0,06	-0,04	-0,01	-0,04	0,09
β-Kariofilėnas	0,13	0,05	0,09	0,05	<b>0,18</b>	0,01	<b>0,22</b>	<b>0,20</b>	<b>0,20</b>	0,08	0,16	-0,16	<b>0,17</b>	0,14	0,16	-0,11	<b>0,20</b>	0,16	0,10
β-Bisabolėnas	0,08	0,05	-0,05	0,00	0,15	0,00	0,12	0,15	0,12	0,04	<b>0,19</b>	-0,15	0,13	0,16	0,07	0,06	0,15	0,13	0,12
Kariofileno oksidas	-0,22	0,03	0,03	-0,24	0,00	-0,11	-0,06	-0,01	0,03	-0,01	-0,03	0,05	-0,19	<b>0,22</b>	-0,33	0,12	-0,01	-0,15	0,07
α-Tujėnas	0,01	0,00	0,03	0,1	0,01	0,08	-0,09	-0,01	-0,05	0,04	-0,04	-0,13	0,08	-0,09	0,01	-0,03	-0,06	0,05	0,02

7 lentelės tęsinys kitame puslapyje

## 7 lentelės tęsinys

Cheminiai junginiai	Humusas, %	pH <sub>KCl</sub>	K <sub>2</sub> O, mg/kg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , mg/kg	Cheminiai elementai, mg/kg														
					Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Co	S	Si	Ti	Zn	Cl
α-Pinenas	-0,05	-0,06	-0,03	-0,09	0,0	0,08	-0,12	-0,03	-0,09	-0,01	-0,07	-0,04	-0,09	-0,04	-0,05	-0,01	-0,13	-0,03	0,09
1-Okten-3-olis	-0,04	0,01	-0,15	-0,06	<b>-0,18</b>	0,13	-0,22	-0,13	<b>-0,24</b>	0,04	0,11	0,12	-0,14	<b>-0,18</b>	0,01	0,00	<b>-0,23</b>	-0,12	0,06
α-Terpinenas	0,03	-0,03	-0,03	<b>0,21</b>	-0,05	0,02	-0,15	-0,01	-0,11	-0,06	-0,08	-0,1	0,16	-0,14	0,07	0,05	-0,1	-0,07	-0,02
Limonenas	0,08	0,00	0,09	0,12	0,02	0,09	-0,05	0,05	-0,03	0,04	-0,02	-0,09	0,07	-0,05	0,15	-0,06	-0,05	0,00	0,07
Z-β-Ocimenas	0,15	0,02	0,07	<b>0,20</b>	0,10	0,13	0,03	0,08	0,03	0,11	0,03	-0,05	<b>0,18</b>	-0,10	<b>0,27</b>	-0,12	0,05	0,10	0,07
E-β-Ocimenas	-0,06	-0,04	-0,08	0,10	-0,05	-0,01	-0,12	-0,04	-0,13	-0,06	0,03	-0,02	0,02	-0,07	0,03	0,07	-0,06	-0,08	0,01
Sabineno hidratas	0,07	0,05	0,05	0,00	0,08	0,01	0,03	0,05	-0,03	-0,03	0,00	-0,17	0,06	-0,06	0,09	0,01	-0,04	0,00	0,06
α-Terpineolis	-0,06	0,09	0,04	0,15	<b>-0,20</b>	0,04	-0,04	-0,14	-0,15	0,02	<b>-0,21</b>	0,03	-0,14	-0,09	-0,04	0,05	-0,17	-0,15	-0,04
Epi-α-Mourololis	-0,15	-0,07	-0,15	-0,13	-0,10	-0,12	<b>-0,21</b>	-0,14	-0,03	-0,09	-0,04	0,06	-0,17	0,05	<b>-0,28</b>	<b>0,21</b>	-0,10	<b>-0,23</b>	<b>0,28</b>
β-Bourbonenas	<b>-0,19</b>	0,10	-0,09	-0,08	-0,09	-0,04	-0,09	-0,08	-0,04	-0,03	0,02	0,07	-0,13	0,16	-0,17	0,09	-0,02	-0,07	-0,01
Cis-β-Guaienas	0,06	0,11	0,05	0,10	0,13	0,07	<b>0,20</b>	0,15	0,03	0,03	-0,14	-0,14	<b>0,19</b>	0,16	<b>0,20</b>	<b>0,17</b>	<b>0,18</b>	<b>0,25</b>	-0,06
Borneolis	<b>-0,20</b>	0,10	-0,12	-0,12	-0,09	0,12	-0,02	-0,11	-0,11	-0,05	-0,06	-0,03	-0,10	-0,05	-0,08	0,03	-0,16	0,00	-0,02

Tręšimas azoto, fosforo ir kalio trąšomis nepaskatino eterinio aliejaus sintezės *Ocimum basilicum* rūšyje Irake (MANSOORKHANI-ROGHAYE et al., 2012). Patikimų koreliacinių ryšių taip pat nebuvo nustatyta tarp kalio bei fosforo kiekių dirvožemyje ir eterinio aliejaus kiekio *Origanum compactum* augaluose Maroke (BAKHY et al., 2014). Mūsų tyrimai parodė, kad mangano ir kobalto kiekis *T. pulegioides* augaviečių dirvožemyje patikimai ( $p < 0,05$ ) neigiamai koreliavo su eterinio aliejaus kiekiu (7 lentelė). Didžiausi vidutiniai eterinio aliejaus kiekiai buvo nustatyti augaviečių 3' ir 2' klasteriuose (3 lentelė); tuo tarpu vidutiniai mangano ir kobalto kiekiai dirvožemyje šiuose augaviečių klasteriuose buvo mažiausi (7 lentelė). Neigiamą ryšį tarp eterinio aliejaus kiekio ir mangano bei kobalto kiekio dirvožemyje parodė ir PCA analizė (7 pav.). Į PCA analizę buvo įtraukiami tik eterinio aliejaus kiekis ir pagrindiniai chemotipus lemiantys junginiai, kurie patikimai koreliavo su dirvožemio chemine sudėtimi. Galima daryti prielaidą, kad didesni kobalto ir mangano kiekiai dirvožemyje gali blokuoti eterinių aliejų sintezę *T. pulegioides* augaluose. Didesnis sieros kiekis dirvožemyje paskatino eterinio aliejaus sintezę bazilikuose (ZHELJAZKOV et al., 2008).



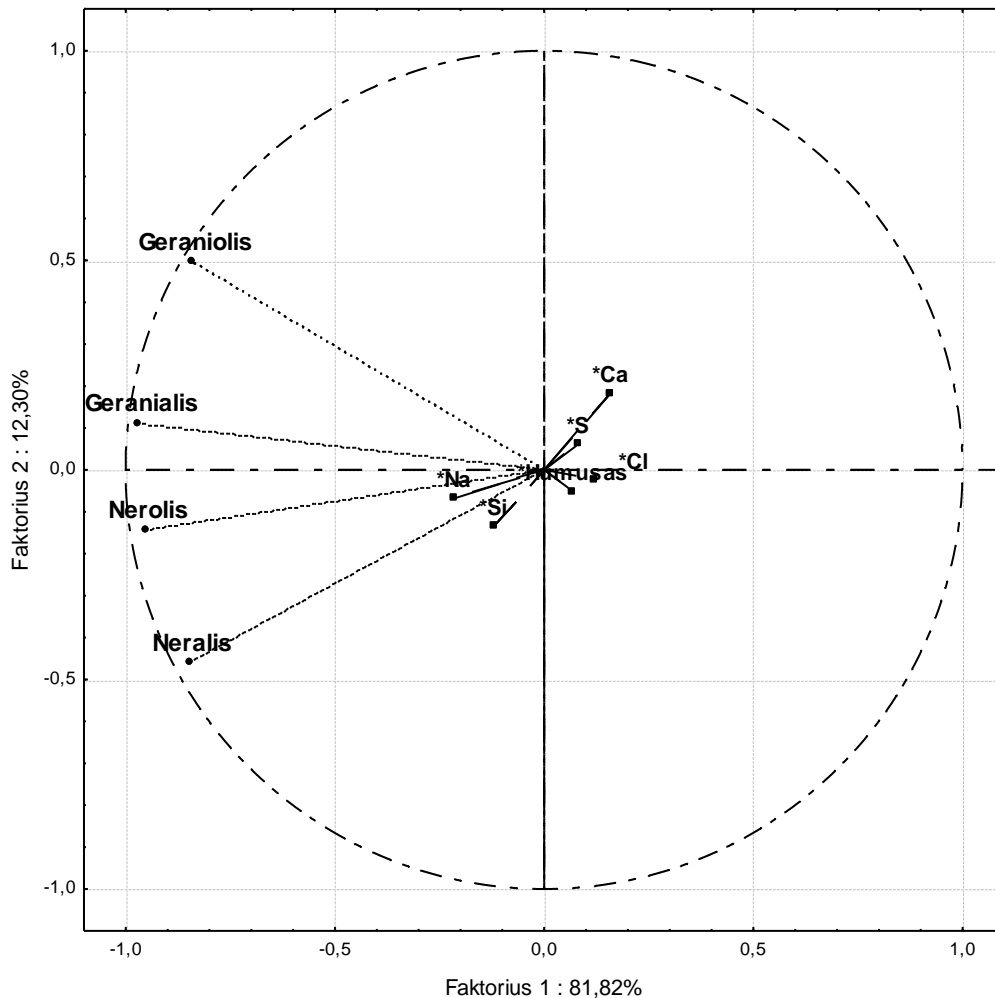
7 pav. Humuso kiekio, judriojo fosforo ir dirvožemio cheminių elementų: mangano (Mn), natrio (Na), sieros (S), kobalto (Co) ir fosforo įtaka *T. pulegioides* eterinio aliejaus kiekiui ir p-cimėno,  $\gamma$ -terpinėno bei karvakrolis kiekiams jame.

Mūsų tyrime tarp sieros kiekio dirvožemyje ir eterinio aliejaus kiekio *T. pulegioides* augaluose nėra koreliacinio ryšio (7 lentelė). Tręšiant geležies ir zinko preparatais per lapus padidėjo eterinio aliejaus kiekis vaistinėse ramunėlėse (*Matricaria chamomilla*) (NASIRI et al., 2011). *T. vulgaris* augalus papildomai per lapus tręšiant geležies preparatais sintetinamo eterinio aliejaus kiekis sumažėjo (JABBARI et al., 2011). Tarp *T. pulegioides* eterinio aliejaus kiekio ir geležies kiekio šios *Thymus* genties rūšies augaviečių dirvožemiuose taip pat buvo neigiamas koreliacinis ryšys, tačiau – nepatikimas (7 lentelė).

Mūsų tyrime buvo nustatyta, kad geraniolis ir geranialis patikimai ( $p < 0,05$ ) neigiamai koreliavo su humuso kiekiu *T. pulegioides* augaviečių

dirvožemyje. Geraniolis ir geranialis dominavo 1' klasteryje, kuriame nustatyta ir mažiausia vidutinė humuso reikšmė (3 ir 4 lentelės). Kiti su geranioliu biogenetiškai susiję junginiai – nerolis ir neralis – su humusu taip pat koreliavo neigiamai, tačiau šis koreliacinis ryšys nebuvo statistiškai patikimas (7 lentelė). Pagrindinių komponentų analizė taip pat parodė, kad tarp geraniolio bei su juo biogenetiškai susijusių junginių ir humuso yra neigiamas ryšys: augavietėse su didesniu humuso kiekiu dirvožemyje buvo nustatyti mažesni geraniolio chemotipą lemiančių cheminių junginių ketverto kiekiai *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose (8 pav.). Remiantis šiais duomenis galima teigti, kad geraniolio chemotipo individams labiau palankios tos augavietės, kurių dirvožemyje humuso kiekis yra mažesnis. Tyrimai parodė neigiamus koreliacinius ryšius tarp kalcio kiekio dirvožemyje ir pagrindinių *T. pulegioides* geraniolio chemotipo komponentų, tačiau statistiškai patikimas ( $p < 0,05$ ) jis buvo tik su neroliu ir neraliu (7 lentelė). PCA analizė taip pat parodė, kad didėjant kalcio kiekiui dirvožemyje, neralio ir nerolio kiekiai eteriniuose aliejuose mažėja (8 pav.). Todėl galima manyti, kad *T. pulegioides* geraniolio chemotipo individai labiau linkę įsikurti augavietėse su mažesniu kalcio kiekiu dirvožemyje. Atlikti *T. pulegioides* augaviečių tyrimai parodė, kad didesnis natrio kiekis dirvožemyje gali skatinti, o didesni sieros ir chloro kiekiai – slopinti geraniolio, geranialio, nerolio ir neralio sintezę: tarp šių junginių kiekio eteriniame aliejuje ir natrio bei sieros ir chloro kiekio dirvožemyje buvo atitinkamai nustatyti patikimi ( $p < 0,05$ ) teigiami ir neigiami koreliaciniai ryšiai (nepatikimas buvo tik ryšys tarp geraniolio ir sieros) (7 lentelė). Tokius ryšius patvirtino ir atlikta PCA analizė (8 pav.).





8 pav. Humuso kiekio ir dirvožemio cheminių elementų kalcio (Ca), sieros (S), chloro (Cl), natrio (Na) ir silicio (Si) įtaka geraniolio ir su juo biogenetiškai susijusių junginių (geranialio, nerolio, neralio) kiekiams *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose.

Augaviečių 1' klasteryje, kuriame buvo nustatyti didžiausi geraniolio ir su juo biogenetiškai susijusių junginių vidurkiai, buvo nustatytas ir didžiausias vidutinis natrio kiekis bei mažiausias vidutinis chloro kiekis dirvožemyje (3 ir 6 lentelės). Galima daryti prielaidą, kad augavietės, kurių dirvožemyje yra didesnis natrio kiekis gali būti labiau palankios *T. pulegioides* geraniolio chemotipo individams, o jei dirvožemyje didesnis chloro kiekis mažiau palankios šio chemotipo individams.

Mūsų tyrimų rezultatai parodė, kad karvakrolio,  $\gamma$ -terpineno kiekis *T. pulegioides* eteriniame aliejuje patikimai ( $p < 0,05$ ) teigiamai koreliuoja su judriojo fosforo kiekiu *T. pulegioides* augaviečių dirvožemyje (7 lentelė). PCA analizė taip pat parodė, kad tarp judriojo fosforo kiekio dirvožemyje ir karvakrolio, vieno iš *T. pulegioides* fenolinių chemotipų pagrindinio jungimo, bei jo „pirtako“  $\gamma$ -terpineno kiekio eteriniame aliejuje yra teigiamas ryšys (7 pav.). Didžiausias vidutinis judriojo fosforo kiekis dirvožemyje bei didžiausi karvakrolio ir  $\gamma$ -terpineno vidutiniai kiekiai eteriniame aliejuje nustatyti tame pačiame 3' klasteryje (3 ir 4 lentelės). Atliekant tręšimo, naudojant skirtingus tręšimo lygius 500 mg/kg, 1000 mg/kg ir 1500 mg (šių trąšų sudėtis: 20 % azoto, 20 % fosforo ir 20 % kalio bei nedideliais kiekiais Fe, Mn, B, Zn ir Cu) įtakos kokybinei *Satureja hortensis* eterinių aliejų sudėčiai tyrimus, eterinio aliejaus pagrindinio komponento karvakrolio daugiausiai susikaupė nenaudojant trąšų, o  $\gamma$ -terpineno didžiausias kiekis buvo gautas panaudojus mažiausią tręšimo (500 mg/kg) normą (ALIZADEH et al., 2010). Didesnis natrio kiekis slopina karvakrolio sintezę, o didesnis sieros kiekis – skatina (7 lentelė). Tai patvirtina ir PCA analizė (7 pav.). *T. pulegioides* augaviečių 3' klasteryje, kuriame buvo fiksuotas didžiausias vidutinis karvakrolio kiekis eteriniame aliejuje, buvo didžiausias ir vidutinis sieros kiekis dirvožemyje (3 ir 6 lentelės). Vadinasi didesnis sieros kiekis dirvožemyje skatina karvakrolio chemotipo plitimą. Karvakrolio kiekis *Thymus pannonicus* eteriniame aliejuje teigiamai koreliavo su geležies ir sieros kiekiu dirvožemyje (PLUHAR et al., 2005). Mūsų tyrimai neparodė patikimo ryšio tarp šio junginio kiekio *T. pulegioides* eteriniame aliejuje ir geležies kiekio dirvožemyje, nors koreliacinis ryšys ir buvo teigiamas (7 lentelė). Bendrojo fosforo kiekis augaviečių dirvožemyje turėjo patikimai ( $p < 0,05$ ) neigiamos įtakos p-cimeno, kito karvakrolio „pirtako“, kiekiui eteriniame aliejuje. Tai patvirtina ir PCA analizė (7 pav.). Timolio ir p-cimeno kiekiai *T. pannonicus* eteriniame aliejuje atitinkamai teigiamai ir neigiamai koreliavo su mangano kiekiu dirvožemyje (PLUHAR et al., 2005). Mūsų tyrimai parodė nepatikimą neigiamą koreliacinį ryšį tarp timolio bei p-cimeno kiekio *T. pulegioides* eteriniame aliejuje ir

mangano kiekio dirvožemyje. Buvo nustatytas statistiškai patikimas neigiamas koreliacinis ryšys tarp vario kiekio dirvožemyje ir p-cimeno kiekio *T. pannonicus* eteriniame aliejuje (PLUHAR et al., 2005). Mūsų tyrimai taip pat parodė, kad tose augavietėse, kurių dirvožemyje buvo daugiau vario, *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose buvo nustatytas mažesnis p-cimeno kiekis (3 ir 6 lentelės); tačiau šis neigiamas koreliacinis ryšys buvo silpnas ir statistiškai nepatikimas (7 lentelė). Z.S Pluhar ir kiti (2005) nustatė teigiamą koreliacinį ryšį tarp humuso kiekio dirvožemyje ir timolio kiekio *Thymus pannonicus* eteriniame aliejuje. Slovakijoje tarp timolio kiekio *T. pulegioides* eteriniame aliejuje ir judriojo kalio dirvožemyje buvo nustatytas patikimas neigiamas koreliacinis ryšys (MÁRTONFI et al., 1994). Tuo tarpu timolio kiekis *Thymus pannonicus* eteriniame aliejuje teigiamai koreliavo su kalio kiekiu dirvožemyje. Mūsų tyrime nebuvo nustatyta dirvožemyje esančių cheminių elementų įtaka timolio sintezei *T. pulegioides* augaluose (7 lentelė). Irane per lapus papildomai zinku, variu, manganu ir geležimi ( $Fe_3 Cu_3 Zn_3 Mn_3$ ) tręšiant vaistinį čiobrelį (*Thymus vulgaris*) buvo gauti didesni karvakrolio ir timolio kiekiai (YADEGARI, 2015). Literatūros duomenimis, kalkinguose dirvožemiuose labiau linkę plisti Lamiaceae šeimos augalai, kurių eteriniuose aliejuose dominuoja fenoliniai junginiai (KOKKINI & VAKOU, 1989). Papildomai tręšiant kalciu, padidėjo karvakrolio kiekis šalavijų (*Satureja hortensis*) eteriniame aliejuje (MUMIVAND et al., 2011). Mūsų tyrime karvakrolio kiekis *T. pulegioides* eteriniame aliejuje ir kalcio kiekis dirvožemyje koreliuoja teigiamai, tačiau šis ryšys statistiškai nepatikimas (7 lentelė).

Slovakijoje nustatyta, kad judriojo fosforo kiekis dirvožemyje patikimai teigiamai koreliuoja su linalolio kiekiu *T. pulegioides* eteriniame aliejuje (MÁRTONFI et al., 1994). Tuo tarpu mūsų tyrimai parodė, kad linalolio kiekis eteriniame aliejuje patikimai nekoreliavo su judriojo fosforo kiekiu dirvožemyje (7 lentelė). Didesnis kalio kiekis dirvožemyje padidino linalolio kiekį bazilikų eteriniame aliejuje (NURZYNSKA-WIEDARK & BOROWSKI, 2011). Buvo nustatyta, kad tręšimas kalio trąšomis padidino linalolio kiekį

kmynuose (*Carum carvi* L.) (EZZ-EL DIN et al., 2010). Linalolio kiekis *T. pannonicus* eteriniame aliejuje stipriai neigiamai koreliavo su sieros kiekiu dirvožemyje (PLUHAR et al., 2005). Tuo tarpu mūsų tyrime tarp linalolio kiekio ir sieros nustatytas labai silpnas koreliacinis ryšys, kuris yra nepatikimas (7 lentelė). Savo tyrime mes nenustatėme dirvožemio cheminės sudėties įtakos linalolio ir  $\alpha$ -terpinilo acetato sintezei *T. pulegioides* eteriniame aliejuje ir šių chemotipų plitimui (7 lentelė).

Humuso kiekis *T. pulegioides* augaviečių dirvožemyje patikimai ( $p < 0,05$ ) neigiamai koreliavo su kariofileno oksido, borneolio ir  $\beta$ -bourboneno kiekiu šių augalų eteriniame aliejuje (7 lentelė). Tiriant *T. pannonicus* rūšį buvo nustatyta, kad borneolio kiekis patikimai teigiamai koreliavo su kalio kiekiu dirvožemyje (PLUHAR et al., 2005). Tuo tarpu *T. pulegioides* rūšyje judriojo kalio ir bendrojo kalio kiekiai dirvožemyje su borneolio kiekiu eteriniame aliejuje koreliavo neigiamai, tačiau nepatikimai (7 lentelė). Mūsų tyrimų rezultatai parodė, kad  $\alpha$ -terpineno ir Z-( $\beta$ )-ocimeno kiekis *T. pulegioides* eteriniame aliejuje patikimai ( $p < 0,05$ ) teigiamai, o kariofileno oksido neigiamai koreliavo su judriojo fosforo kiekiu *T. pulegioides* augaviečių dirvožemyje. Portugalijoje tiriant *Thymus mastichina* rūšį nustatyta, kad pataręšus azoto, kalio ir fosforo trąšomis didesni  $\alpha$ -terpineno ir E-( $\beta$ )-ocimeno kiekiai yra netaręšiant (MIGUEL et al., 2004). Bendrojo kalio kiekis patikimai ( $p < 0,05$ ) neigiamai koreliavo su mirceno bei 1-okten-3-olio kiekiu eteriniame aliejuje ir patikimai ( $p < 0,05$ ) teigiamai – su  $\beta$ -kariofileno kiekiu eteriniame aliejuje (7 lentelė). Bendrojo fosforo kiekis augaviečių dirvožemyje dar turėjo patikimai ( $p < 0,05$ ) teigiamos įtakos  $\beta$ -kariofieleno ir cis- $\beta$ -guaieno kiekiui (6 lentelė). Tyrimai parodė, kad mangano kiekis *T. pulegioides* augaviečių dirvožemyje patikimai ( $p < 0,05$ ) teigiamai koreliavo su  $\beta$ -bisaboleno kiekiu *T. pulegioides* eteriniame aliejuje, tačiau neigiamai su  $\alpha$ -terpineolio kiekiu eteriniame aliejuje (7 lentelė). Didesnis kobalto kiekis gali blokuoti 1-okten-3-olio ir skatinti kariofileno oksido sintezę, kadangi buvo nustatyti atitinkamai patikimi ( $p < 0,05$ ) neigiami ir teigiami koreliaciniai ryšiai (7 lentelė). Buvo

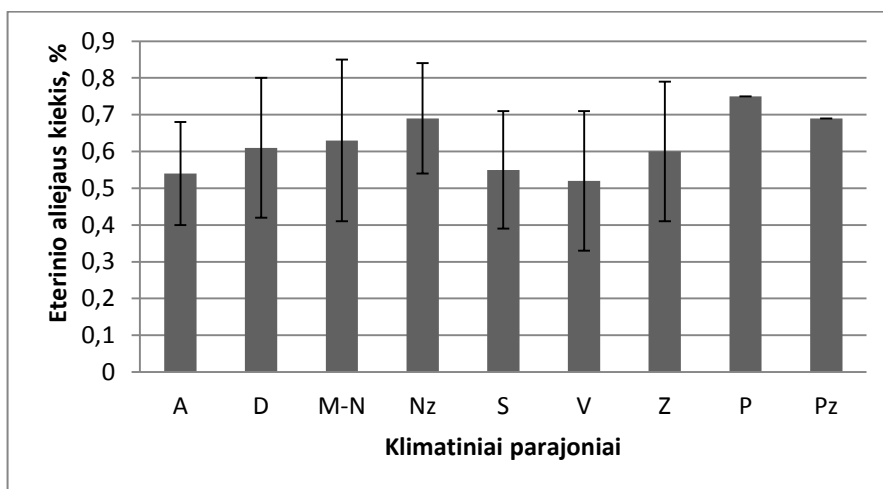
nustatytas patikimas ( $p < 0,05$ ) teigiamas koreliacinis ryšys tarp  $\beta$ -kariofileno kiekio eteriniame aliejuje ir geležies, vario, aliuminio, bendrojo fosforo ir titano kiekių dirvožemyje (7 lentelė). Tyrimai parodė, kad tarp cinko kiekio dirvožemyje ir cis- $\beta$ -guaieno bei epi- $\alpha$ -mourololio kiekio *T. pulegioides* eteriniame aliejuje yra atitinkamai patikimi ( $p < 0,05$ ) teigiami ir neigiami koreliaciniai ryšiai (7 lentelė). Galima būtų manyti, kad cinkas aktyvuoja fermentus, cis- $\beta$ -guaieno reikalingus sintezei, ir slopina fermentų, reikalingų epi- $\alpha$ -mourololio sintezei, veiklą. Buvo nustatyta, kad tręšimas kalio trąšomis padidino limoneno kiekį kmynuose (*Carum carvi* L.) (EZZ-EL DIN et al., 2010). Mūsų tyrime dirvožemio cheminės sudėties įtaka šio junginio kiekiui eteriniame aliejuje nustatyta nebuvo (7 lentelė).

Skirtingų augalų rūšių eterinių aliejų sintezei dirvožemio cheminės savybės gali daryti skirtingą įtaką, nes rūšių fiziologiniai mechanizmai šiek tiek skiriasi. Be to eterinių aliejų sintezės mechanizmas nėra iki galo ištyrinėtas (NURZYNSKA-WIERDAK, 2013). Kaip buvo matyti iš aukščiau cituotų literatūrinių šaltinių, tas pats dirvožemio cheminis elementas ar tręšimas tokiomis pačiomis trąšomis nevienodai įtakoja skirtingų augalų rūšių eterinių aliejų kiekybinę ir/ar kokybinę sudėtį. Remiantis mūsų atliktais tyrimais galima būtų teigti, kad dirvožemio cheminės savybės gali turėti įtakos *T. pulegioides* eterinių aliejų kiekybinei sudėčiai. Dirvožemyje esantys cheminiai elementai, dalyvaudami augaluose vykstančiuose įvairiuose biocheminiuose procesuose, gali vienaip ar kitaip įtakoti į eterinių aliejų sudėtį įeinančių cheminių junginių sintezę, o tokiu būdu ir jų kiekybinę sudėtį *T. pulegioides* eteriniame aliejuje. Taip pat skirtingi dirvožemio cheminiai elementai, teigiamai arba neigiamai įtakodami individo chemotipą lemiančių eterinių aliejų cheminių junginių sintezę, gali turėti įtakos *T. pulegioides* chemotipų paplitimui erdvėje ir vieno ar kito chemotipo individų dominavimui atitinkamos dirvožemio cheminės sudėties augavietėse.

### **3.5. Klimatinių veiksnių įtaka *Thymus pulegioides* eterinių aliejų kiekybinei ir kokybinei sudėčiai, bei chemotipų paplitimui**

Eterinių aliejų kiekybinės ir kokybinės sudėties skirtumus rūšių viduje gali įtakoti tokie klimatiniai veiksniai, kaip temperatūra, kritulių kiekis ir saulės spinduliuotė (SANGWAN et al., 2001; AFSHARYPUOR & AZRBAYEJANY, 2006; FARHAT et al., 2016). Skirtingose Lietuvos klimatinuose parajonuose temperatūra, kritulių kiekis, saulės spindėjimo valandų skaičius ir fotoaktyvioji saulės spinduliuotė (FAR) laikotarpyje nuo keturbriaunio čiobrelis vegetacijos pradžios (balandžio mėn.) iki žydėjimo (liepos mėn.) šiek tiek skiriasi. Labiausiai varijuojanti klimatinis parametras – kritulių kiekis (8 lentelė). Vienfaktorinė dispersinė analizė parodė, kad Lietuvos klimatiniai parajoniai statistiškai reikšmingai skyrėsi pagal suminę temperatūrą ir suminį saulės spindėjimo valandų skaičių balandžio–liepos mėnesiais (9 lentelė). Pritaikius Tjūkio kriterijų buvo nustatyta, kad pagal suminę temperatūrą Nemuno žemumos klimatinis parajonis statistiškai reikšmingai skyrėsi nuo Žemaičių, Ventos ir Pajūrio klimatinių parajonių. Pagal suminį saulės spindėjimo valandų skaičių Dzūkijos klimatinis parajonis statistiškai reikšmingai skyrėsi nuo Žemaičių, Pajūrio ir Pajūrio žemumos klimatinių parajonių.

Lyginant klimacinius parajonius, didžiausias vidutinis eterinio aliejaus kiekis buvo nustatytas Pajūrio  $0,75 \pm 0,00$  %, o mažiausias – Ventos klimaciniame parajonyje  $0,52 \pm 0,19$  % (9 pav.).



9 pav. Eterinio aliejaus vidutinis kiekis skirtingų Lietuvos klimatinių parajonių *T. pulegioides* populiacijose.

Paaiškinimai: A – Aukštaitijos klimatinis parajonis, D – Dzūkijos, M-N – Mūšos Nevėžio, Nz–Nemuno žemumos, S – Sūduvos, V – Ventos, Z – Žemaitijos, P – Pajūrio, Pz – Pajūrio žemumos.

Karvakrolis dominavo 7-iuose Lietuvos klimatiniuose parajonuose. Daugiausia karvakrolio buvo nustatyta Sūduvos, o mažiausia – Aukštaitijos klimatiniame parajonyje (10 lentelė). Didžiausi timolio kiekiai buvo nustatyti Pajūrio ir Pajūrio žemumos klimatinių parajonių *T. pulegioides* augavietėse: šiuose dviejuose parajonuose buvo nustatytas timolio dominavimas. Pajūrio ir Pajūrio žemumos klimatiniuose parajonuose buvo tik po vieną augavietę (Pajūrio klimatiniam parajoniui priskiriama augavietė nr.128, o Pajūrio žemumos – nr.131), todėl šiose augavietėse augusių *T. pulegioides* eterinių aliejų cheminė sudėtis pateikta tik 2 priedo lentelėje. Mažiausi timolio vidutiniai kiekiai, nesiekiantys 1 % buvo nustatyti Nemuno žemumos, Ventos ir Sūduvos klimatiniuose parajonuose. Daugiausiai  $\gamma$ -terpineno kaupė Žemaičių, o mažiausiai Ventos klimatinio parajonio augaviečių *T. pulegioides* augalai, o p-cimeno – daugiausiai Aukštaitijos klimatinio parajonio augaviečių *T. pulegioides* augalai (10 lentelė). Įdomu tai, kad  $\gamma$ -terpineno, kaip ir p-cimeno, mažiausi kiekiai buvo nustatyti Ventos klimatiniame parajonyje: šio monoterpeno vidutinis kiekis šiame parajonyje augančių *T. pulegioides*

eteriniuose aliejuose nesiekė nei 1 %, o tai 10 – 17 kartų mažiau lyginat su kitais parajoniais. Timolio kiekiai labiausiai variavo iš visų prieš tai aptartų 4 cheminių junginių. Labiausiai timolio kiekiai variavo Nemuno žemumos klimatiniam parajonyje, o mažiausiai – Aukštaitijos. Karvakrolio kiekiai mažiausiai variavo Sūduvos klimatiniam parajonyje, o daugiausiai – Ventos. Fenolių pirmtakų kiekiai mažiausiai variavo Sūduvos klimatiniam parajonyje. Beveik visuose klimatinuose parajonuose p-cimeno kiekiai variavo labiau nei  $\gamma$ -terpineno, išskyrus Ventos (10 lentelė). Timolio metilo eterio kiekiams, kaip ir paties timolio kiekiams būdingas didelis variavimas: variacijos koeficientai daug kur viršija 100 %. Tuo tarpu karvakrolio metilo eterio kiekiai, kaip ir paties karvakrolio kiekiai variavo mažiau lyginat su timoliu ir timolio metilo eteriu. Mažiausi šių eterių kiekiai nustatyti Ventos klimatiniam parajonyje. Didžiausi geraniolio ir geranialio vidutiniai kiekiai buvo nustatyti Ventos, nerolio ir neralio – Aukštaitijos o mažiausi šių geraniolio chemotipą charakterizuojančių junginių vidutiniai kiekiai – Žemaičių klimatiniam parajonyje augusių *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose (10 lentelė). Įdomu tai, jog Pajūrio ir Pajūrio žemumos augavietėse augusių *T. pulegioides* augalų eteriniuose aliejuose visiškai nebuvo nustatyta geraniolinio chemotipo pagrindinių junginių (2 priedo lentelė). Didžiausi vidutiniai linalolio ir  $\alpha$ -terpinilo acetato kiekiai buvo nustatyti Nemuno žemumos ir Mūšos-Nevėžio klimatinuose parajonuose (10 lentelė). Ventos klimatiniam parajonyje  $\alpha$ -terpinilo acetatas visiškai nebuvo nustatytas čia augusių *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose (10 lentelė).



8 lentelė. Temperatūros (T), kritulių kiekio (K), saulės spindėjimo valandų (SS) bei fotoaktyvios saulės spinduliuotės (FAR) vidutinės, maksimalios, minimalios reikšmės, standartiniai nuokrypiai (SD) bei variacijos koeficientai (CV) 2006–2016 metų laikotarpiu.

		Lietuvos klimatinis parajonis										
		A	D	M-N	Nz	V	S	Z	Pz	P		
T <sub>birželis</sub> , °C	Vidurkis ± SD	16,3 ± 1,39	16,4 ± 1,26	16,1 ± 1,42	16,4 ± 1,31	15,1 ± 1,67	16,3 ± 1,26	15,4 ± 1,41	15,9 ± 1,34	15,5 ± 1,34		
	Min-max	14,4–18,4	14,5–18,1	14,3–18,4	14,8–18,4	13,8–17,5	14,5–17,8	13,6–17,5	14,1–17,6	13,3–17,5		
	CV, %	9	8	9	8	11	8	9	8	9		
T <sub>liepa</sub> , °C	Vidurkis ± SD	18,8 ± 1,62	18,9 ± 1,36	18,9 ± 1,54	19,1 ± 1,47	17,8 ± 1,21	18,9 ± 1,36	18,2 ± 1,62	18,8 ± 1,52	18,8 ± 1,33		
	Min-max	16,9–22,0	17,2–21,7	16,9–21,8	17,1–21,7	16,2–19,6	17,2–21,2	16,0–20,9	16,8–21,1	16,8–21,1		
	CV, %	9	7	8	8	7	7	9	8	8		
T <sub>šalandsis-liepa</sub> , °C	Vidurkis ± SD	55,4 ± 2,86	55,8 ± 2,45	55,2 ± 2,68	56,6 ± 2,33	51,6 ± 3,24	56,1 ± 2,13	52,4 ± 2,51	54,6 ± 2,50	52,9 ± 2,02		
	Min-max	50,20–59,9	51,3–60,0	49,7–58,7	51,7–59,4	46,5–54,0	51,5–58,7	46,4–54,8	48,8–57,9	48,2–55,8		
	CV, %	5	4	5	4	6	4	5	5	4		
K <sub>birželis</sub> , mm	Vidurkis ± SD	64,4 ± 39,90	72,6 ± 40,27	64,4 ± 31,77	68,7 ± 28,87	52,9 ± 22,92	75,9 ± 29,26	63,4 ± 24,96	57,2 ± 22,36	49,2 ± 17,37		
	Min-max	20,2–131,4	11,5–136,2	17,9–131,1	17,8–114,9	30,2–83,3	19,0–121,5	28,7–118,0	12,6–92,2	23,5–79,2		
	CV, %	62	55	49	42	43	39	39	39	35		
K <sub>liepa</sub> , mm	Vidurkis ± SD	94,8 ± 28,37	102,1 ± 41,97	94,7 ± 33,50	92,0 ± 35,56	62,4 ± 31,50	114,8 ± 50,26	100,1 ± 49,1	99,23 ± 70,61	87,4 ± 50,5		
	Min-max	52,4–135,0	24,8–165,0	35,3–141,0	44,3–166,0	30,1–165,0	26,8–192,1	21,6–180,7	16,9–286,0	11,0–193,7		
	CV, %	30	41	36	39	50	44	49	71	58		
K <sub>šalandsis-liepa</sub> , mm	Vidurkis ± SD	259,34 ± 59,3	283,0 ± 63,30	250,8 ± 63,51	249,0 ± 63,47	229,4 ± 72,78	292,1 ± 87,88	245,9 ± 64,15	234,59 ± 91,50	214,2 ± 66,76		
	Min-max	166,2–386,8	207,1–388,1	134,8–338,8	149,9–324,8	121,3–275,5	151,2–464,5	125,8–345,9	102,0–454,9	89,3–333,0		
	CV, %	23	22	25	25	32	30	26	39	32		
SS <sub>birželis</sub> , h	Vidurkis ± SD	264,9 ± 48,86	254,4 ± 52,99	266,8 ± 45,59	272,0 ± 55,18	–	282,1 ± 56,18	282,8 ± 42,19	287,1 ± 49,73	295,3 ± 26,26		
	Min-max	180,1–319,3	168,3–321,3	184,8–322,1	192,4–364,2	–	181,8–364,2	207,3–341,7	217,6–353,4	258,2–334,9		
	CV, %	18	21	17	20	–	20	15	23	9		
SS <sub>liepa</sub> , h	Vidurkis ± SD	264,1 ± 49,92	249,9 ± 50,02	272,1 ± 49,94	269,3 ± 52,71	–	273,4 ± 52,13	284,5 ± 49,52	282,5 ± 72,77	284,2 ± 52,37		
	Min-max	177,4–343,5	176,8–342,3	199,3–361,3	186,5–395,5	–	199,9–341,7	222,9–373,1	171,6–396,0	192,6–356,1		
	CV, %	19	20	18	20	–	19	17	26	18		

8 lentelės tęsinys kitame puslapyje

8 lentelės tęsinys

		Lietuvos klimatinis parajonis										
		A	D	M-N	Nz	V	S	Z	Pz	P		
SS <sub>Σbalandis-liepa</sub> , h	Vidurkis ± SD	1007,8 ± 102,93	945,8 ± 59,31	1012,42 ± 77,47	1022,6 ± 91,81	-	1056,6 ± 86,56	1064,0 ± 82,92	1080,2 ± 49,73	1096,3 ± 77,31		
	Min-max	877,8- 1246,5	848,7- 1070,9	870,7-1149,9	895,8-1173,1	-	976,8- 1264,2	959,8-1205,6	851,9-396,0	1008,7-122,8		
	CV, %	10	6	8	9	-	8	8	5	7		
FAR <sub>birzelis</sub> , MJ/m <sup>2</sup>	Vidurkis ± SD	334,7 ± 31,16	-	309,9 ± 43,78	323,7 ± 36,63	307,5 ± 31,94	-	-	331,5 ± 25,44	-		
	Min-max	289,9- 358,3	-	217,7-346,5	261,1-369,8	264,0-339,4	-	-	291,5-371,8	-		
	CV, %	9	-	14	11	10	-	-	8	-		
FAR <sub>liepa</sub> , MJ/m <sup>2</sup>	Vidurkis ± SD	299,3 ± 40,47	-	314,0 ± 22,59	312,8 ± 28,41	306,4 ± 32,93	-	-	319,3 ± 38,48	-		
	Min-max	247,3-345,9	-	280-354,3	270,8-359,8	249,8-348,8	-	-	244,1-369,7	-		
	CV, %	14	-	7	9	11	-	-	12	-		
FAR <sub>Σbalandis-liepa</sub> , MJ/m <sup>2</sup>	Vidurkis ± SD	1154,3 ± 32,0 7	-	1167,0 ± 27,05	1173,5 ± 33,84	1138,83 ± 61,00	-	-	1175,0 ± 105,32	-		
	Min-max	1117,4- 1182,5	-	1118,5- 1202,7	1106,4- 1218,2	1009,00- 1214,0	-	-	909,7-1264,9	-		
	CV, %	3	-	2	3	5	-	-	9	-		

Pastabos: Lietuvos klimatinų parajonių žymėjimai analogiški, kaip ir 4 pav. Ventos klimatiname parajonyje temperatūros duomenys yra 2012–2016 metų, o krituliai – 2008 ir 2013–2016 metų; Aukštaitijos klimatiname parajonyje FAR yra 2013–2016 metų, Mūšos- Nevėžio ir Ventos klimatinuose parajonuose – 2008–2016 metų. Brūkšniai lentelėje reiškia, kad duomenys nebuvo stebėti.

9 lentelė. Lietuvos klimatinių parajonių vienfaktorinės dispersinės analizės pagal temperatūrą (T), kritulių kiekį (K), saulės spindėjimo valandų skaičių (SS) birželio, liepos mėnesiais ir suminius kiekius balandžio–liepos mėnesiais 2006–2016 metų laikotarpiu rezultatai (F – Fišerio kriterijus, p – patikimumas, df – laisvės laipsnis).

Klimatinis faktorius	Lietuvos klimatinių parajonių vienfaktorinės dispersinės analizės rezultatai		
	F	p	df
$T_{\text{birželis}} (^{\circ}\text{C})$	1,52	0,10	8
$T_{\text{liepa}} (^{\circ}\text{C})$	0,54	0,82	8
$T_{\Sigma\text{balandis-liepa}} (^{\circ}\text{C})$	4,52	0,00*	8
$K_{\text{birželis}}(\text{mm})$	0,86	0,56	8
$K_{\text{liepa}}(\text{mm})$	0,67	0,72	8
$K_{\Sigma\text{balandis-liepa}}(\text{mm})$	1,24	0,29	8
$SS_{\text{birželis}}(\text{h})$	1,03	0,42	7
$SS_{\text{liepa}}(\text{h})$	0,56	0,79	7
$SS_{\Sigma\text{balandis-liepa}}(\text{h})$	3,41	0,03*	7

Pastaba: \* – patikimai reikšmingi skirtumai (pasirinktas reikšmingumo lygmuo 0,05).

10 lentelė. *Thymus pulegioides* eteriniuose aliejuose nustatytų pagrindinių cheminių junginių vidutinės, minimalios, maksimalios reikšmės ir variacijos koeficientai skirtinguose Lietuvos klimatinuose parajonuose.

Lietuvos klimatinis parajonis										
Cheminis junginys	Vidurkis ± SD, %	Aukštaitijos	Dzūkijos	Mišios-Nevežio	Nemuno žemumos	Ventos	Sudėtos	Žemaičių		
Karvakrolis	Vidurkis ± SD, %	14,02 ± 6,01	19,78 ± 11,31	15,17 ± 7,98	19,32 ± 10,39	21,84 ± 14,52	27,73 ± 9,55	20,92 ± 7,94		
	Min – max, %	4,79–29,30	5,30–48,00	0,00–32,26	0,00–40,36	11,02–43,95	17,37–39,95	10,94–43,27		
	CV, %	43	57	53	54	66	34	38		
Timolis	Vidurkis ± SD, %	4,74 ± 3,45	1,25 ± 1,69	3,70 ± 6,12	0,64 ± 1,39	0,37 ± 0,45	0,43 ± 0,67	4,52 ± 3,94		
	Min – max, %	0,20–10,94	0,00–5,77	0,00–27,86	0,00–5,73	0,00–1,10	0,00–1,22	0,08–11,64		
	CV, %	73	135	165	217	122	156	87		
p - Cimenas	Vidurkis ± SD, %	17,12 ± 7,81	10,67 ± 6,97	12,12 ± 9,58	10,10 ± 8,18	0,99 ± 0,41	9,68 ± 1,23	11,59 ± 4,43		
	Min – max, %	3,29–29,93	1,00–28,87	0,39–38,49	0,14–22,60	0,57–1,53	8,32–11,15	5,07–21,35		
	CV, %	46	65	79	81	41	13	38		
γ - Terpinenas	Vidurkis ± SD, %	12,97 ± 4,45	16,78 ± 9,46	15,53 ± 9,80	18,93 ± 7,74	10,75 ± 5,40	20,08 ± 2,96	23,92 ± 7,83		
	Min – max, %	2,67–21,87	1,69–29,67	0,00–40,10	0,48–27,61	4,78–17,53	17,89–24,29	9,76–42,60		
	CV, %	34	56	63	41	50	12	33		
Karvakrolio metilo eteris	Vidurkis ± SD, %	4,08 ± 1,65	3,33 ± 2,36	3,92 ± 2,29	3,47 ± 2,17	2,56 ± 2,07	4,19 ± 1,30	5,83 ± 2,02		
	Min – max, %	1,00–6,04	0,00–8,56	0,12–9,26	0,00–7,99	0,00–5,70	2,60–5,73	1,18–9,17		
	CV, %	40	71	58	63	81	31	35		
Timolio metilo eteris	Vidurkis ± SD, %	1,63 ± 1,34	0,41 ± 0,52	0,66 ± 1,03	0,46 ± 0,53	0,18 ± 0,10	0,48 ± 0,60	1,21 ± 1,29		
	Min – max, %	0,12–4,92	0,00–2,05	0,00–5,66	0,00–2,21	0,00–0,23	0,08–1,37	0,00–4,14		
	CV, %	82	127	156	115	56	125	106		
Geraniolis	Vidurkis ± SD, %	6,93 ± 6,20	8,33 ± 10,10	8,43 ± 10,12	3,95 ± 5,57	15,91 ± 15,63	3,68 ± 6,68	1,48 ± 2,52		
	Min – max, %	0,60–24,72	0,09–39,87	0,00–34,74	0,00–18,82	0,00–36,32	0,00–13,67	0,00–7,54		
	CV, %	112	120	120	141	98	182	142		

10 lentelės tęsinys kitame puslapyje

10 lentelės tęsinys

Lietuvos klimatinis parajonis									
Cheminis junginys	Aukštaitijos	Dzūkijos	Mūšos-Nevežio	Nemuno žemumos	Ventos	Sudūvos	Žemaičių		
Geraniolis	Vidurkis ± SD, %	1,39 ± 1,26	1,68 ± 1,87	1,37 ± 1,63	0,52 ± 0,68	1,93 ± 1,88	0,51 ± 0,93	0,41 ± 0,65	
	Min – max, %	0,1–4,71	0,00–5,03	0,00–6,57	0,00–2,15	0,00–4,28	0,00–1,89	0,00–1,88	
	CV, %	91	111	119	131	97	182	159	
Nerolis	Vidurkis ± SD, %	5,75 ± 5,27	5,73 ± 7,18	4,02 ± 4,66	1,50 ± 2,25	5,19 ± 5,24	1,28 ± 2,23	1,09 ± 1,63	
	Min – max, %	0,51–17,17	0,00–20,57	0,00–16,71	0,00–8,78	0,00–12,40	0,00–4,78	0,00–5,39	
	CV, %	92	125	116	150	101	182	150	
Nerolis	Vidurkis ± SD	4,35 ± 4,11	4,32 ± 5,53	3,97 ± 6,21	1,15 ± 1,74	4,10 ± 4,18	1,00 ± 1,89	0,75 ± 1,27	
	Min – max	0,09–13,37	0,00–15,46	0,00–34,92	0,00–6,61	0,00–9,87	0,00–3,84	0,00–3,95	
	CV	94	128	156	151	102	189	169	
Linalolis	Vidurkis ± SD	0,99 ± 3,13	0,74 ± 1,37	2,45 ± 8,14	4,35 ± 12,93	0,41 ± 0,40	0,36 ± 0,10	0,29 ± 0,15	
	Min – max	0,00–14,25	0,17–6,46	0,16–40,37	0,10–57,75	0,00–1,08	0,25–0,49	0,00–0,50	
	CV	316	185	332	297	98	28	52	
α-Terpinilo acetatas	Vidurkis ± SD	0,48 ± 0,45	0,56 ± 1,18	2,20 ± 6,84	2,90 ± 12,26	0,00	0,01 ± 0,02	0,004 ± 0,01	
	Min – max	0,19–2,34	0,00–4,33	0,00–43,56	0,10–57,50	0,00	0,00–0,04	0,00–0,05	
	CV	94	211	311	423	0,00	200	250	
Mirceenas	Vidurkis ± SD	1,44 ± 0,42	1,70 ± 0,88	1,29 ± 0,52	1,38 ± 0,47	0,95 ± 0,48	1,41 ± 0,19	1,52 ± 0,35	
	Min – max	0,93–2,74	0,62–4,19	0,00–2,33	0,54–2,44	0,39–2,68	1,14–1,60	0,73–1,96	
	CV	29	52	40	34	51	13	23	

10 lentelės tęsinys kitame puslapyje

## 10 lentelės tęsinys

Lietuvos klimatinis parajonis										
Cheminis junginys		Aukštaitijos	Dzūkijos	Miškos-Nevežio	Nemuno žemumos	Ventos	Sudėties	Žemaičių		
β-Kariofilenas	Vidurkis ± SD	4,99 ± 1,23	4,88 ± 1,00	5,47 ± 1,80	5,70 ± 2,10	6,02 ± 1,46	6,00 ± 1,39	6,48 ± 2,82		
	Min – max	2,58–6,94	2,83–6,48	2,22–9,42	0,69–12,10	4,08–7,67	4,64–7,34	2,45–13,66		
	CV	25	20	33	37	51	23	44		
β-Bisabolenas	Vidurkis ± SD	3,05 ± 1,20	2,98 ± 0,96	2,73 ± 1,11	2,72 ± 0,80	2,97 ± 0,89	3,81 ± 1,26	3,76 ± 1,43		
	Min – max	1,57–5,63	1,57–4,78	0,00–5,27	1,23–4,77	1,97–4,24	2,50–5,08	1,60–6,60		
	CV	39	32	42	31	30	33	38		
Kariofileno oksidas	Vidurkis ± SD	1,73 ± 0,45	1,34 ± 1,15	1,19 ± 0,67	0,84 ± 0,39	2,97 ± 0,89	0,68 ± 0,20	0,79 ± 0,47		
	Min – max	0,68–2,74	0,44–5,01	0,00–3,45	0,25–1,72	1,97–4,24	0,50–0,97	0,00–1,72		
	CV	26	86	56	46	75	29	38		
α-Terpinenas	Vidurkis ± SD	1,33 ± 0,52	1,50 ± 0,85	1,47 ± 0,81	1,89 ± 0,91	0,99 ± 0,41	1,76 ± 0,27	2,39 ± 0,95		
	Min – max	0,23–2,59	0,00–2,48	0,00–2,95	0,04–3,86	0,57–1,56	1,60–2,16	1,16–4,85		
	CV	39	57	55	48	41	29	40		
Borneolis	Vidurkis ± SD	0,58 ± 0,33	0,66 ± 0,98	0,47 ± 0,34	0,39 ± 0,32	0,46 ± 0,29	0,64 ± 0,27	0,69 ± 0,53		
	Min – max	0,00–1,20	0,00–4,65	0,00–2,95	0,04–1,21	0,00–0,79	0,46–1,04	0,00–2,19		
	CV	57	148	72	82	63	42	77		
Cis-β-Guatenas	Vidurkis ± SD	1,14 ± 0,38	1,52 ± 0,61	1,54 ± 0,74	2,21 ± 1,43	1,88 ± 0,86	2,00 ± 0,57	1,78 ± 0,81		
	Min – max	0,52–1,98	0,68–2,96	0,00–3,18	0,59–7,14	0,67–2,86	1,45–2,54	0,00–3,06		
	CV	33	40	48	65	46	29	46		

Norint išsiaiškinti, ar skirtingų Lietuvos klimatinių parajonių *T. pulegioides* populiacijos statistiškai reikšmingai skyrėsi pagal *T. pulegioides* individuose sukaupiamų eterinių aliejų kiekius ir cheminių junginių kiekius juose buvo atlikta vienfaktorinė dispersinė analizė. Pajūrio ir Pajūrio žemumos klimatinių parajonių augavietės nebuvo įtrauktos į šią analizę, kadangi šiuose parajonuose buvo rasta tik po vieną *T. pulegioides* augavietę. Buvo nustatyta, kad pagal eterinio aliejaus kiekybinę sudėtį *T. pulegioides* augaluose skirtingų klimatinių parajonių *T. pulegioides* populiacijos statistiškai reikšmingai nesiskyrė, tačiau skyrėsi pagal karvakrolio, timolio ir jų pirmtakų, timolio ir karvakrolio metilo eterių, geraniolio ir su juo biogenetiškai susijusių junginių bei  $\beta$ -bisaboleno, kariofileno oksido, cis- $\beta$ -guaieno,  $\alpha$ -terpineno, E- $\beta$ -ocimeno, sabineno hidrato ir epi- $\alpha$ -mourololio kiekius (11 lentelė).

11 lentelė. Skirtingų Lietuvos klimatinių parajonių *T. pulegioides* populiacijų vienfaktorinės dispersinės analizės pagal *T. pulegioides* individuose sukaupiamo eterinio aliejaus kiekybinę sudėtį ir pagrindinių cheminių junginių procentinius kiekius eteriniuose aliejuose rezultatai (F – Fišerio kriterijus, p – patikimumas, df – laisvės laipsnis).

Eterinio aliejaus ir jo pagrindinių junginių kiekybinė sudėtis (%)	Lietuvos klimatinių parajonių vienfaktorinės dispersinės analizės rezultatai (df = 6)	
	F	p
Eterinis aliejus	1,45	0,06
Karvakrolis	2,73	0,02*
Timolis	3,62	0,00*
p-Cimenas	3,53	0,00*
$\gamma$ -Terpinenas	3,85	0,00 *
Karvakrolio metilo eteris	3,06	0,01*
Timolio metilo eteris	4,61	0,00*
Geraniolis	2,89	0,01*
Geranialis	2,73	0,02*
Nerolis	3,30	0,00*
Neralis	2,29	0,04*

11 lentelės tęsinys kitame puslapyje

11 lentelės tęsinys

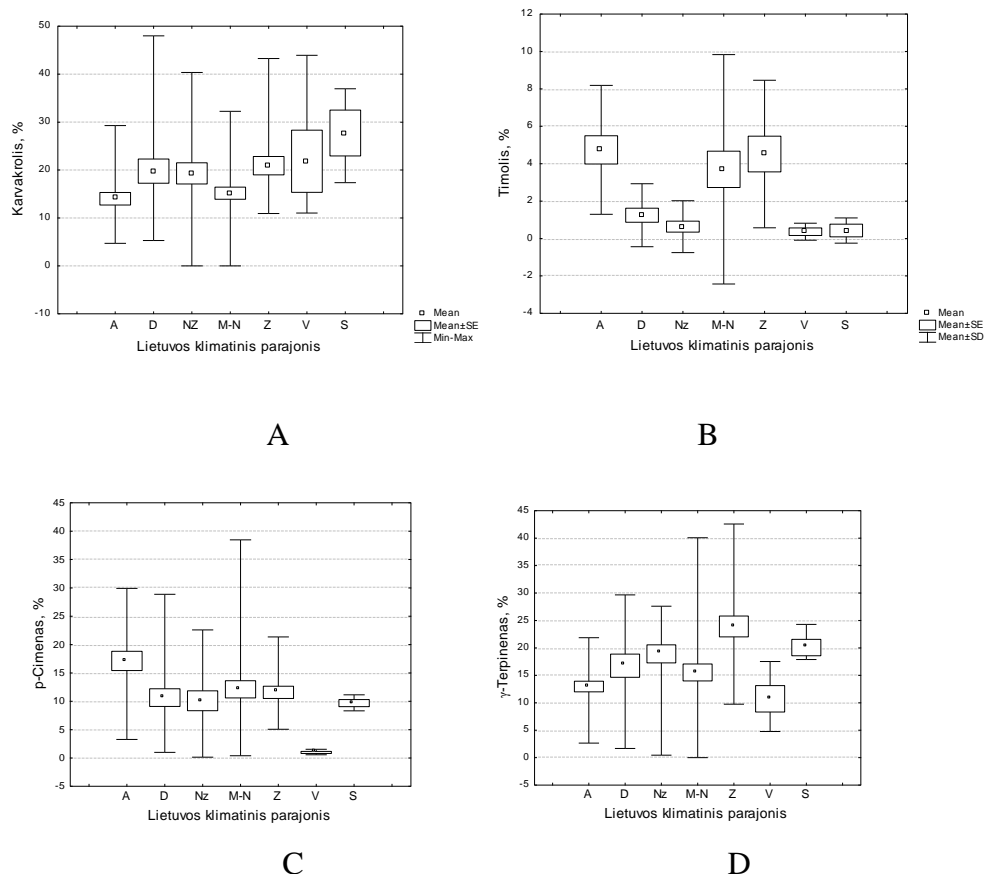
Eterinio aliejaus ir jo pagrindinių junginių kiekybinė sudėtis (%)	Lietuvos klimatinių parajonių vienfaktorinės dispersinės analizės rezultatai (df = 6)	
	F	p
$\alpha$ -Terpinilo acetatas	0,53	0,78
Linalolis	1,00	0,43
Mircenas	1,99	0,07
$\beta$ -Bisabolenas	2,31	0,04*
$\beta$ -Kariofilenas	1,66	0,14
$\beta$ -Bourbonenas	1,76	0,11
Kariofileno oksidas	4,76	0,00*
Cis- $\beta$ -Guaienas	3,30	0,00*
Borneolis	0,90	0,49
$\alpha$ -Terpinenas	4,41	0,00*
Limonenas	1,43	0,21
$\alpha$ -Pinenas	1,40	0,22
E- $\beta$ -Ocimenas	3,07	0,01*
Z- $\beta$ -Ocimenas	2,18	0,05
Sabineno hidratas	2,72	0,02*
Epi- $\alpha$ -Mourololis	3,13	0,01*

Pastaba: \* – patikimai reikšmingi skirtumai (pasirinktas reikšmingumo lygmuo 0,05).

Pritaikius Tjūkio kriterijų buvo nustatyta, kad pagal karvakrolio kiekį *T. pulegioides* eteriniame aliejuje statistiškai reikšmingai ( $p < 0,05$ ) skyrėsi Aukštaitijos ir Sūduvos klimatinių parajonių *T. pulegioides* populiacijos: jose buvo nustatytos atitinkamai mažiausia ir didžiausia karvakrolio vidutinė reikšmė (10 lentelė, 10 A pav.). Mažas vidutinis karvakrolio kiekis eteriniame aliejuje parodo, kad augavietėse yra mažai karvakrolio chemotipo individų, tuo tarpu didelis šio junginio kiekis parodo, kad augavietėse dominuoja būtent karvakrolio chemotipo individai. Patebėta, kad didžiausias lyginat su kitais klimatiniais parajoniais vidutinis kritulių kiekis birželio, liepos mėnesiais (*T. pulegioides* žydėjimo laikotarpiu) ir suminis kritulių kiekis balandžio–liepos mėnesiais per 11 metų laikotarpį buvo Sūduvos klimatiname parajonyje (8 lentelė). Alžyre tiriant *Thymus numidicus* rūšį buvo nustatyta, kad mažėjant drėgmės kiekiui mažėja ir karvakrolio kiekis (HADEF et al., 2007). Tiriant *Ocimum vulgare* rūšį taip pat buvo nustatyta, kad didėjant drėgmės kiekiui



karvakrolio kiekis padidėjo (SAID-AL AHL & HUSSIEN, 2010). Tačiau tiriant *T. vulgaris* rūšį buvo nustatyta, kad karvakrolio chemotipo individai pakantesni sausrai, ir labiau paplinta ten, kur žiemos yra švelnesnės (GOUYON et al., 1986; THOMPSON et al., 2003; THOMPSON et al., 2007). Tiriant *Thymus piperella* rūšį buvo nustatyta, kad karvakrolio chemotipo individai daugiau karvakrolio susintetina esant sausrai (BOIRA & BLANQUER, 1998). Kituose dviejuose klimatinuose parajonuose – Ventos ir Žemaičių – vidutinis karvakrolio kiekis *T. pulegioides* eteriniame aliejuje viršijo 20 % (10 lentelė ir 10 A pav.); tai reiškia, kad šių parajonių *T. pulegioides* augavietėse taip pat dominavo karvakrolio chemotipo individai.



10 pav. Fenolinių junginių: karvakrolio (A) ir timolio (B) bei jų pirmtakų p-cimeno (C) ir  $\gamma$ -terpineno (D) kiekių *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose pasiskirstymas tarp skirtingų Lietuvos klimatinių parajonių *T. pulegioides* populiacijų. Parajonių žymėjimai analogiški, kaip 9 pav. Tokie žymėjimai taikomi ir 12 pav.

Minėtuose parajoniuose, lyginat su kitais, karvakrolio chemotipo individai galėjo būti dažnesni, todėl, kad šie parajoniai yra labiau vakarinėje Lietuvos dalyje (1 pav.), kur mažiau pasireiškia klimato kontinentalumas ir žiemos būna šiek tiek švelnesnės nei klimatiniuose parajoniuose esančiuose rytinėje Lietuvos dalyje. Atlikus dalinį Mantel testą buvo nustatyta, kad temperatūra ir krituliai daro įtaką karvakrolio sintezei ir karvakrolio chemotipo plitimui ( $R = 0,12$ ;  $p = 0,02$ ). Žemaičių ir Sudūvos klimatiniai parajoniai taip pat išsiskyrė, didžiausiu saulės spindėjimo valandų vidutiniu kiekiu birželio, liepos ir balandžio–liepos mėnesiais, išskyrus klimatinius parajonius, kurie nebuvo įtraukti į dispersinę analizę (10 lentelė). Tiriant *T. pulegioides* augalų karvakrolio chemotipo individus Gamtos tyrimų centro lauko bandymų stotyje 2008–2013 metais stotyje buvo pastebėta, kad karvakrolio kiekis teigiamai, tačiau nepatikimai koreliuoja su saulės spindėjimo valandų skaičiumi liepos mėnesį (12 lentelė).

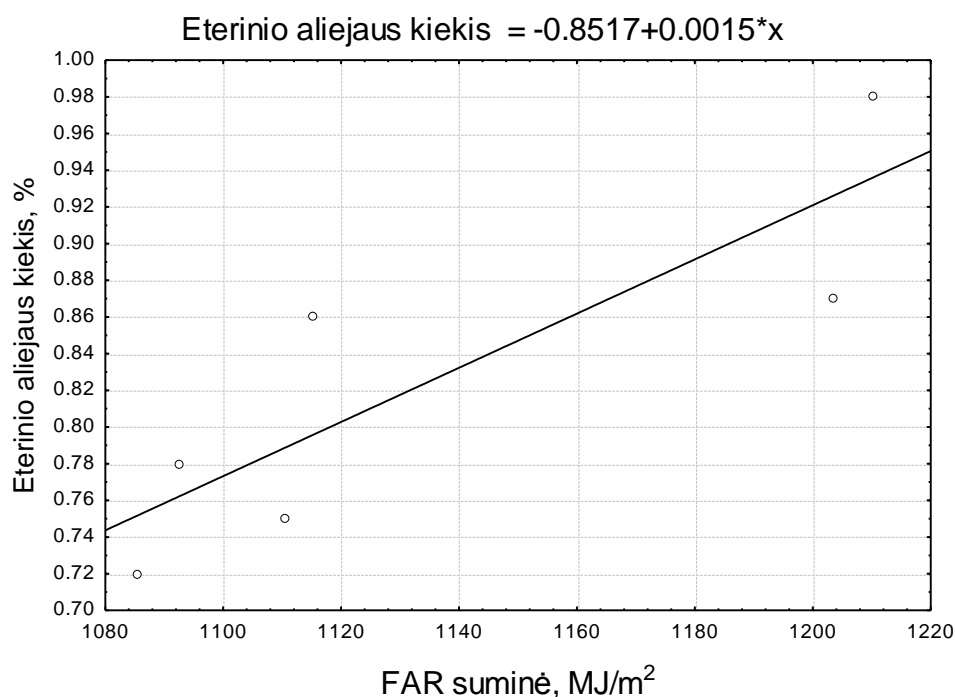
12 lentelė. Koreliaciniai ryšiai (Spirmeno koreliacijos koeficientai) tarp *T. pulegioides* eterinio aliejaus kiekybinės ir kokybinės sudėties bei klimatinių faktorių (temperatūros, kritulių kiekio, saulės spindėjimo valandų skaičiaus, fotoaktyvios saulės spinduliuotės) lauko bandymuose 2008–2013 m.

Chemotipas		T, birželis	T, liepa	T sum.	K birželis	K liepa	K sum.	SSbirželis	SSliepa	SSsum	FAR birželis	FAR liepa	FAR sum
Geraniolio	Et	0,63	0,66	<b>0,90</b>	-0,03	<b>0,84</b>	0,41	-0,06	-0,51	-0,73	-0,23	-0,26	-0,72
	GO	0,38	<b>0,90</b>	<b>0,89</b>	0,03	0,71	0,60	0,14	-0,20	-0,49	-0,09	-0,26	<b>-0,83</b>
	GA	-0,66	-0,55	<b>-0,82</b>	0,14	-0,77	-0,31	0,03	0,61	0,77	0,14	0,31	0,66
	NA	-0,41	-0,55	-0,54	-0,20	-0,71	<b>-0,85</b>	-0,09	0,23	-0,43	-0,23	0,20	0,14
	NO	-0,55	-0,64	0,71	-0,20	<b>-0,89</b>	-0,77	0,03	0,03	-0,43	0,26	-0,26	0,03
Karvakrolio	Et	-0,31	-0,70	<b>-0,83</b>	0,43	-0,60	-0,26	0,26	0,32	0,77	-0,32	0,49	<b>0,89</b>
	C	-0,70	-0,20	-0,49	0,23	-0,20	-0,09	0,09	0,25	0,31	-0,14	0,37	0,03
	pC	0,61	0,55	0,66	-0,09	0,60	<b>0,94</b>	0,60	0,14	-0,14	0,14	0,14	-0,14
	γT	-0,09	0,09	-0,03	-0,54	-0,31	-0,20	0,37	<b>-0,82</b>	-0,37	0,60	-0,60	-0,37
Linalolio	Et	-0,09	0,23	0,03	0,26	0,26	0,26	-0,26	0,20	<b>0,83</b>	-0,14	0,20	0,49
	L	-0,41	-0,12	-0,37	-0,08	-0,54	-0,36	-0,54	0,42	0,26	0,37	0,09	0,03

Pastabos: klimatiniai faktoriai žymimi, kaip ir 8 lentelėje. Statistiškai patikimi koreliacijos koeficientai pajuodinti, sum – žymimas suminis kiekis balandžio–liepos mėnesiais. Et – eterinio aliejaus kiekis, GO – geraniolis, GA – geranialis,

NA – neralis, NO – nerolis, C – karvakrolis, pC – p-cimenas,  $\gamma$ T –  $\gamma$ -terpinenas, L – linalolis.

Tiriant *T. pulegioides* karvakrolio chemotipo individus (3 ir 4 laukeliai) lauko bandymų stotyje 2014–2017 metais buvo pastebėta, kad karvakrolio kiekis teigiamai, tačiau nepatikimai koreliuoja su saulės spindėjimo valandų skaičiumi liepos mėnesį (13 lentelė). Galima būtų teigti, kad didesnis saulės spindėjimo valandų skaičius skatina karvakrolio sintezę, o tuo pačiu yra palankus ir karvakrolio chemotipo individų plitimui *T. pulegioides* augavietėse. Lauko bandymų stotyje 2008–2013 metais augintuose *T. pulegioides* karvakrolio chemotipo individuose buvo nustatytas statistiškai patikimas ( $R = 0,89$ ,  $p < 0,05$ ) stiprus teigiamas koreliacinis ryšys tarp eterinio aliejaus kiekio ir FAR suminio kiekio balandžio–liepos mėnesiais (11 pav.).



11 pav. Ryšys tarp eterinio aliejaus kiekio karvakrolio chemotipo augaluose ir fotosintetiškai aktyvios saulės spinduliuotės (FAR) balandžio–liepos mėnesiais.

Pagal karvakrolio metilo eterio kiekį *T. pulegioides* individų eteriniuose aliejuose Žemaičių klimatinio parajonio *T. pulegioides* populiacijos statistiškai reikšmingai skyrėsi nuo kitų ( $p < 0,05$ ), išskyrus Aukštaitijos ir Sūduvos klimatinių parajonių populiacijas. Žemaičių klimatiniame parajonyje nustatyta didžiausia šio junginio vidutinė reikšmė (10 lentelė). Karvakrolio metilo eteris yra susijęs su karvakroliu dėl glaudžių sintezės kelių, todėl didžiausias karvakrolio metilo eterio kiekis *T. pulegioides* eteriniame aliejuje buvo nustatytas parajonyje, kuriame taip pat buvo didelis ir vidutinis karvakrolio kiekis.

Pagal timolio kiekį *T. pulegioides* individų eteriniuose aliejuose statistiškai reikšmingai skyrėsi ( $p < 0,05$ ) Aukštaitijos ir Nemuno žemumos klimatinių parajonių *T. pulegioides* populiacijos. Aukštaitijos klimatiniame parajonyje buvo nustatyta didžiausia timolio vidutinė reikšmė; panašios timolio vidutinės reikšmės buvo ir Mūšos - Nevėžio ir Žemaičių klimatinių parajonių keturbriaunio čiobrelis populiacijose (10 lentelė ir 10 B pav.). Galima būtų teigti, kad Aukštaitijos klimatiniame parajonyje labiau linkę plisti timolio, nei karvakrolio chemotipo individai. Tai galima būtų susieti su tuo, kad karvakrolio chemotipo individai labiau jautrūs šalčiui nei timolio chemotipo individai (GOUYON et al., 1986; THOMPSON et al., 2002). Aukštaitijos klimatiniame parajonyje stebima žemesnė sausio mėnesio vidutinė temperatūra nei kituose Lietuvos klimatinuose parajonuose (BUKANTIS, 1994 a), todėl tai gali turėti įtakos karvakrolio chemotipo individų išgyvenamumo sumažėjimą šioje Lietuvos dalyje. Pajūrio ir Pajūrio žemumos augavietėse timolio dominavimą karvakrolio atžvilgiu (2 priedo lentelė) galima būtų susieti su tuo, kad šioje Lietuvos dalyje paprastai liepos mėnesio temperatūra būna šiek tiek žemesnė nei likusioje Lietuvos dalyje (BUKANTIS, 1994; STUOGĖ ir kt., 2010). Šiuose klimatinuose parajonuose ir Žemaičių klimatiniame parajonyje suminės temperatūros (balandžio–liepos mėnesiais) vidurkis per 2006–2016 metų laikotarpį buvo šiek tiek mažesnis nei likusiuose klimatinuose parajonuose, išskyrus Ventos klimatinį parajonį (8 lentelė). *Origanum vulgare* × *Origanum majorana* ir *Origanum syriacum* rūšyse buvo nustatyta, kad

timolio kiekis didėjo mažėjant temperatūrai, o karvakrolio – atvirkščiai. (NOVAK et al., 2010). Todėl ir *T. pulegioides* timolio chemotipo individai gali būti mažiau jautrūs šalčiui ir pakęsti žemesnę temperatūrą vegetacijos metu nei karvakrolio chemotipo individai. Pajūrio ir Pajūrio žemumos klimatinuose parajoniuose taip pat buvo nustatytas didžiausias saulės spindėjimo valandų skaičius (8 lentelė) lyginat su kitais klimatiniais parajoniais. Literatūroje nurodoma, kad timolio kiekis padidėja esant pilnam apšviestumui (YANHE et al., 1995). Tiriant *Thymus vulgaris* Kanadoje buvo nustatyta, kad esant didesniam dienos ilgumui (buvo naudotas natūralus ir dirbtinis apšvietimas esant 16 valandų dienos ilgumui) sintetinami didesni timolio kiekiai (LETCAMO et al., 1994).

Pagal timolio ir karvakrolio pirmtako p-cimeno kiekį statistiškai reikšmingai skyrėsi Ventos klimatinio parajonio *T. pulegioides* populiacijos nuo Aukštaitijos ir Mūšos-Nevėžio klimatinių parajonių populiacijų. Ventos klimatinio parajonio *T. pulegioides* populiacijos išsiskyrė itin maža vidutine p-cimeno reikšme šių individų eteriniuose aliejuose (10 lentelė ir 10 C pav). Iš 8 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad Ventos klimatiniam parajonyje (šiam klimatiniam parajonyje buvo tik 5 metų laikotarpio klimatiniai duomenys) vidutinis kritulių kiekis birželio, liepos mėnesiais ir vidutinis suminis kritulių kiekis balandžio–liepos mėnesiais yra mažiausias iš visų klimatinių parajonių, kurie buvo įtraukti į vienfaktorinę dispersinę analizę. Ventos klimatiniam parajonyje minėtais laikotarpiais taip pat buvo mažiausios vidutinės temperatūrų reikšmės (8 lentelė). Literatūros duomenimis Ventos klimatiniam parajonyje nustatomos mažiausios temperatūros liepos mėnesį (BUKANTIS, 1994 a). Tiriant karvakrolio chemotipo individus lauko bandymų stotyje 2008–2013 metais buvo nustatytas statistiškai patikimas labai stiprus teigiamas koreliacinis ryšys tarp p-cimeno kiekio eteriniame aliejuje ir suminio kritulių kiekio balandžio– liepos mėnesiais (12 lentelė). Galima teigti, kad didesnis kritulių kiekis skatina p-cimeno sintezę. Tiriant *T. numidicus* rūsį Alžyre buvo nustatyta, kad p-cimeno kiekis didėjo, didėjant temperatūrai ir mažėjant kritulių kiekiui (HADEF et al., 2007). *T. vulgaris* rūsyje didžiausias p-cimeno

kiekis buvo nustatytas esant 70 % drėgnumui (lyginat su 50 % ir 90 % drėgnumais). Nustatyta, kad p-cimeno kiekis *O. vulgaris* augaluose didėjo mažėjant drėgmės kiekiui (SAID-AL AHL & HUSSIEN, 2010). Pagal  $\gamma$ -terpineno kiekį Žemaičių klimatinio parajonio *T. pulegioides* populiacijos skyrėsi nuo Aukštaitijos, Mūšos-Nevėžio ir Ventos klimatinių parajonių populiacijų. Žemaičių klimatinio parajonio populiacijos išsiskyrė didžiausia vidutine ir maksimalia  $\gamma$ -terpineno reikšme eteriniame aliejuje tarp tirtų klimatinių parajonių populiacijų (10 lentelė ir 10 D pav.). Žemaičių klimatinime parajonyje buvo didžiausios saulės spindėjimo trukmės vidutinės reikšmės birželio, liepos mėnesiais ir suminės reikšmės balandžio–liepos mėnesiais (8 lentelė). Literatūros duomenimis didesnis šviesos kiekis skatina monoterpenų sintezę *Thymus* genties augaluose (SHARAFZADEH, 2012). Tiriant *T. pulegioides* karvakrolio chemotipo individus lauko bandymų stotyje 2008–2013 ir 2014–2017 metais buvo nustatyta, kad tarp saulės spindėjimo trukmės birželio mėnesį bei  $\gamma$ -terpineno kiekio eteriniame aliejuje egzistuoja teigiami, tačiau statistiškai nepatikimi koreliaciniai ryšiai (12 ir 13 lentelės). Tiriant karvakrolio chemotipo individus 2008–2013 metais buvo nustatyta, kad tarp saulės spindėjimo trukmės liepos mėnesį ir  $\gamma$ -terpineno kiekio eteriniame aliejuje egzistuoja statistiškai patikimas ( $R = -0,82$ ,  $p < 0,05$ ) stiprus neigiamas koreliacinis ryšys. Žemaičių klimatinime parajonyje birželio, liepos ir balandžio–liepos mėnesiais buvo nustatytos mažiausios temperatūros vidutinės reikšmės minėtais laikotarpiais lyginat su kitais į dispersinę analizę įtrauktais klimatiniais parajoniais (išskyrus Ventos) (8 lentelė). Tiriant *T. numidicus* rūšį Alžyre buvo nustatyta, kad  $\gamma$ -terpineno kiekis didėjo didėjant temperatūrai (HADEF et al., 2007).

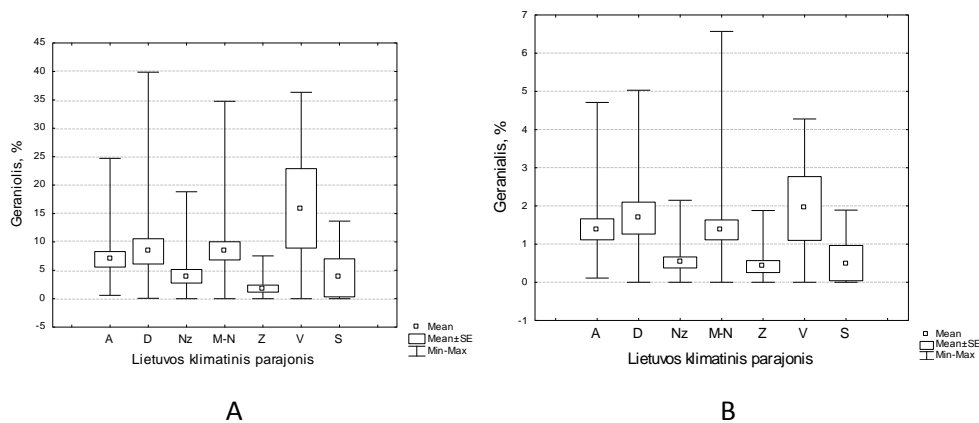
13 lentelė. Koreliaciniai ryšiai (Spirmeno koreliacijos koeficientai) tarp eterinio aliejaus kiekybinės ir kokybinės sudėties bei klimatinų faktorių (temperatūros, kritulių kiekio, saulės spindėjimo valandų skaičiaus, fotoaktyvios saulės spinduliuotės) lauko bandymuose 2014–2017 m.

Chemotipas		T <sub>birželis</sub>	T <sub>liepa</sub>	T <sub>sum.</sub>	K <sub>birželis</sub>	K <sub>liepa</sub>	K <sub>sum.</sub>	SS <sub>birželis</sub>	SS <sub>liepa</sub>	SS <sub>sum.</sub>	FAR <sub>birželis</sub>	FAR <sub>liepa</sub>	FAR <sub>sum.</sub>
Geraniolio (1 laukelis)	Et	-0,32	-0,32	-0,63	-0,32	-0,63	0,63	-0,32	0,63	-0,32	-0,32	0,32	0,32
	GO	-0,80	0,40	-0,20	0,00	-0,60	0,20	0,00	-0,60	0,20	-0,80	0,80	0,40
	GA	0,40	0,00	0,40	0,40	0,80	-0,40	0,40	-0,80	0,00	0,40	-0,40	-0,20
	NA	0,40	0,00	0,40	0,40	0,80	-0,40	0,40	-0,80	0,00	0,40	-0,40	-0,20
	NO	0,40	0,00	0,40	0,40	0,80	-0,40	0,40	-0,80	0,00	0,40	-0,40	-0,20
Geraniolio (2 laukelis)	Et	0,21	-0,21	0,11	0,63	0,94	-0,11	0,21	-0,73	-0,21	0,21	-0,21	0,11
	GO	-1,00	0,20	-0,40	0,60	0,00	0,40	-1,00	0,80	0,20	-1,00	1,00	0,80
	GA	0,00	0,40	0,20	-0,80	-1,0	-0,20	0,00	0,60	0,40	0,00	0,00	-0,40
	NA	1,00	-0,20	0,40	-0,60	0,00	-0,40	1,00	-0,80	-0,20	1,00	-1,00	-0,80
	NO	1,00	-0,20	-0,40	-0,60	0,00	-0,40	1,00	-0,80	-0,20	1,00	-1,00	-0,80
Karvakrolis (3 laukelis)	Et	0,80	0,40	0,80	-0,80	-0,40	-0,80	0,80	-0,40	0,40	0,80	-0,80	-1,00
	C	-0,40	-0,80	-1,0	0,40	0,20	0,00	-0,40	0,20	-0,80	-0,40	0,40	0,80
	pC	0,80	0,40	0,80	-0,60	0,00	-0,40	0,80	-0,40	0,40	0,80	-0,80	-1,00
	γT	1,00	-0,20	0,40	-0,60	0,00	-0,40	1,00	-0,80	-0,20	1,00	-1,00	-0,80
Karvakrolis (4 laukelis)	Et	-0,40	0,80	0,60	-0,40	0,40	0,20	-0,60	0,20	0,80	-0,40	0,40	0,00
	C	-0,80	-0,40	-0,80	0,80	0,40	0,80	-0,80	0,40	-0,40	-0,80	0,80	1,00
	pC	-0,20	1,0	0,80	-0,20	-0,40	-0,80	-0,20	0,40	1,0	-0,20	0,20	-0,40
	γT	0,40	-0,80	-0,60	-0,40	-0,20	0,80	0,40	-0,20	-0,80	0,40	-0,40	0,00
Karvakrolis (5 laukelis)	Et	-0,60	-0,20	-0,40	1,0	0,80	0,40	-0,60	0,00	-0,20	-0,60	0,60	0,80
	C	0,60	0,20	0,40	-1,00	-0,80	-0,40	0,60	0,00	0,20	0,60	-0,60	-0,80
	pC	-0,20	1,00	0,80	-0,20	-0,40	-0,80	-0,20	0,40	1,00	-0,20	0,20	-0,40
	γT	0,40	-0,80	-0,60	-0,40	-0,20	0,60	0,40	-0,20	-0,80	0,40	-0,40	0,00
Karvakrolis (6 laukelis)	Et	0,80	0,40	0,80	-0,80	-0,40	-0,80	0,80	-0,40	0,40	0,80	-0,80	-1,0
	C	0,40	-0,80	-0,40	0,40	0,80	0,40	0,40	-0,80	-0,80	0,40	-0,40	0,20
	pC	0,80	-0,40	0,00	-0,80	-0,40	0,00	0,80	-0,40	-0,40	0,80	-0,80	-0,60
	γT	0,20	-1,00	-0,80	0,20	0,40	0,80	0,20	-0,40	-1,00	0,20	-0,20	0,40
Linalolio (7 laukelis)	Et	-0,40	0,80	0,40	-0,40	-0,80	-0,40	-0,40	0,80	0,80	-0,40	0,40	-0,20
	L	0,60	0,20	0,40	-1,00	-0,80	-0,40	0,60	0,00	0,20	0,60	-0,60	-0,80
α-Terpinilo acetato (8 laukelis)	Et	0,40	-0,80	-0,40	0,40	0,80	0,40	0,40	-0,80	-0,80	0,40	-0,40	0,20
	αT	0,80	-0,40	0,00	-0,80	-0,40	0,00	0,80	-0,40	-0,40	0,80	-0,80	-0,60

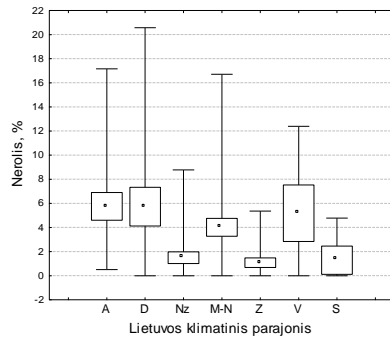
Pastabos: klimatiniai faktoriai žymimi, kaip ir 8 lentelėje. Et – eterinio aliejaus kiekis, GO – geraniolis, GA – geranialis, NA – neralis, NO – nerolis, C – karvakrolis, pC – p-cimenas, γT – γ-terpinenas, L – linalolis, αT – α-terpinilo acetatas.

Pritaikius Tjukio kriterijų nustatyta, kad pagal geraniolio kiekį *T. pulegioides* eteriniame aliejuje statistiškai reikšmingai skyrėsi ( $p < 0,05$ ) Žemaičių ir Ventos klimatinų parajonių populiacijos (12 A pav.), o pagal geranialio ir neralio kiekius – Mūšos-Nevežio ir Žemaičių klimatinų parajonių *T. pulegioides* populiacijos (12 B, D pav.). Atlikus dalinį Mantel testą buvo nustatyta, kad temperatūra ir krituliai daro įtaką geraniolio sintezei ir gereniolio chemotipo plitimui ( $R = 0,17$ ,  $p = 0,02$ ). Buvo nustatyta, kad

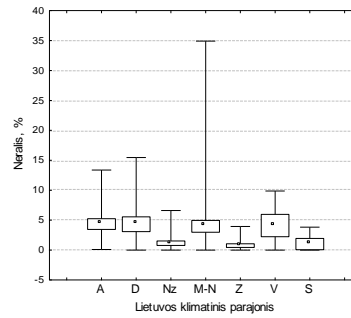
Žemaičių klimatinio parajonio *T. pulegioides* populiacijos išsiskyrė mažiausiu, o Ventos – didžiausiu vidutiniu geraniolio kiekiu (10 lentelė ir 12 A pav.). Žemaičių klimatinio parajonio *T. pulegioides* populiacijose nustatyti ir su geranioliu biogenetiškai susijusių junginių mažiausi vidutiniai kiekiai (10 lentelė ir 11 B, C, D pav). Pagal 10 lentelės ir 12 A pav. duomenis matyti, kad didesni geraniolio kiekiai taip pat buvo nustatyti Vidurio ir Rytų Lietuvoje esančių klimatinių parajonių populiacijose: Aukštaitijos, Dzūkijos, Mūšos-Nevėžio, tuo tarpu labiau vakarinėje Lietuvos dalyje esančiuose Sudūvos ir Žemaičių klimatinių parajonių populiacijose šio cheminio komponento kiekiai *T. pulegioides* eteriniame aliejuje buvo apie 2–5 kartus mažesni (išimtį sudarė tik Ventos klimatinio parajonio populiacijos). Vakarinėje Lietuvos dalyje esančių Pajūrio ir Pajūrio žemumos klimatinių parajonių augavietėse surinktų *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose geraniolio ir su geranioliu biogenetiškai susijusių junginių visiškai nebuvo nustatyta (2 priedo lentelė). Atlikus klasterinę analizę taip pat buvo nustatyta, kad į 1' klasterį, kuriame dominavo geraniolis ir biogenetiškai susiję junginiai nepateko nei viena Žemaičių klimatinio parajonio augavietė (5 pav., 2 priedo lentelė).







C

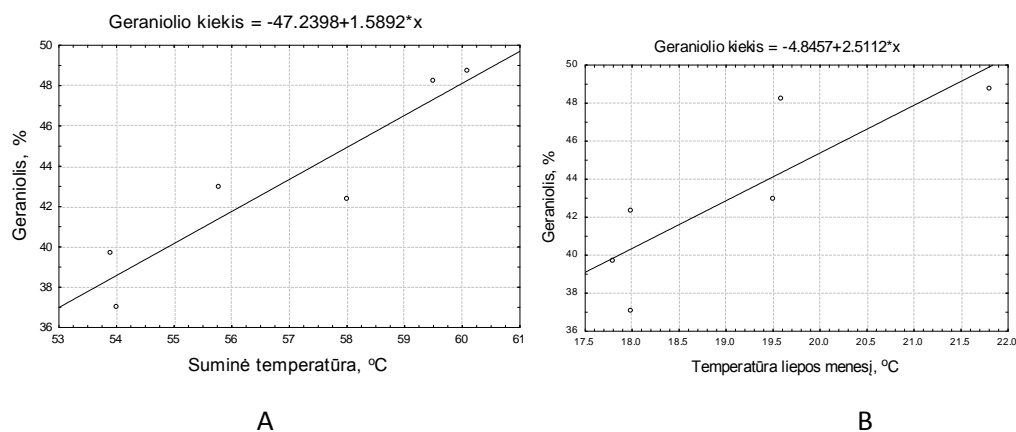


D

12 pav. Geraniolio (A), geranialio (B), nerolio (C), neralio (D) kiekių pasiskirstymas *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose tarp skirtingų Lietuvos klimatinių parajonių *T. pulegioides* populiacijų.

Pagal nerolio kiekį Ventos klimatinio parajonio populiacijos statistiškai reikšmingai ( $p < 0,05$ ) skyrėsi nuo Aukštaitijos ir Dzūkijos klimatinių parajonių populiacijų bei Aukštaitijos ir Nemuno žemumos klimatinių parajonių populiacijos skyrėsi tarppusavyje (12 C pav.). Buvo pastebėta, kad labiau rytinėje ir vidurio Lietuvos dalyje esančiose augavietėse yra didesni net tik geraniolio bet ir geranialio, nerolio ir neralio kiekiai (10 lentelė ir 12 B,C, D pav.). Tiriant *Thymus vulgaris* rūšį buvo nustatyta, kad geraniolio chemotipo individai yra pakantesni žemai žiemos temperatūrai ir temperatūrų svyravimams žiemos metu (GOUYON et al., 1986; THOMPSON et al., 2002; THOMPSON et al., 2007; AMIOT et al., 2005). Rytinėje Lietuvos dalyje esančiuose klimatinuose parajonuose (Aukštaitijos ir Dzūkijos) vidutinė sausio mėnesio temperatūra yra žemesnė nei vakarinėje Lietuvos dalyje esančiuose klimatinuose parajonuose (BUKANTIS, 1994 a). Tiriant *T. pulegioides* geraniolio chemotipo individus lauko bandymų stotyje 2008–2013 metais buvo nustatyta, kad geraniolio kiekis stipriai teigiamai ( $R = 0,89$ ,  $p < 0,05$ ) koreliavo su balandžio–liepos mėnesių sumine temperatūra (12 lentelė ir 13 A pav) ir labai stipriai teigiamai ( $R = 0,90$ ,  $p < 0,05$ ) su liepos mėnesio temperatūra (12 lentelė ir 13 B pav.). Tiriant *T. pulegioides* geraniolio chemotipo individus lauko bandymų stotyje 2014–2017 metais buvo pastebėta,

kad tarp geraniolio kiekio ir liepos mėnesio temperatūros yra teigiamas, tačiau statistiškai nepatikimas koreliacinis ryšys (13 lentelė).



13 pav. Ryšys tarp geraniolio kiekio geraniolio chemotipe ir balandžio–liepos mėnesių suminės temperatūros (A) bei temperatūros liepos mėnesį (B).

Pagal 14 ir 15 lentelių duomenis matyti, kad Vilniaus meteorologinės stoties duomenimis 2010 metais buvo fiksuota didžiausia temperatūra liepos mėnesį ir didžiausia suminė temperatūra balandžio–liepos mėnesiais. Tais pačiais metais lauko bandymų stotyje augintas *T. pulegioides* geraniolio chemotipas susintetino didžiausią eterinio aliejaus kiekį per 2008–2013 metų laikotarpį. Tiriant *Geranium* (*Pelargonium* sp.) buvo nustatyta, kad geraniolio kiekis mažėjo, krentant nakties temperatūrai (MOTSA et al., 2006).

14 lentelė. Temperatūros, kritulių kiekio, saulės spindėjimo valandų bei FAR vidutinės, maksimalios, minimalios reikšmės bei variacijos koeficientai 2008–2013 metų laikotarpiu Vilniaus meteorologinėje stotyje.

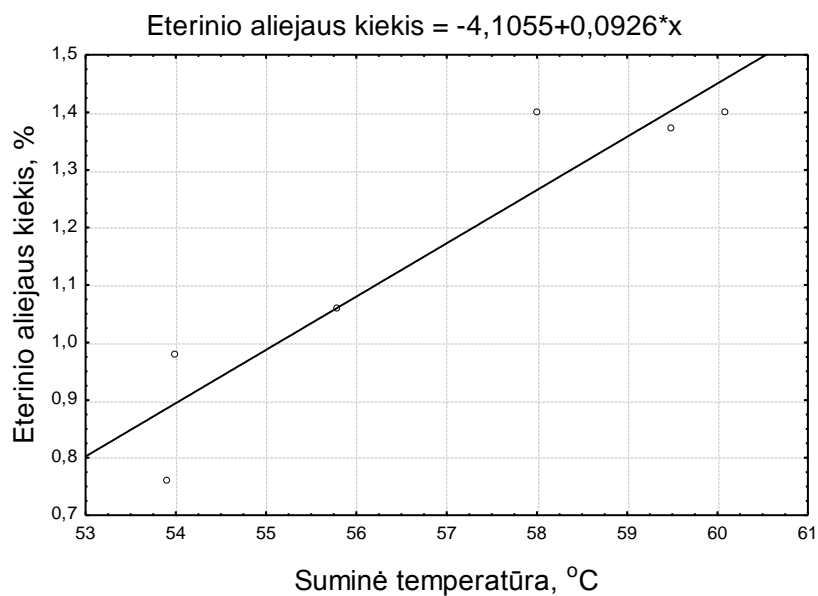
Klimatinis faktorius	Metai										2008–2013 metai		CV (%)
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Vidurkis ± SD		Min-max				
$T_{\text{birzėlis}} (^{\circ}\text{C})$	15,8	14,9	16,7	18,3	14,8	18,3	16,5 ± 1,6		14,8–18,3	10			
$T_{\text{liepa}} (^{\circ}\text{C})$	17,8	18,0	21,8	19,6	19,5	18,0	19,1 ± 1,5		17,8–21,8	8			
$T_{\Sigma\text{balandis-liepa}} (^{\circ}\text{C})$	53,9	54,0	60,1	59,5	55,8	58,0	56,9 ± 2,7		54,0–60,1	5			
$K_{\text{birzėlis}} (\text{mm})$	69,8	128,9	142,1	41,0	98,5	64,1	90,7 ± 39,4		41,0–142,1	43			
$K_{\text{liepa}} (\text{mm})$	57,2	106,7	207,5	155,3	81,3	109,6	119,6 ± 54,1		57,2–207,5	45			
$K_{\Sigma\text{balandis-liepa}} (\text{mm})$	293,4	289,6	499,4	305,5	286,1	298,9	328,8 ± 83,9		286,1–499,4	26			
$SS_{\text{birzėlis}} (\text{h})$	333,7	214,5	238,7	318,6	224,4	270,6	267,8 ± 49,9		214,5–333,7	19			
$SS_{\text{liepa}} (\text{h})$	288,6	295,3	300,1	220,0	227,6	287,8	269,9 ± 36,1		220–300,1	13			
$SS_{\Sigma\text{balandis-liepa}} (\text{h})$	1124,1	1379,4	1150,4	1288,5	1033,5	940,2	1152,7 ± 161,3		940,2–1379,4	14			
$FAR_{\text{birzėlis}} (\text{Mj}/\text{m}^2)$	324,5	276,2	275,7	345,3	295,6	315,3	305,4 ± 27,9		275,7–345,3	9			
$FAR_{\text{liepa}} (\text{Mj}/\text{m}^2)$	340,2	319,8	329,9	285,5	258,4	295,5	340,9 ± 30,7		258,4–340,2	9			
$FAR_{\Sigma\text{balandis-liepa}} (\text{Mj}/\text{m}^2)$	1210,1	1203,4	1085,4	1115,3	1092,7	1110,3	1136,2 ± 56,3		1085,4–1210,1	5			

Pastaba: klimatinio faktorių žymėjimai analogiški, kaip 8 lentelėje.

15 lentelė. Pagrindinių cheminių komponentų kiekiai *T. pulegioides* geraniolio, karvakrolio ir linalolio chemotipų individuose, lauko bandymuose 2008–2013 m.

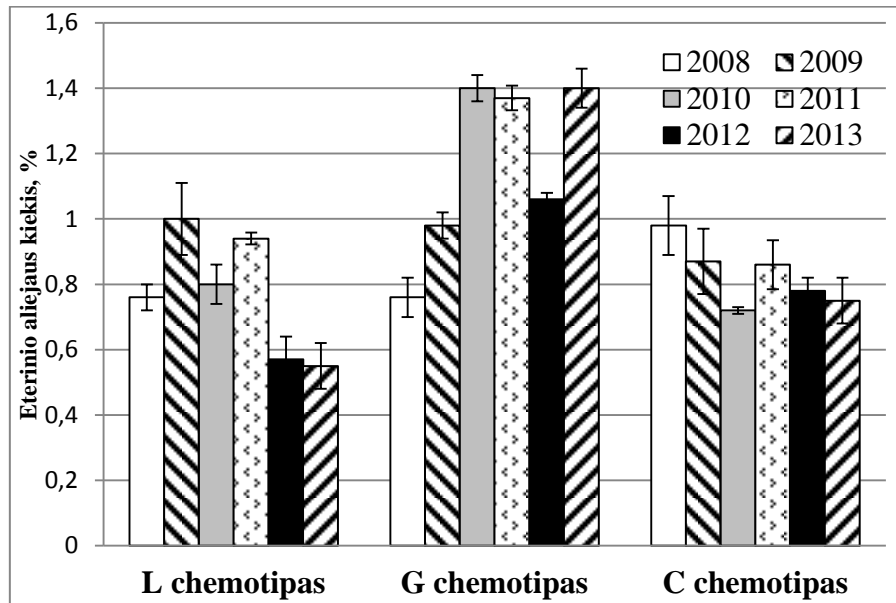
Cheminis komponentas	Kiekis (%)						Metai 2008–2013	CV (%)
	Metai							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Vidurkis ± SD	
Geraniolio chemotipas								
Geraniolis (Go)	39,67	37,04	48,74	48,20	42,96	42,36	43,16 ± 4,62	11
Geranialis (Ga)	5,81	5,11	3,93	4,26	4,41	3,59	4,52 ± 0,81	18
Nerolis (No)	18,45	16,72	11,63	13,35	19,41	18,26	16,30 ± 3,13	19
Neralis (Na)	13,60	13,01	8,62	10,29	14,82	13,68	12,34 ± 2,37	19
Karvakrolio chemotipas								
Karvakrolis (C)	29,29	23,65	25,75	23,65	27,39	16,88	24,43 ± 4,30	18
p-Cimenas (pC)	10,95	5,54	11,33	10,95	8,63	10,44	9,64 ± 2,23	23
γ-Terpinenas (γT)	22,70	20,60	21,92	23,73	24,43	22,45	22,64 ± 1,35	6
Linalolio chemotipas								
Linalolis	73,52	62,39	62,70	69,98	73,01	60,86	67,08 ± 5,74	9

Su sumine balandžio–liepos mėnesių temperatūra taip pat labai stipriai teigiamai ( $R = 0,90$ ,  $p < 0,05$ ) koreliavo ir tirta *T. pulegioides* geraniolio chemotipo eterinio aliejaus kiekis (12 lentelė ir 14 pav.). Tiriant *T. pulegioides* geraniolio chemotipo individus (2 laukelis) lauko bandymų stotyje 2014–2017 metais taip pat buvo pastebėta, kad tarp eterinio aliejaus kiekio ir balandžio–liepos mėnesių suminės temperatūros yra teigiamas, tačiau statistiškai nepatikimas koreliacinis ryšys (13 lentelė).



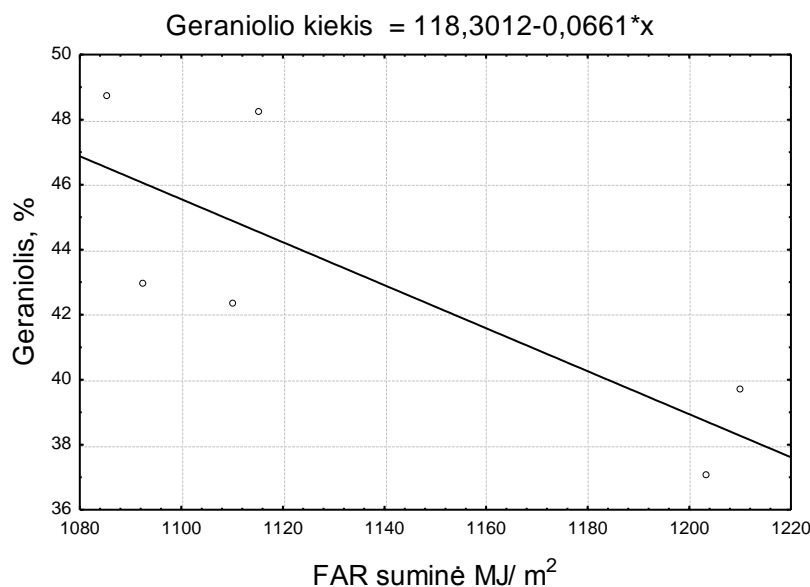
14 pav. Ryšys tarp eterinio aliejaus kiekio geraniolio chemotipe ir balandžio–liepos mėnesių suminės temperatūros

Pagal 15 pav. duomenis matyti, kad didžiausi eterinio aliejaus kiekiai šiame chemotipe buvo nustatyti 2010, 2011 ir 2013 metais. Pagal 14 lentelės duomenis pastebima, kad suminės temperatūros balandžio–liepos mėnesiais minėtais metais buvo didesnės.



15 pav. Eterinio aliejaus kiekio variavimas Gamtos tyrimų centro lauko bandymų stotyje 2008–2013 metais augintuose skirtingų chemotipų *T. pulegioides* individuose ( L– linalolis, G – geraniolis, C – karvakrolis).

Vidutinė liepos mėnesio ir balandžio–liepos mėnesių suminė temperatūra rytinėje Lietuvos dalyje yra aukštesnė nei vakarinėje, išskyrus Sūduvos klimatinį parajonį (8 lentelė). Iš to galima daryti prielaidą, kad geraniolio chemotipo individai labiau linkę plisti ten, kur temperatūra jų vegetacijos metu būna aukštesnė ir ten, kur labiau pasireiškia klimato kontinentalumas. Buvo nustatyta, kad geraniolio kiekis *T. pulegioides* geraniolio chemotipo eteriniame aliejuje (2008–2013 metais) patikimai neigiamai koreliavo ( $R = -0,82$ ,  $p < 0,05$ ) su balandžio–liepos mėnesių sumine temperatūra, o jo mažiausias kiekis buvo nustatytas esant didžiausiai temperatūrai 2010 metais (14 ir 15 lentelės). Tai galima būtų susieti su tuo, kad padidėjus geraniolio kiekiui geraniolio susintetinama mažiau. Taip pat buvo nustatytas stiprus neigiamas koreliacinis ryšys ( $R = -0,83$ ,  $p < 0,05$ ) tarp geraniolio kiekio ir balandžio–liepos mėnesių FAR suminio kiekio (2008–2013 metais) (12 lentelė ir 16 pav.).



16 pav. Ryšys tarp geraniolio kiekio geraniolio chemotipe ir balandžio–liepos mėnesių FAR suminio kiekio.

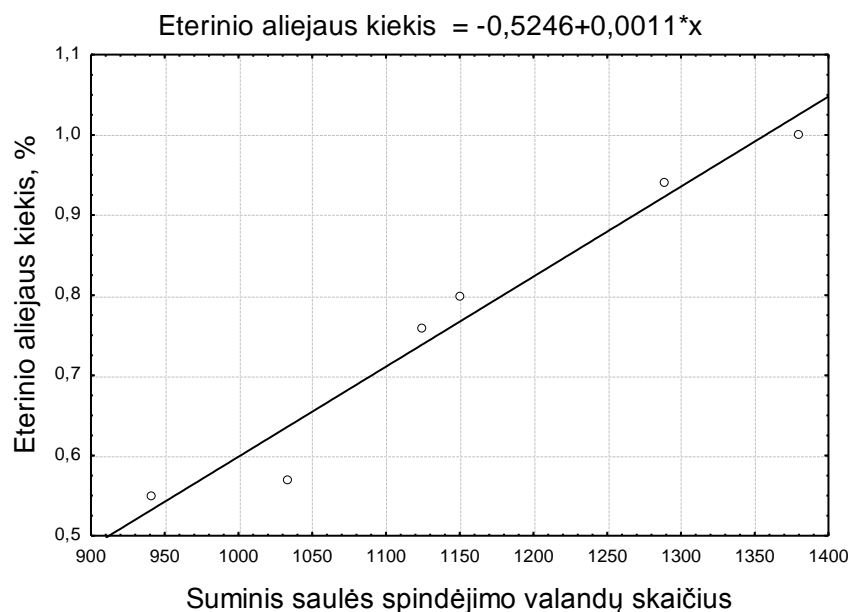
Buvo nustatyta, kad nerolio kiekis patikimai neigiamai ( $R = -0,85$ ,  $p < 0,05$ ) koreliavo su balandžio–liepos mėnesių suminiu kritulių kiekiu, o nerolio kiekis ( $R = -0,89$ ,  $p < 0,05$ ) – su kritulių kiekiu liepos mėnesį (12 lentelė) (2008–2013 metais). Mažiausi nerolio ir nerolio kiekiai buvo susintetinti 2010 metais, kuomet kritulių kiekis liepos mėnesį ir balandžio–liepos mėnesių suminis kritulių kiekis buvo didžiausi (14 ir 15 lentelės). Tiriant *T. pulegioides* geraniolio chemotipo individus lauko bandymų stotyje 2014–2017 metais taip pat buvo pastebėta, kad nerolio kiekis neigiamai, tačiau nepatikimai koreliavo su balandžio–liepos mėnesių suminiu kritulių kiekiu (12 lentelė). *Salvia officinalis* rūšyje nerolio daugiau taip pat buvo susintetinama esant sausras (BETTAIEB et al., 2009).

Tiriant *T. pulegioides* eterinių aliejų kokybinę sudėtį natūraliose augavietėse, nebuvo nustatyti statistiškai patikimi skirtumai tarp skirtingų Lietuvos klimatinių parajonių *T. pulegioides* populiacijų pagal linalolio ir  $\alpha$ -terpinilo acetato kiekius eteriniuose aliejuose (11 lentelė). Tiriant *T. pulegioides*  $\alpha$ -terpinilo acetato ir linalolio chemotipo individus lauko bandymų

stotyje, statistiškai patikimų koreliacinių ryšių tarp šių junginių kiekybinės sudėties eteriniame aliejuje bei klimatinių faktorių taip pat nebuvo nustatyta (12 ir 13 lentelės). *T. pulegioides* linalolio ir  $\alpha$ -terpinilo acetato chemotipai yra mažai paplitę Lietuvos teritorijoje, todėl tai galėjo trukdyti pastebėti klimatinių faktorių įtaką šių chemotipų paplitimui.

Tiriant *T. hyemalis* rūšį Ispanijoje buvo nustatyta, kad didžiausias linalolio kiekis susintetinamas esant 80 % drėgmės režimui (tai buvo maksimalus drėgmės režimas naudotas tyrime) (JORDAN et al., 2003). Didėjant temperatūrai ir mažėjant drėgmei linalolio kiekis sumažėjo *T. numidicus* rūšies eteriniame aliejuje (HADEF et al., 2007). Tiriant *T. pulegioides* linalolio chemotipo individus lauko bandymų stotyje 2008–2013 metais buvo nustatyta, kad eterinio aliejaus kiekis linalolio chemotipe stipriai teigiamai ( $R = 0,83$ ,  $p < 0,05$ ) koreliavo su balandžio–liepos mėnesių suminiu saulės spindėjimo valandų skaičiumi (12 lentelė ir 17 pav.). Daugiausiai eterinio aliejaus linalolio chemotipo individai susintetino 2009 metais; tais pačiais metais buvo nustatytas didžiausias suminis saulės spindėjimo valandų skaičius balandžio–liepos mėnesiais (15 pav. ir 15 lentelė). Tiriant linalolio chemotipo individus lauko bandymų stotyje 2014–2017 metais taip pat buvo pastebėta, kad tarp eterinio aliejaus kiekio linalolio chemotipe ir balandžio–liepos mėnesių suminio saulės spindėjimo valandų skaičiaus egzistuoja teigiamas koreliacinis ryšys, tačiau jis statistiškai nepatikimas (13 lentelė). Remiantis literatūros šaltiniais daugelis augalų rūšių susintetina daugiau eterinio aliejaus, esant ilgesnei saulės spindėjimo trukmei (POGORELSKAYA et al., 1980).





17 pav. Ryšys tarp eterinio aliejaus kiekio linalolio chemotipe ir balandžio–liepos mėnesių suminio saulės spindėjimo valandų skaičiaus.

Pagal  $\beta$ -bisaboleno kiekį statistiškai reikšmingai skyrėsi ( $p < 0,05$ ) Žemaičių ir Mūšos-Nevėžio klimatinių parajonių populiacijos, pagal cis- $\beta$ -guaieno kiekį – Nemuno žemumos klimatinio parajonio populiacijos nuo Aukštaitijos ir Mūšos-Nevėžio klimatinių parajonių *T. pulegioides* populiacijų. Nemuno žemumos klimatinio parajonio populiacijose buvo nustatytas didžiausias pastarojo junginio vidutinis kiekis ir maksimali reikšmė tarp visų tirtų augaviečių (10 lentelė). Pagal  $\alpha$ -terpineno kiekį Žemaičių klimatinio parajonio populiacijos skyrėsi nuo likusių parajonių populiacijų (išskyrus Sūduvos ir Nemuno žemumos klimatinių parajonių populiacijas). Žemaičių klimatinio parajonio *T. pulegioides* populiacijose nustatytas didžiausias pastarojo junginio vidutinis kiekis ir maksimali reikšmė tarp visų tirtų augaviečių (10 lentelė). Buvo pastebėta, kad *T. vulgaris* rūšyje daugiau  $\alpha$ -terpineno susintetinama esant didesniam drėgmės kiekiui (LETCHAMO et al., 1994). Sūduvos ir Žemaičių klimatinuose parajonuose 2006–2016 metų laikotarpyje liepos mėnesiais kritulių kiekis buvo didesnis nei kituose parajonuose (išskyrus Dzūkijos klimatinį parajonį) (8 lentelė). Visa tai leidžia

manyti, kad didesnis drėgmės kiekis gali paskatinti intensyvesnę  $\alpha$ -terpineno sintezę ir kaupimąsi *T. pulegioides* augaluose. Pagal kariofileno oksido kiekį Aukštaitijos klimatinio parajonio populiacijos skyrėsi nuo Nemuno žemumos, Mūšos-Nevėžio ir Žemaičių klimatinių parajonių populiacijų. Pagal kitų *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose gausiau aptinkamų cheminių junginių –  $\beta$ -bourboneno,  $\beta$ -kariofileno, mirceno ir borneolio kiekius – statistiškų reikšmingų skirtumų tarp skirtingų Lietuvos klimatinių parajonių *T. pulegioides* populiacijų nustatyta nebuvo (11 lentelė).

Permanova analizė parodė, kad pagal *T. pulegioides* eterinių aliejų cheminę sudėtį tarp skirtingų klimatinių parajonių populiacijų yra statistiškai reikšmingų skirtumų ( $F = 2,79$ ,  $p = 0,00$ ). Buvo nustatyta, kad Žemaičių klimatinio parajonio *T. pulegioides* populiacijos statistiškai reikšmingai skyrėsi nuo Aukštaitijos, Dzūkijos, Nemuno žemumos, Mūšos-Nevėžio ir Ventos, o nesiskyrė tik nuo Sūduvos klimatinio parajonio populiacijų (16 lentelė). Tai galima paaiškinti, kodėl Žemaičių klimatinio parajonio populiacijose dominavo fenolinius chemotipus lemiantys junginiai, o geraniolio ir biogenetiškai susijusių junginių kiekiai šio klimatinio parajonio *T. pulegioides* populiacijose buvo mažiausi (10 lentelė). Ši analizė taip pat parodė, kad vakarinėje Lietuvos dalyje esančiuose klimatinių parajonių populiacijose dominavo fenolinių *T. pulegioides* chemotipų individai. Permanova analizė taip pat parodė, kad pagal chemotipus lemiančius junginius tarpusavyje skyrėsi Nemuno žemumos ir Aukštaitijos klimatinių parajonių *T. pulegioides* populiacijos (16 lentelė). Tai galima paaiškinti, kodėl Nemuno žemumos klimatinio parajonio populiacijose buvo nustatytos didžiausios linalolio ir  $\alpha$ -terpinilo acetato vidutinės reikšmės, o Aukštaitijos klimatinio parajonio populiacijose – mažiausia karvakrolio vidutinė reikšmė (10 lentelė).

16 lentelė. Skirtingų Lietuvos klimatinių parajonių *T. pulegioides* populiacijų Permanova analizės pagal *T. pulegioides* chemotipus lemiančius junginius rezultatai.

Lietuvos klimatinis parajonis	Aukštaitijos	Dzūkijos	Mūšos-Nevēžio	Nemuno žemumos	Žemaičių	Ventos	Sūduvos
Aukštaitijos	-	0,06 (2,49)	0,07 (2,13)	0,00 (6,76)*	0,00* (8,74)*	0,06 (2,93)	0,07 (2,71)
Dzūkijos	0,06 (2,49)	-	0,26 (1,21)	0,06 (2,43)	0,00* (4,55)*	0,32 (1,08)	0,44 (0,94)
Mūšos-Nevēžio	0,07 (2,13)	0,26 (1,21)	-	0,07 (2,43)	0,00* (5,00)*	0,25 (1,26)	0,30 (1,17)
Nemuno žemumos	0,00* (6,76)*	0,06 (2,43)	0,07 (2,43)	-	0,00* (3,22)*	0,08 (1,92)	0,75 (0,54)
Žemaičių	0,00* (8,74)*	0,00* (4,55)*	0,00* (5,00)*	0,00* (3,22)*	-	0,00* (4,66)*	0,48 (0,93)
Ventos	0,06 (2,93)	0,32 (1,08)	0,25 (1,26)	0,08 (1,92)	0,00* (4,66)*	-	0,11 (1,94)
Sūduvos	0,07 (2,71)	0,44 (0,94)	0,30 (1,17)	0,75 (0,54)	0,48 (0,93)	0,11 (1,94)	-

Pastabos: lentelėje pateikiamos p reikšmės, o skliaustuose – F reikšmės, \* –  $p < 0,05$ .

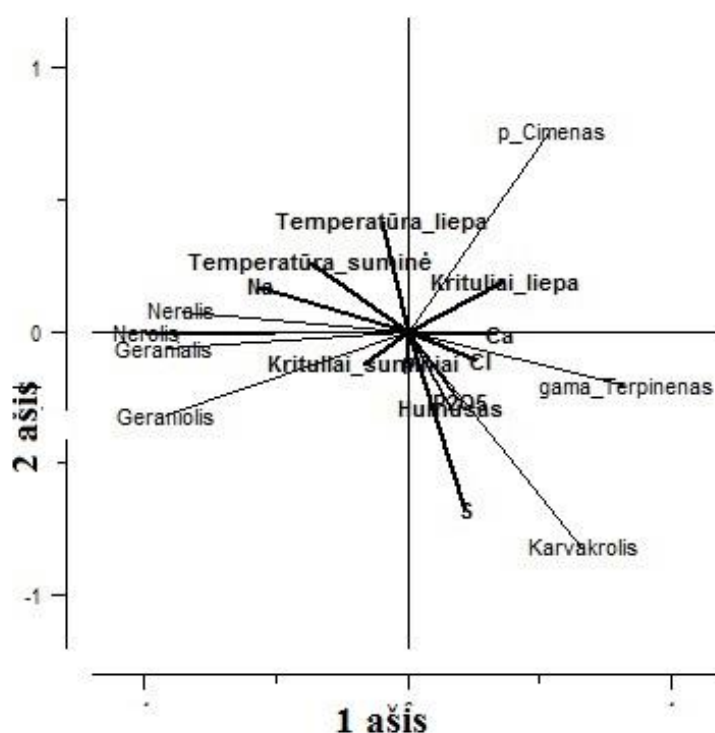
Tyrimai parodė, kad tirtieji klimatiniai faktoriai gali įtakoti *T. pulegioides* skirtingų chemotipų individų paplitimą ir eterinio aliejaus kaupimąsi bei jo pagrindinių (t.y. chemotipams charakteringų) cheminių junginių sintezę. Klimatiniai faktoriai taip pat gali įtakoti ir kai kurių kitų cheminių junginių, kurie nėra chemotipus lemiantys, sintezę eteriniuose aliejuose. Tyrimo metu gautų duomenų palyginimai su literatūriniais duomenimis parodė, kad tie patys klimatiniai faktoriai gali nevienodai įtakoti eterinių aliejų ir jų sudedamųjų cheminių junginių sintezę bei kaupimąsi skirtingų eterinius aliejus kaupiančių rūšių augaluose.

### 3.6. Edafinių ir klimatinų veiksnių įtaka karvakrolio ir geraniolio chemotipų paplitimui

Įvertinus koreliacinius ryšius tarp dirvožemio cheminės sudėties ir *T. pulegioides* eterinių aliejų cheminės sudėties ir atlikus dalinį Mantel testą bei ištyrus klimatinų faktorių įtaką chemotipus lemiančių junginių kaupimuisi skirtingų chemotipų *T. pulegioides* individuose lauko bandymo stotyje buvo nustatyta kad edafiniai ir klimatiniai veiksniai turi įtakos *T. pulegioides* geraniolio ir karvakrolio chemotipų paplitimui. Norint išsiaiškinti, kas daro stipresnę įtaką šių junginių paplitimui edafiniai ar klimatiniai veiksniai buvo atlikta perteklinė analizė (*redundancy analysis*). Timolio, linalolio ir  $\alpha$ -terpinilo acetato chemotipus lemiantys junginiai į šią analizę nebuvo įtraukti, kadangi šių junginių paplitimui tirtų edafinių ir klimatinų faktorių įtaka nustatyta nebuvo.

Atlikus perteklinę analizę (*redundancy analysis*) buvo nustatyta, kad tirtieji edafiniai ir klimatiniai faktoriai gali paaiškinti 17 % *T. pulegioides* karvakrolio ir geraniolio chemotipus lemiančių junginių paplitimo. Pirmosios dvi šios analizės grafiko ašys paaiškina 13,50 % gautųjų rezultatų (1 ašis – 9,58 %, 2 ašis – 3,92 %) (18 pav.). Literatūros duomenimis eterinių aliejų kokybinę sudėtį lemia genetinės augalo savybės ir aplinkos sąlygos (temperatūra, krituliai, apšviestumas, dirvožemio cheminė sudėtis) (SANGWAN et al., 2001; BADI et al., 2004; FIGUIREIDO et al., 2008 a; NEZHADALI et al., 2014). Pagal gautus rezultatus galima daryti prielaidą, kad *T. pulegioides* karvakrolio ir geraniolio chemotipų paplitimui didesnę įtaką turi genetiniai veiksniai. Edafiniai veiksniai turėjo stipresnę įtaką karvakrolio ir geraniolio chemotipų paplitimui (sprendžiama pagal ašių ilgumą) nei temperatūra ir krituliai (18 pav.). Iš šio grafiko taip pat matyti, kad kritulių įtaka minėtų chemotipų paplitimui buvo mažesnė nei temperatūros. Ši analizė taip pat patvirtina, kad didesnis sieros ir judriojo fosforo ( $P_2O_5$ ) kiekis dirvožemyje turi teigiamos, o natris – neigiamos įtakos *T. pulegioides* karvakrolio chemotipo paplitimui ir, kad dirvožemyje su didesniu natrio kiekiu galima aptikti dažniau, o su didesniu chloro kiekiu rečiau geraniolio chemotipo

individų (19 pav.). Kadangi analizė taip pat patvirtino, teigiamą ryšį tarp geraniolio kiekio ir liepos bei balandžio–liepos mėnesių suminės temperatūros, *T. pulegioides* geraniolio chemotipo paplitimui teigiamos įtakos turi aukštesnė temperatūra, todėl šio chemotipo individai ir yra dažnesni Lietuvos kontinentinėje dalyje, kur vyrauja žemyninis klimatas su būdingomis labiau karštesnėmis vasaromis.



18 pav. *T. pulegioides* geraniolio ir karvakrolio chemotipus charakterizuojančių junginių kiekio eteriniuose aliejuose priklausomybė nuo edafinių ir klimatinių faktorių (perteklinė analizė).

### 3.7. *Thymus pulegioides* eterinių aliejų autoalelopatinės ir alelopatinės savybės

#### 3.7.1. Eterinių aliejų autoalelopatinis poveikis

Tiriant *T. pulegioides* eterinių aliejų ir analitinių standartų poveikį per orą ir vandenį keturbriaunio čiobrelis sėklų daigumui buvo nustatyta, kad labiausiai sėklų daigumas buvo slopinamas veikiant geraniolio chemotipo

eteriniu aliejumi per orą. Sėklų daigumas šiuo atveju buvo apie 2 kartus mažesnis nei kontrolėje (17 lentelė).

17 lentelė. *Thymus pulegioides* chemotipų eterinių aliejų ir šiuos chemotipus reprezentuojančių pagrindinių junginių analitinių standartų poveikis keturbriaunio čiobrelis sėklų daigumui.

Poveikis	Cheminiai junginiai	GP±SD., %	MGD, %	GI, sėklų skaičius/diena	
Kontrolė		58,33 ± 13,43	5,83	21,18	
Per orą	Eterinis aliejus	Geraniolio chemotipas	33,25 ± 9,24 <sup>ac</sup>	3,08 <sup>ac</sup>	4,48 <sup>ac</sup>
		Karvakrolis chemotipas	43,67 ± 2,13 <sup>a</sup>	4,37 <sup>a</sup>	9,18 <sup>a</sup>
		α-Terpinilo acetato chemotipas	58,20 ± 4,46 <sup>ab</sup>	5,30 <sup>ab</sup>	11,62 <sup>ab</sup>
	Analitinis standartas	Geraniolis	48,17 ± 5,88 <sup>A</sup>	4,24 <sup>A</sup>	8,44 <sup>A</sup>
		Karvakrolis	44,25 ± 13,07 <sup>A</sup>	4,17 <sup>A</sup>	10,66 <sup>A</sup>
		α-Terpinilo acetatas	64,33 ± 11,72 <sup>A</sup>	6,43 <sup>A</sup>	18,47 <sup>A</sup>
Per vandenį	Eterinis aliejus	Geraniolio chemotipas	54,33 ± 3,21 <sup>a1</sup>	5,43 <sup>a1</sup>	17,08 <sup>a1</sup>
		Karvakrolis chemotipas	55,00 ± 13,08 <sup>a1</sup>	5,50 <sup>a1</sup>	17,01 <sup>a1</sup>
		α-Terpinilo acetato chemotipas	53,33 ± 3,51 <sup>a1</sup>	5,67 <sup>a1</sup>	16,91 <sup>a1</sup>
	Analitinis standartas	Geraniolis	54,67 ± 3,51 <sup>A</sup>	5,47 <sup>A</sup>	14,33 <sup>A</sup>
		Karvakrolis	49,00 ± 7,55 <sup>A</sup>	4,90 <sup>A</sup>	17,96 <sup>A</sup>
		α-Terpinilo acetatas	52,00 ± 7,00 <sup>A</sup>	5,20 <sup>A</sup>	14,36 <sup>A</sup>

Pastabos: GP – sėklų daigumas, MGD – vidutinis dienos daigumas, GI – dygimo indeksas. Raidėmis šalia skaičių (3–5 stulpeliai) žymimi statistiškai patikimi ar nepatikimi skirtumai: mažiosiomis raidėmis skirtumai tarp eterinių aliejų, o didžiosiomis raidėmis – tarp standartų. Raidėmis be štricho žymimas poveikis per orą, o su štrichu – poveikis per vandenį. Skirtingos raidės žymi statistiškai patikimus skirtumus, o vienodos – nepatikimus.

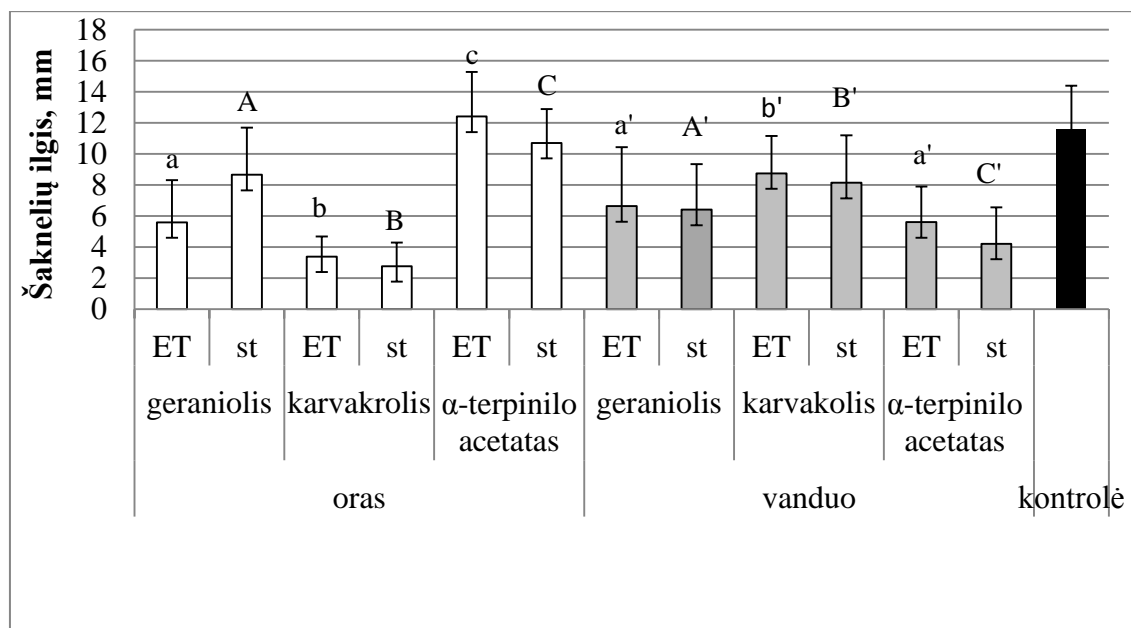
Veikiant *T. pulegioides* α-terpinilo acetato chemotipo eteriniam aliejui per orą sėklų daigumas buvo beveik toks pat kaip kontrolėje, tačiau dygimo indeksas buvo apie 2 kartus mažesnis nei kontrolėje: tai parodo, kad vis tiek pasireiškia šio eterinio aliejaus autoalelopatinis poveikis, tik per dieną sudygsta mažesnis sėklų skaičius ir dygimas vyksta ilgesnį laiką. Lyginant visų *T. pulegioides* chemotipų eterinių aliejų autoalelopatinį poveikį per orą buvo

nustatyta, kad geraniolio chemotipo eterinio aliejaus ir  $\alpha$ -terpinilo acetato chemotipo eterinio aliejaus poveikiai statistiškai reikšmingai skiriasi ir tai buvo nustatyta visiems dygimo rodikliams. Visų analitinių standartų autoalelopatinis poveikis *T. pulegioides* sėklų dygimui per orą statistiškai reikšmingai nesiskyrė, tačiau sėklų daigumą vėl mažiausiai slopinimo  $\alpha$ -terpinilo acetatas (17 lentelė). Kadangi geraniolio chemotipo eterinio aliejaus poveikis buvo stipresnis nei geraniolio analitinio standarto, galima būtų manyti, kad slopinamąjį poveikį turi ne tik pats geraniolis, bet ir kiti geraniolio chemotipo eteriniame aliejuje esantys gana gausūs cheminiai junginiai, kurie kartu su geranioliu gali sukelti sinergistinį poveikį. *T. pulegioides* tirtų chemotipų eterinių aliejų ir analitinių standartų slopinamasis poveikis per vandenį buvo mažesnis nei per orą, sudygusių sėklų skaičius buvo artimas kontrolei; eterinių aliejų ir analitinių standartų poveikis per vandenį statistiškai reikšmingai tarpusavyje nesiskyrė, ir tai buvo būdinga visiems dygimo rodikliams (17 lentelė).

Sėklų dygimą per vandenį labiausiai slopino karvakrolio analitinis standartas, tačiau jo dygimo indeksas buvo didesnis nei kitų analitinių standartų (tai reiškia, kad tam tikromis dienomis sudygusių sėklų skaičius buvo didelis) (17 lentelė). Literatūros duomenimis eteriniai aliejai išskiriami augalų donorų gali turėti slopinamąjį ar stimuliuojamąjį poveikį augalų akceptorių sėklų dygimui ir daigų vystymuisi (DUDAI et al., 2000; FITTER, 2003; GROENDAHL & EHLERS, 2008; INDERJIT & WEINER, 2001; KAUR et al., 2010). M. Tarayre ir kiti (1995) tyrė, kaip *Thymus vulgaris* lapeliai, surinkti nuo skirtingų chemotipų, veikė paties *T. vulgaris* sėklų, surinktų iš vietovių kur augo fenoliniai ir nefenoliniai chemotipai, daigumą. Šiame tyrime fenoliniai chemotipai buvo timolio ir karvakrolio chemotipai, o nefenoliniai – linalolio, geraniolio,  $\alpha$ -terpineolio ir cis-sabineno hidrato chemotipai. Buvo nustatyta, kad fenolinių ir nefenolinių chemotipų poveikiai statistiškai reikšmingai nesiskyrė, tačiau sėklos surinktos iš tų vietų, kur dominavo fenoliniai chemotipai, dygo geriau nei sėklos surintos iš tų vietų, kur augo nefenoliniai chemotipai. Šiame tyrime buvo tirtas ir eterinių aliejų poveikis sėklų daigumui.

Buvo naudoti trys skirtingi eterinių aliejų kiekiai – 1, 5 ir 10  $\mu\text{L}$ . Esant 1  $\mu\text{L}$  eterinių aliejų kiekių poveikiai *T. vulgaris* sėklų daigumui statistiškai reikšmingai nesiskyrė. Esant 5  $\mu\text{L}$  eterinių aliejų kiekiams didžiausią slopinamąjį poveikį turėjo linalolio ir timolio chemotipų eteriniai aliejai. Esant 10  $\mu\text{L}$  eterinių aliejų kiekiams sėklų dygimas buvo beveik visiškai nuslopintas veikiant visiems eteriniams aliejams, tačiau stipriausiai *T. vulgaris* sėklų dygimą vis tiek veikė timolio ir linalolio chemotipų eteriniai aliejai.

Eteriniai aliejai ir analitiniai standartai *T. pulegioides* daigų vystymąsi (matuotas šaknelių ilgis), priešingai nei sėklų dygimą, veikė skirtingai ir rezultatai beveik visais atvejais statistiškai reikšmingai skyrėsi (19 pav.).



19 pav. *Thymus pulegioides* skirtingų chemotipų eterinių aliejų (ET) ir šiuos chemotipus reprezentuojančių pagrindinių junginių analitinių standartų (st) poveikis *T. pulegioides* šaknelių ilgiui. Raidėmis virš stulpelių žymimi statistiškai patikimi ar nepatikimi skirtumai: mažosiomis raidėmis skirtumai tarp eterinių aliejų, o didžiosiomis raidėmis – tarp standartų. Raidėmis be štricho žymimas poveikis per orą, o su štrichu – poveikis per vandenį. Skirtingos raidės žymi statistiškai patikimus skirtumus, o vienodos – nepatikimus.



Labiausiai *T. pulegioides* daigų vystymasis buvo slopinamas veikiant karvakrolio analitiniam standartui per orą. Lyginant eterinių aliejų poveikį per orą, labiausiai šaknelių augimą slopino karvakrolio chemotipo eterinis aliejus. Įdomu tai, jog daigai, veikiami  $\alpha$ -terpinilo acetato chemotipo eteriniam aliejui per orą, vystėsi netgi geriau negu kontrolėje, t. y. pasireiškė skatinamasis poveikis. Veikiant eteriniams aliejams per vandenį didžiausiu slopinamuoju poveikiu pasižymėjo  $\alpha$ -terpinilo acetato chemotipo eterinis aliejus ir  $\alpha$ -terpinilo acetato standartas, o mažiausiu – karvakrolio chemotipo eterinis aliejus ir karvakrolio standartas (19 pav.). Todėl tikėtina, kad keturbriaunio čiobrelės vidurūšinė konkurencija per autoalelopatinį poveikį gali labiau pasireikšti per eterinių aliejų slopinamąjį poveikį ne į sėklų dygimą, o į daigų vystymąsi.

Cheminiai junginiai, kurie nėra adsorbuojami ant koloidų ar mineralų, dažniausiai yra dirvožemio tirpale, todėl juos gali absorbuoti augalai. Dauguma šių junginių yra lakūs, todėl jie gali įtakoti ne tik per vandenį, bet ir per orą. *T. pulegioides* chemotipų eteriniuose aliejuose dominuojantys cheminiai junginiai gali sudaryti daugiau nei pusę viso eterinio aliejaus. Todėl yra tikėtina, kad augalų donorų gausiai susintetinti junginiai gali stipriau paveikti kaimyninius augalus akceptorius. Nors eteriniai aliejai priskiriami lakiems ir vandenyje netirpiems antriniams augalų metabolitams, atskiros eterinių aliejų sudedamosios dalys turi skirtingą lakumą ir tirpumą. Pavyzdžiui, monoterpenu tarpe monoterpenu angliavandeniliai yra palyginti mažai tirpūs (<35 ppm), tačiau oksidinti monoterpentai pasižymi palyginti dideliu tirpumu (155–6990 ppm) (WEIDENHAMER et al., 1993). *T. pulegioides* geraniolio ir fenolinių (timolio ir karvakrolio) chemotipų eterinių aliejų pagrindiniai ir gausiausi cheminiai junginiai yra šiek tiek tirpūs vandenyje: geraniolio tirpumas vandenyje yra 0,69 g/l (20 °C temperatūroje), timolio – 0,85 g/l (25 °C temperatūroje), karvakrolio – 0,83 g/l (25 °C temperatūroje) (CHEN et al., 2014; GRIFFIN et al., 1999). Junginio lakumo greitis yra tiesiogiai susijęs su jo molekuline mase. Geraniolio molekulinė masė yra 154 g/mol, izomerų timolio

ir karvakrolio molekulinė masė – 150 g/mol, t. y. abu fenoliai yra labiau lakūs, palyginti su geranioliu.  $\alpha$ -Terpinilo acetatas, pagrindinis *T. pulegioides*  $\alpha$ -terpinilo acetato chemotipo eterinio aliejaus junginys, pasižymi didesniu molekulinio svoriu (196 g/mol) ir vandenyje yra netirpus (ADAMS, 2007). Laboratorinių tyrimų rezultatai parodė, kad skirtingų *T. pulegioides* chemotipų eterinių aliejų (taip pat ir jų pagrindinių komponentų standartų) autoalelopatinis poveikis per orą ir vandenį gali būti skirtingas; todėl gamtoje, esant skirtingoms aplinkos sąlygoms, skirtingų chemotipų eterinių aliejų autoalelopatinis poveikis taip pat gali skirtis: esant lakių junginių emisijai į orą palankioms oro sąlygoms (saulėta, šilta), stipresniu autoalelopatiniu poveikiu gali pasižymėti *T. pulegioides* karvakrolio chemotipo individai, o esant lietingoms oro sąlygoms –  $\alpha$ -terpinilo acetato chemotipo individai. Tuo tarpu sėklų dygimą labiausiai turėtų slopinti *T. pulegioides* geraniolio chemotipo individai. Kadangi esant nevienodoms oro sąlygoms skirtingų *T. pulegioides* chemotipų autoalelopatinis poveikis gali pasireikšti skirtingai, laiko gradientu tai gali turėti įtakos nevienodam chemotipų paplitimui ir dominavimui erdvėje (t. y., skirtingose aplinkos sąlygose). Literatūroje nurodoma, kad vienoje *T. vulgaris* augavietėje paprastai dominuoja vienas (retesniais atvejais du) chemotipai (THOMPSON et al., 1998; THOMPSON et al., 2003). *Thymus* genties rūšių kaupiami monoterpenai turi slopinamąjį poveikį, kuris skirtingomis aplinkos sąlygomis gali pasireikšti šiek tiek skirtingai ir dalyvauti tiek šių rūšių vidurūšinėje, tiek ir tarprūšinėje konkurencijoje (GOUYON et al., 1986; TARAYRE et al., 1995). Monoterpenų slopinamasis poveikis pasireiškia tuo, kad jie gali paveikti jonų kanalus, keisti ląstelių membranų laidumą ir struktūrą, pažeisti ląstelių sienelės, keisti mitochondrijų ir kitų organelių biocheminį aktyvumą bei skatinti apatozę (DORMAN et al., 1995; SIKKEMA et al., 1995; GRIFFIN et al., 2000; LAMBERT et al., 2001; BENNIS et al., 2004). Monoterpenai gali įtakoti dirvožemio mikroorganizmų rūšinę sudėtį, dirvožemio cheminę sudėtį, turėti įtakos azoto apykaitos ciklui (INDERJIT et al., 1999; EHLERS et al., 2014).

### 3.7.2. Eterinių aliejų alelopatinis poveikis vienaskilčiams ir dviskilčiams augalams

Norint iširti *T. pulegioides* eterinių aliejų poveikį augalų bendrijose kartu augačioms kitoms rūšims, tyrimui buvo pasirinktos dvi vienaskilčių augalų rūšys (pievinė miglė (*Poa pratensis*) ir pašarinis motiekukas (*Phleum pratense*)) bei dvi dviskilčių augalų rūšys (paprastoji jonažolė (*Hypericum perforatum*) ir raudonasis dobilas (*Trifolium pratense*)). Literatūros duomenimis skirtingi *T. vulgaris* chemotipai gali skirtingai įtakoti augalų bendrijų rūšinę sudėtį (EHLERS et al., 2014). Ištyrus *T. pulegioides* skirtingų chemotipų eterinių aliejų ir analitinių standartų poveikį kitų augalų rūšių dygimui, beveik visais atvejais buvo nustatyti prastesni dygimo rodikliai lyginant su kontrole (18–21 lentelė). Tik raudonojo dobilo sėklų, veikiant jas per vandenį visų *T. pulegioides* chemotipų eteriniais aliejams bei karvakrolio ir  $\alpha$ -terpinilo acetato analitiniais standartais, bendras daigumas ir vidutinis dienos daigumas buvo didesni nei kontrolėje. Tačiau šių poveikių pasekoje nustatytas mažesnis dygimo indeksas (lyginant su kontrole) parodė, kad raudonojo dobilo sėklų dygimas vis tiek buvo truputį slopinamas, kadangi sėkloms sudygti reikėjo ilgesnio laiko. Labiausiai buvo slopinamas pievinės miglės sėklų dygimas, mažiausiai – raudonojo dobilo (18 ir 19 lentelės). Mažiausiai pievinės miglės dygimą slopino karvakrolio analitinis standartas veikdamas per vandenį (gautas sudygusių sėklų skaičius 3 kartus mažesnis nei kontrolėje), o labiausiai –  $\alpha$ -terpinilo acetato analitinis standartas veikdamas per vandenį, kai nesudygo nei viena sėkla (18 lentelė).

18 lentelė. Skirtingų chemotipų eterinių aliejų ir šiuos chemotipus reprezentuojančių pagrindinių junginių analitinių standartų poveikis pievinės miglės (*Poa pratensis*) sėklų daigumui ir šaknelių ilgiui.

Poveikis	Cheminiai junginiai	GP± SD., %	MGD, %	GI, sėklų skaičius/diena	Šaknelių ilgis ± SD., mm	
Kontrolė		51,67 ± 4,16	3,97	10,94	27,50 ± 5,78	
Per orą	Eterinis aliejus	Geraniolio chemotipas	1,16 ± 2,04 <sup>a</sup>	0,08 <sup>a</sup>	0,09 <sup>a</sup>	10,64 ± 6,19 <sup>a</sup>
		Karvakrolio chemotipas	1,00 ± 1,73 <sup>a</sup>	0,08 <sup>a</sup>	0,13 <sup>a</sup>	1,70 ± 0,45 <sup>b</sup>
		α-Terpinilo acetato chemotipas	6,33 ± 4,46 <sup>a</sup>	0,43 <sup>a</sup>	0,60 <sup>b</sup>	12,63 ± 4,11 <sup>a</sup>
	Analitinis standartas	Geraniolis	5,13 ± 6,10 <sup>A</sup>	0,38 <sup>A</sup>	0,71 <sup>A</sup>	7,72 ± 3,20 <sup>A</sup>
		Karvakrolis	0,67 ± 0,58 <sup>A</sup>	0,07 <sup>A</sup>	0,07 <sup>A</sup>	1,51 ± 0,50 <sup>B</sup>
		α-Terpinilo acetatas	3,60 ± 2,3 <sup>A</sup>	0,26 <sup>A</sup>	0,38 <sup>A</sup>	14,94 ± 4,00 <sup>C</sup>
Per vandenį	Eterinis aliejus	Geraniolio chemotipas	1,33 ± 1,53 <sup>a,c</sup>	0,10 <sup>a,c</sup>	0,12 <sup>a</sup>	11,25 ± 4,11 <sup>a</sup>
		Karvakrolio chemotipas	9,67 ± 3,79 <sup>a,b</sup>	0,74 <sup>a,b</sup>	0,15 <sup>a</sup>	10,24 ± 4,39 <sup>a</sup>
		α-Terpinilo acetato chemotipas	0,40 ± 0,55 <sup>c</sup>	0,03 <sup>c</sup>	0,06 <sup>a</sup>	0,55 ± 2,46 <sup>b</sup>
	Analitinis standartas	Geraniolis	0,33 ± 0,57 <sup>A'</sup>	0,03 <sup>A'</sup>	0,03 <sup>A'</sup>	9,00 ± 0,00 <sup>A'</sup>
		Karvakrolis	17,0 ± 7,81 <sup>B'</sup>	1,3 <sup>B'</sup>	2,23 <sup>A'</sup>	11,53 ± 4,60 <sup>A'</sup>
		α-Terpinilo acetatas	0,00 <sup>A'</sup>	0,00 <sup>A'</sup>	0,00 <sup>A'</sup>	-

Pastabos: GP – sėklų daigumas, MGD – vidutinis dienos daigumas, GI – dygimo indeksas. Raidėmis šalia skaičių (3–5 stulpeliai) žymimi statistiškai patikimi ar nepatikimi skirtumai: mažiosiomis raidėmis skirtumai tarp eterinių aliejų, o didžiosiomis raidėmis – tarp standartų. Raidėmis be štricho žymimas poveikis per orą, o su štrichu – poveikis per vandenį. Skirtingos raidės žymi statistiškai patikimus skirtumus, o vienodos – nepatikimus. Analogiški žymėjimai taikomi ir 19–21 lentelėse.

19 lentelė. Skirtingų chemotipų eterinių aliejų ir šiuos chemotipus reprezentuojančių pagrindinių junginių analitinių standartų poveikis raudonojo dobilo (*Trifolium pratense*) sėklų daigumui ir šaknelių ilgiui.

Poveikis	Cheminiai junginiai	GP ± SD., %	MGD, %	GI, sėklų skaičius/diena	Šaknelių ilgis ± SD, mm	
Kontrolė		75,00 ± 5,57	25,00	53,11	23,07 ± 6,75	
Per orą	Eterinis aliejus	Geraniolio chemotipas	64,67 ± 1,53 <sup>a</sup>	21,56 <sup>a</sup>	38,05 <sup>a</sup>	18,30 ± 5,93 <sup>ac</sup>
		Karvakrolio chemotipas	61,00 ± 11,79 <sup>a</sup>	20,33 <sup>a</sup>	34,00 <sup>a</sup>	13,73 ± 4,83 <sup>b</sup>
		α-Terpinilo acetato chemotipas	75,00 ± 1,73 <sup>a</sup>	25,00 <sup>a</sup>	43,89 <sup>a</sup>	15,20 ± 5,82 <sup>ab</sup>
	Analitinis standartas	Geraniolis	63,00 ± 5,94 <sup>A</sup>	21,00 <sup>A</sup>	35,60 <sup>A</sup>	17,90 ± 8,55 <sup>AC</sup>
		Karvakrolis	72,00 ± 4,58 <sup>A</sup>	24,00 <sup>A</sup>	48,78 <sup>A</sup>	16,90 ± 5,05 <sup>AB</sup>
		α-Terpinilo acetatas	73,67 ± 2,89 <sup>A</sup>	24,56 <sup>A</sup>	44,89 <sup>A</sup>	21,17 ± 6,40 <sup>C</sup>
Per vandenį	Eterinis aliejus	Geraniolio chemotipas	83,00 ± 3,00 <sup>a1</sup>	27,67 <sup>a1</sup>	45,43 <sup>a1c1</sup>	24,13 ± 7,50 <sup>a1</sup>
		Karvakrolio chemotipas	78,33 ± 2,08 <sup>a1</sup>	26,11 <sup>a1</sup>	50,67 <sup>a1b1</sup>	21,43 ± 6,58 <sup>a1</sup>
		α-Terpinilo acetato chemotipas	82,33 ± 1,53 <sup>a1</sup>	27,44 <sup>a1</sup>	41,11 <sup>c1</sup>	17,20 ± 5,70 <sup>b1</sup>
	Analitinis standartas	Geraniolis	74,67 ± 4,93 <sup>A1</sup>	24,89 <sup>A1</sup>	42,83 <sup>A1</sup>	18,33 ± 5,94 <sup>A1</sup>
		Karvakrolis	84,00 ± 1,00 <sup>A1</sup>	28,00 <sup>A1</sup>	51,44 <sup>B1</sup>	21,30 ± 5,67 <sup>A1</sup>
		α-Terpinilo acetatas	78,33 ± 10,69 <sup>A1</sup>	26,11 <sup>A1</sup>	37,44 <sup>A1</sup>	17,90 ± 5,73 <sup>A1</sup>

Tuo tarpu kito vienaskilčio augalo – pašarinio motiejuko sėklų dygimas labiausiai buvo slopinamas veikiant geraniolio eteriniam aliejui per orą ir geraniolio analitiniam standartui per vandenį – tuomet sudygusių sėklų skaičius buvo atitinkamai 77 ir 54 kartus mažesnis nei kontrolėje. Įdomu tai, jog geraniolio analitinis standartas veikdamas per vandenį sėklų dygimą slopino 26 kartus labiau nei geraniolio eterinis aliejus, o veikiant per orą atvirkščiai – dygimą labiau slopino geraniolio eterinis aliejus nei jo standartas (20 lentelė).

20 lentelė. Skirtingų chemotipų eterinių aliejų ir šiuos chemotipus reprezentuojančių pagrindinių junginių analitinių standartų poveikis pašarinio motiejuko (*Phleum pratense*) sėklų daigumui ir šaknelių ilgiui.

Poveikis	Cheminiai junginiai	GP ± SD., %	MGD, %	GI, sėklų skaičius/diena	Šaknelių ilgis ± SD., mm	
Kontrolė		96,67 ± 0,50	12,13	31,38	9,77 ± 4,29	
Per orą	Eterinis aliejus	Geraniolio chemotipas	1,25 ± 0,96 <sup>a</sup>	0,07 <sup>a</sup>	0,08 <sup>a</sup>	5,16 ± 5,57 <sup>a</sup>
		Karvakrolio chemotipas	11,20 ± 3,83 <sup>a</sup>	0,95 <sup>a</sup>	2,11 <sup>a</sup>	2,13 ± 3,87 <sup>a</sup>
		α-Terpinilo acetato chemotipas	88,50 ± 4,36 <sup>b</sup>	8,8 <sup>b</sup>	19,94 <sup>b</sup>	4,07 ± 3,82 <sup>a</sup>
	Analitinis standartas	Geraniolis	10,25 ± 3,86 <sup>A</sup>	0,97 <sup>A</sup>	1,60 <sup>A</sup>	1,77 ± 0,66 <sup>A</sup>
		Karvakrolis	18,00 ± 3,81 <sup>A</sup>	2,94 <sup>A</sup>	4,87 <sup>A</sup>	1,40 ± 0,75 <sup>A</sup>
		α-Terpinilo acetatas	94,67 ± 1,15 <sup>B</sup>	7,5 <sup>B</sup>	26,46 <sup>B</sup>	5,93 ± 4,03 <sup>B</sup>
Per vandenį	Eterinis aliejus	Geraniolio chemotipas	47,00 ± 7,87 <sup>b</sup>	2,6 <sup>b</sup>	4,84 <sup>b</sup>	7,00 ± 5,22 <sup>a</sup>
		Karvakrolio chemotipas	92,00 ± 1,41 <sup>a</sup>	8,09 <sup>a</sup>	20,32 <sup>a</sup>	5,69 ± 4,89 <sup>a</sup>
		α-Terpinilo acetato chemotipas	94,67 ± 0,58 <sup>a</sup>	11,64 <sup>a</sup>	22,42 <sup>a</sup>	7,23 ± 6,70 <sup>a</sup>
	Analitinis standartas	Geraniolis	1,80 ± 1,79 <sup>A</sup>	0,18 <sup>B</sup>	0,47 <sup>B</sup>	1,22 ± 0,75 <sup>A</sup>
		Karvakrolis	88,33 ± 10,70 <sup>B</sup>	7,95 <sup>A</sup>	17,48 <sup>A</sup>	4,38 ± 3,43 <sup>A</sup>
		α-Terpinilo acetatas	95,33 ± 1,1 <sup>B</sup>	6,90 <sup>A</sup>	16,28 <sup>A</sup>	16,68 ± 5,85 <sup>B</sup>

Įdomu tai, jog paprastosios jonažolės sėklų dygimas buvo visiškai nuslopintas veikiant geraniolio eteriniam aliejui ir jo analitiniam standartui tiek per orą, tiek per vandenį (21 lentelė). Galima daryti prielaidą, kad net esant skirtingoms aplinkos sąlygoms: saulėta, šilta ar lietinga, *T. pulegioides* geraniolio chemotipo individai slopins šios rūšies sėklų dygimą.

21 lentelė. Skirtingų chemotipų eterinių aliejų ir šiuos chemotipus reprezentuojančių pagrindinių junginių analitinių standartų poveikis paprastosios jonažolės (*Hypericum perforatum*) sėklų daigumui ir šaknelių ilgiui.

Poveikis	Cheminiai junginiai		GP ± SD., %	MGD, %	GI, sėklų skaičius/diena	Šaknelių ilgis ± SD., mm
Kontrolė			46,67 ± 7,02	2,59	4,94	3,31 ± 1,24
Per orą	Eterinis aliejus	Geraniolio chemotipas	0,00 <sup>b</sup>	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	-
		Karvakrolio chemotipas	28,00 ± 6,09 <sup>a</sup>	1,98 <sup>a</sup>	3,45 <sup>a</sup>	1,63 ± 0,51 <sup>a</sup>
		α-Terpinilo acetato chemotipas	36,67 ± 1,53 <sup>a</sup>	1,96 <sup>a</sup>	2,97 <sup>a</sup>	2,37 ± 0,78 <sup>b</sup>
	Analitinis standartas	Geraniolis	0,00 <sup>B</sup>	0,00 <sup>A</sup>	0,00 <sup>A</sup>	-
		Karvakrolis	19,67 ± 4,62 <sup>A</sup>	1,20 <sup>AB</sup>	1,74 <sup>AC</sup>	0,87 ± 0,59 <sup>a</sup>
		α-Terpinilo acetatas	37,33 ± 8,62 <sup>A</sup>	2,10 <sup>CB</sup>	3,38 <sup>BC</sup>	2,70 ± 0,87 <sup>b</sup>
Per vandenį	Eterinis aliejus	Geraniolio chemotipas	0,00 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	-
		Karvakrolio chemotipas	37,60 ± 9,84 <sup>a</sup>	2,42 <sup>a</sup>	5,34 <sup>a</sup>	1,75 ± 0,76 <sup>a</sup>
		α-Terpinilo acetato chemotipas	38,67 ± 8,96 <sup>a</sup>	2,24 <sup>a</sup>	3,81 <sup>a</sup>	2,37 ± 0,78 <sup>b</sup>
	Analitinis standartas	Geraniolis	0,00 <sup>A</sup>	0,00 <sup>A</sup>	0,00 <sup>A</sup>	-
		Karvakrolis	55,00 ± 7,00 <sup>B</sup>	3,45 <sup>BC</sup>	7,70 <sup>BC</sup>	1,60 ± 0,59 <sup>a</sup>
		α-Terpinilo acetatas	8,33 ± 2,52 <sup>A</sup>	0,48 <sup>AC</sup>	0,82 <sup>AC</sup>	1,77 ± 0,66 <sup>a</sup>

Prancūzijoje buvo tirtas dviskilčių (*Daucus carota*, *Nigella damascena*) ir vienaskilčio (*Bromus madritensis*) augalų sėklų daigumas ir daigų išgyvenamumas dirvožemiuose, surinktuose po *Thymus vulgaris* augalais ir gretimose vietose, kur jų nebuvo (LINGHART et al., 2015). Tirtas keturių chemotipų – nefenolinių geraniolio ir sabineno hidrato bei fenolinių timolio ir karvakrolio – poveikis. Buvo nustatyta, kad *Daucus carota* ir *Bromus madritensis* augalų sėklos daugeliu atvejų geriau dygo dirvožemiuose, surinktuose po *T. vulgaris* augalais (ypač geraniolio chemotipo), išskyrus *Nigella damascena* dygimą dirvožemyje, surinktame šalia karvakrolio chemotipo individų.

Visų tirtų rūšių šaknelių vystymasis buvo silpniausias, veikiant karvakrolio chemotipo eteriniu aliejumi ir karvakrolio standartu per orą, tik pievinės miglės – veikiant α-terpinilo acetato eteriniam aliejui per vandenį (18–21 lentelės). Tuo tarpu geraniolio chemotipo eterinis aliejus ir α-terpinilo acetato analitinis standartas per vandenį stimuliuojančiai veikė atitinkamai

raudonojo dobilo ir pašarinio motiejuko šaknelių augimą (19 ir 20 lentelės). Literatūros duomenimis *T. vulgaris* ir *T. pulegioides* fenoliniai chemotipai pasižymi didesniu toksiniu poveikiu nei nefenoliniai (LINGHART & THOMPSON, 1999; STAHL-BISKUP & SAEZ, 2002). Prancūzijoje atlikus tyrimus buvo nustatyta, kad tirtų dviskilčių augalų rūšių daigų išgyvenamumas buvo statistiškai reikšmingai mažesnis *T. vulgaris* karvakrolio ir timolio chemotipais paveiktuose dirvožemiuose, o vienaskilčių – timolio chemotipu paveiktame dirvožemyje (LINGHART et al., 2015). Pavyzdžiui, nustatyta, kad *T. vulgaris* fenoliniai chemotipai stipriau slopino *Bromus madritensis* vystymąsi nei nefenoliniai chemotipai (LINGHART et al., 2015). Tačiau mūsų atlikti laboratoriniai tyrimai parodė, kad geraniolio analitinis standartas per vandenį slopino pašarinio motiejuko, o  $\alpha$ -terpinilo acetato chemotipo eterinis aliejus – pievinės miglės šaknelių vystymąsi: jos buvo atitinkamai 8 ir 50 kartų trumpesnės, lyginant su kontrole (18 ir 20 lentelės). Literatūros duomenimis, kai kurias grybų rūšis toksiškiausiai veikia geraniolis (BILLING & SHERMAN, 1998). Galbūt ir kai kurioms augalų rūšims tam tikromis sąlygomis nefenoliniai chemotipai gali būti toksiškesni už fenolinius. *T. pulegioides* chemotipų eteriniams aliejams ir tirtiems standartams veikiant per orą, tirtų augalų rūšių sėklų daigumas dažniausiai buvo slopinamas labiau, nei veikiant per vandenį (18–21 lentelės). Tai galima būtų susieti su tuo, kad, kaip buvo minėta aukščiau, lakieji junginiai silpnai tirpsta vandenyje (GRIFFIN et al., 1999; ADAMS, 2007; CHEN et al., 2014). Mūsų atlikti tyrimai parodė, kad skirtingos augalų rūšys į tų pačių eterinių aliejų poveikį gali reaguoti skirtingai. Tiriant Lamiaceae, Apiaceae ir Verbenaceae šeimų keletą augalų rūšių poveikį *Raphanus sativus*, *Lactuca sativa* ir *Lepidium sativum* sėklų dygimui ir šaknelių ilgiui taip pat buvo nustatyta, kad visos šios minėtos rūšys į skirtingų eterinių aliejų poveikį ir jų skirtingas koncentracijas reagavo skirtingai (ROLIM DE ALMEIDA et al., 2010).

Remiantis mūsų ir kitų tyrėjų atliktais laboratoriniais tyrimais galima teigti, kad eteriniai aliejai (tame tarpe ir *T. pulegioides* eteriniai aliejai) dažniausiai turi slopinamąjį poveikį sėklų dygimui ir daigų vystymuisi, tačiau



kartais pasireiškia ir stimuliuojamasis poveikis. Natūraliose sąlygose alelochemikalų poveikis gali būti kitoks, nei laboratorinėmis sąlygomis, kadangi augalų bendrijose kartu augantys augalai išskiria įvairias alelopatines medžiagas, kurios gali reaguoti tiek tarppusavyje, tiek su dirvožemyje esančiais cheminiais elementais. Nors tiksliai spręsti apie *T. pulegioides* skirtingų chemotipų įtaką natūraliose augalų bendrijose sudėtinga, atlikti tyrimai leidžia manyti, kad augalų bendrijose dominuojantys skirtingi *T. pulegioides* chemotipai gali nevienodai įtakoti tarprūšinę augalų konkurenciją.

## REZULTATŲ APIBENDRINIMAS

Keturbriaunis čiobrelis (*Thymus pulegioides*) – vaistinis, aromatinis, eterinius aliejus kaupiantis augalas, paplitęs visoje Europoje, dažnai aptinkamas ir Lietuvoje (RADUŠIENĖ & JANULIS, 2004; LOŽIENĖ et al., 2007; RADONIC & MASTELIC, 2008). *T. pulegioides*, kaip ir kitos *Thymus* genties rūšys, pasižymi cheminiu polimorfizmu, panašios cheminės sudėties eterinius aliejaus kaupiantys individai priklauso tam pačiam chemotipui. Nors augalo chemotipą lemia genetiniai faktoriai, yra pastebėta, kad aplinkos veiksniai gali turėti įtakos chemotipinei įvairovei erdvėje (VERNET et al., 1986; TARAYRE & THOMPSON, 1997; THOMPSON et al., 2003; KAYA et al., 2013). Augaluose besikaupiančių eterinių aliejų kiekybinei ir kokybinei sudėčiai gali turėti įtakos klimatinės sąlygos (temperatūra, kritulių kiekis, apšviestumas) ir dirvožemio cheminė sudėtis, (SANGWAN et al., 2001; KAYA et al., 2013; NURZYNSKA–WIERDAK, 2013; FARHAT et al., 2016). Lietuvos teritorijoje edafinės ir klimatinės sąlygos skiriasi. Edafinių ir klimatinų veiksnių įtaka šios *Thymus* genties rūšies chemotipų paplitimui erdvėje, eterinių aliejų kiekybinei ir kokybinei sudėčiai nėra išaiškinta, o *T. pulegioides* chemotipų paplitimo ypatumai Lietuvos teritorijoje iki šiol visiškai nebuvo tirti. Todėl šiame darbe buvo tirimas *T. pulegioides* skirtingų chemotipų paplitimas Lietuvos teritorijoje ir edafinių bei klimatinų faktorių įtaka šios rūšies skirtingų chemotipų paplitimui ir eterinių aliejų kiekybinei ir kokybinei sudėčiai.

*Thymus* genties augaluose sintetunami ir į aplinką išskiriami monoterpenai yra stiprūs alelochemikalai pasižymintys alelopatiniu ir/ar autoalelopatiniu poveikiu (TARAYRE et al., 1995; VOKOU et al., 2003; JENSEN & EHLERS, 2010) bei galintys turėti įtakos augalų bendrijų rūšinei sudėčiai (EHLERS et al., 2014; LINHART et al., 2015). Skirtingi *T. pulegioides* chemotipai gali skirtingai paveikti kitų augalų rūšių bei savo paties sėklų daigumą ir daigų vystymąsi, o tai gali turėti įtakos šios rūšies chemotipų paplitimui. Todėl šiame darbe buvo atliekami ir skirtingų *T. pulegioides* chemotipų autoalelopatinių ir alelopatinių savybių tyrimai.

Atlikus *T. pulegioides* eterinių aliejų kiekybinės ir kokybinės sudėties tyrimus buvo nustatyta, kad šios rūšies augalai Lietuvoje vidutiniškai sukaupia  $0,61 \% \pm 0,21 \%$  eterinio aliejaus. Vienfaktorinė dispersinė analizė neparodė statistiškai patikimų skirtumų tarp skirtingų Lietuvos klimatinių parajonių *T. pulegioides* populiacijų pagal eterinio aliejaus kiekį (11 lentelė). Buvo nustatyta, kad didesnis eterinio aliejaus kiekis *T. pulegioides* augaluose sukaupiamas esant didesniam humuso kiekiui, o mažesnis – esant didesniems mangano ir kobalto kiekiams dirvožemyje (7 lentelė).

Atlikus eterinių aliejų cheminės sudėties analizę buvo identifikuoti 55 cheminiai junginiai. Didžiausią *T. pulegioides* eterinių aliejų dalį sudarė oksidinti monoterpenai (jų kiekis tirtose augavietėse variavo nuo 17,68 iki 79,05 % (2 priedo lentelė). Gausiausias ir dažniausiais *T. pulegioides* eterinio aliejaus komponentas buvo karvakrolis: šis cheminis junginys vidutiškai sudarė  $17,66 \pm 9,43 \%$  viso eterinio aliejaus kiekio ir dominavo 7-iuose Lietuvos klimatinuose parajonuose (išskyrus Pajūrio ir Pajūrio žemumos klimatinių parajonių augavietes) (1 ir 10 lentelės). Todėl galima teigti, kad Lietuvoje, kaip ir daugumoje Europos šalių, dominuoja *T. pulegioides* karvakrolio chemotipo individai. Didžiausia karvakrolio vidutinė reikšmė buvo nustatyta Sūduvos, o mažiausia – Aukštaitijos klimatiniame parajonyje, karvakrolio kiekio skirtumai tarp šių klimatinių parajonių *T. pulegioides* populiacijų buvo statistiškai reikšmingi (10 lentelė, 10 A pav.). *T. pulegioides* karvakrolio chemotipo individai labiau paplitę Vakariniėje Lietuvos dalyje, kur mažiau pasireiškia klimato kontinentalumas. *T. pulegioides* geraniolio chemotipo individai Lietuvos teritorijoje yra retesni (vidutinis geraniolio kiekis  $6,57 \pm 8,57 \%$ ), kurie labiau dominavo Ventos klimatiniame parajonyje (10 lentelė). Mažiausias geraniolio vidutinis kiekis *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose buvo nustatytas Žemaičių klimatinio parajonio populiacijose, klimatinių parajonių *T. pulegioides* populiacijos su mažiausiu ir didžiausiu geraniolio kiekiu statistiškai reikšmingai skyrėsi pagal geraniolio kiekį eteriniuose aliejuose (10 lentelė, 12 A pav.). Geraniolio chemotipo individai labiau paplitę Vidurio ir Rytinėje Lietuvos dalyje esančiuose klimatinuose parajonuose (12 pav.), kur

labiau pasireiškia žemyninis klimatas, su būdingomis didesnėmis metinėmis temperatūrų amplitudėmis. Literatūros duomenimis *T. vulgaris* geraniolio chemotipo individai yra atsparesni žemai žiemos temperatūrai (GOUYON et al., 1986; THOMPSON et al., 2002). *T. pulegioides* timolio, linalolio ir  $\alpha$ -terpinilo acetato chemotipų individai Lietuvos teritorijoje mažai paplitę; vidutinis timolio kiekis eteriniuose aliejuose sudarė  $3,17 \pm 5,11$  %, o linalolio ir  $\alpha$ -terpinilo acetato vidutiniai kiekiai neviršijo 2 % (1 lentelė). Pajūrio ir Pajūrio žemumos klimatinių parajonių *T. pulegioides* augavietėse buvo nustatytas timolio dominavimas eteriniuose aliejuose (2 priedo lentelė), o didžiausia timolio vidutinė reikšmė buvo nustatyta Aukštaitijos klimatiniame parajonio *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose (10 lentelė). Gausesniai timolio chemotipo individų paplitimui šiuose klimatiniuose parajonuose gali turėti įtakos šio chemotipo didesnis atsparumas šalčiui (Aukštaitijos klimatiniame parajonyje nustatoma žemesnė sausio mėnesio temperatūra nei kituose Lietuvos klimatiniuose parajonuose) ir geresnis pakantumas žemesnei temperatūrai vegetacijos metu (Pajūrio ir Pajūrio žemumos klimatiniuose parajonuose paprastai būna žemesnė liepos mėnesio temperatūra).

Tyrimai parodė, kad daugiau karvakrolio *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose yra sukaupiama augavietėse su didesniais judriojo fosforo ir sieros kiekiais, o mažiau su didesniu natrio kiekiu dirvožemyje. Dirvožemyje esant didesniai judriojo fosforo kiekiui, keturbriaunio čiobrelis eteriniuose aliejuose susikaupia ir daugiau karvakrolio pirmtako  $\gamma$ -terpineno, o esant didesniams fosforo ir sieros kiekiams dirvožemyje – mažiau p-cimeno, kuris taip pat yra karvakrolio pirmtakas (7 lentelė ir 7 pav.). Buvo nustatyta, kad geraniolio ir geraniolio daugiau sukaupiama *T. pulegioides* augant mažiau humuso turinčiuose dirvožemiuose, o nerolio ir neralio – esant mažesniai kalcio kiekiui dirvožemyje. Dirvožemiuose su didesniu sieros kiekiu augusių *T. pulegioides* eteriniuose aliejuose buvo rasti mažesni geraniolio, nerolio ir neralio kiekiai. Didesnis natrio kiekis dirvožemyje skatino, o didesnis chloro kiekis dirvožemyje slopino geraniolio ir su juo biogenetiškai susijusių junginių plitimą (7 lentelė ir 8 pav.). Todėl galima daryti prielaidą, kad dirvožemiuose

su didesniu sieros kiekiu bus labiau linkę paplisti *T. pulegioides* karvakrolio chemotipo, o su didesniu natrio kiekiu – geraniolio chemotipo individai. Timolio, linalolio ir  $\alpha$ -terpinilo acetato chemotipų plitimui dirvožemio cheminės sudėties įtaka nustatyta nebuvo.

Dalinį Mantel testas parodė, kad temperatūra ir krituliai daro įtakos karvakrolio chemotipo paplitimui ( $R = 0,12$ ;  $p = 0,02$ ). Vienodose aplinkos sąlygose (GTC lauko bandymų stotyje) auginat skirtingus *T. pulegioides* chemotipus buvo nustatyta, kad didesnis balandžio–liepos mėnesių suminis kritulių kiekis skatino karvakrolio pirmtako p-cimeno sintezę ( $R = 0,94$ ;  $p < 0,05$ ), o didesnė saulės spindėjimo trukmė liepos mėnesį riboja  $\gamma$ -terpineno sintezę ( $R = -0,82$ ;  $p < 0,05$ ). Dalinis Mantel testas taip pat parodė, kad temperatūra ir krituliai daro įtaką geraniolio chemotipo paplitimui ( $R = 0,17$ ,  $p = 0,02$ ). *T. pulegioides* pavyzdžių ilgalaikio auginimo lauko bandymų eksperimentiniuose laukeliuose tyrimas parodė, kad *T. pulegioides* geraniolio chemotipo individų eteriniuose aliejuose geraniolio kiekis teigiamai koreliavo su liepos mėnesio temperatūra ( $R = 0,90$ ,  $p < 0,05$ ) ir balandžio–liepos mėnesių sumine temperatūra ( $R = 0,89$ ,  $p < 0,05$ ) (12 lentelė ir 13 pav.); taip pat esant mažesnei balandžio–liepos mėnesių suminei fotoaktyviai saulės spinduliuotei eksperimentinių geraniolio chemotipo individų eteriniuose aliejuose buvo sukaupiami didesni šio terpeno alkoholio kiekiai ( $R = -0,83$ ,  $p < 0,05$ ) (12 lentelė ir 16 pav.). Galima daryti prielaidą, kad aukštesnė temperatūra ir mažesnė fotoaktyvioji saulės spinduliuotė skatina geraniolio sintezę. Klimatinių faktorių įtaka linalolio ir  $\alpha$ -terpinilo acetato sintezei atitinkamų *T. pulegioides* chemotipų eteriniuose aliejuose nustatyta nebuvo.

Buvo nustatyta, kad tirtieji edafiniai ir klimatiniai faktoriai gali paaiškinti 17 % *T. pulegioides* karvakrolio ir geraniolio chemotipus lemiančių junginių paplitimo. Literatūros duomenimis eterinių aliejų kokybinę sudėtį lemia genetinės augalo savybės ir aplinkos sąlygos (temperatūra, krituliai, apšviestumas, dirvožemio cheminė sudėtis) (SANGWAN et al., 2001; BADI et al., 2004; FIGUIREIDO et al., 2008 a; NEZHADALI et al., 2014). Pagal gautus rezultatus galima daryti prielaidą, kad *T. pulegioides* karvakrolio ir geraniolio

chemotipų paplitimui didesnę įtaką turi genetiniai veiksniai. Edafiniai veiksniai turėjo stipresnę įtaką karvakrolio ir geraniolio chemotipų paplitimui nei temperatūra ir krituliai. Kritulių įtaka minėtų chemotipų paplitimui buvo mažesnė nei temperatūros (18 pav.).

Lyginant skirtingų *T. pulegioides* chemotipų eterinių aliejų autoalelopatinį poveikį buvo nustatyta, kad *T. pulegioides* sėklų dygimą labiausiai slopino geraniolio chemotipo eterinis aliejus per orą (17 lentelė). *T. pulegioides* šaknelių vystymąsi per orą labiausiai slopino karvakrolio chemotipo eterinis aliejus, o veikiant per vandenį didžiausią slopinamąjį poveikį turėjo  $\alpha$ -terpinilo acetato chemotipo eterinis aliejus. *T. pulegioides* šaknelių vystymąsi skatino  $\alpha$ -terpinilo acetato chemotipo eterinis aliejus, veikdamas per orą (18 pav.). Šie laboratorinių autoalelopatinio poveikio per orą ir vandenį tyrimų rezultatai leidžia daryti prielaidą apie galimą nevienodą skirtingų *T. pulegioides* chemotipų autoalelopatinį poveikį natūraliose augavietėse, esant nevienodoms oro sąlygoms.

Ištyrus *T. pulegioides* skirtingų chemotipų eterinių aliejų poveikį kitoms augalų rūšims buvo nustatyta, kad labiausiai eteriniai aliejai slopino pievinės miglės dygimą, o mažiausiai – raudonojo dobilo (18 ir 19 lentelės). Pievinės miglės sėklų dygimą labiausiai slopino karvakrolio chemotipo eterinis aliejus per orą ir  $\alpha$ -terpinilo acetato chemotipo eterinis aliejus per vandenį (18 lentelė). Pašarinio motiejuko ir paprastosios jonažolės sėklų dygimą labiausiai slopino geraniolio chemotipo eterinis aliejus (20 ir 21 lentelės). Visų tirtų rūšių šaknelių vystymasis buvo silpniausias, veikiant *T. pulegioides* karvakrolio chemotipo eteriniam aliejui per orą, tik pievinės miglės – veikiant  $\alpha$ -terpinilo acetato eteriniam aliejui per vandenį (18–21 lentelės). Tyrimai leidžia manyti, kad skirtingi *T. pulegioides* chemotipai gali nevienodai įtakoti tarprūšinę augalų konkurenciją augalų bendrijose.

## IŠVADOS

1. Keturbriaunio čiobrelio (*T. pulegioides*) antžeminėje dalyje vidutiniškai susikaupia  $0,61 \pm 0,21$  % eterinio aliejaus, kurio dažniausias ir gausiausias komponentas yra karvakrolis ( $17,66 \pm 9,43$  %), o karvakrolio chemotipas dominuoja visuose Lietuvos klimatinuose parajonuose (išskyrus Pajūrio ir Pajūrio žemumos klimatinis parajonius). Karvakrolio chemotipo dominavimas Lietuvoje nesudaro išimties viso natūralaus *T. pulegioides* arealo Europoje požiūriu. Antrasis pagal gausumą cheminis junginys – geraniolis ( $6,57 \pm 8,70$  %); geraniolio chemotipas dominuoja Ventos klimatiniame parajonyje. Linalolio ir  $\alpha$ -terpinilo acetato chemotipai Lietuvos teritorijoje yra reti.

2. Eterinio aliejaus kaupimuisi *T. pulegioides* rūšies augaluose teigiamą įtaką daro didesnis humuso, o neigiamą – didesni mangano bei kobalto kiekiai dirvožemyje. Didesnis natrio kiekis dirvožemyje gali skatinti, o chloro ir sieros – slopinti geraniolio ir su juo biogenetiškai susijusių junginių kaupimąsi bei *T. pulegioides* geraniolio chemotipo paplitimą. Karvakrolio kaupimąsi ir *T. pulegioides* karvakrolio chemotipo paplitimą gali skatinti didesnis sieros bei judriojo fosforo kiekis, o slopinti didesnis natrio kiekis dirvožemyje.

3. Skirtingų Lietuvos klimatinių parajonių *T. pulegioides* populiacijos skiriasi ( $p < 0,05$ ) pagal *T. pulegioides* individuose sukaupiamų timolio ir karvakrolio bei jų pirmtakų ir pagal geraniolio bei su juo biogenetiškai susijusių junginių kiekius. Didesnis fotosintetiškai aktyvios spinduliuotės (FAR) kiekis *T. pulegioides* vegetacijos laikotarpiu skatina eterinio aliejaus kaupimąsi karvakrolio chemotipo augaluose. Geraniolio chemotipo paplitimą skatina didesnė temperatūra butonizacijos ir vegetacijos metu, o riboja didesnis FAR kiekis vegetacijos metu; didesnis eterinio aliejaus kiekis šiame chemotipe sukaupiamas esant aukštesnei temperatūrai vegetacijos metu. Eterinio aliejaus kaupimąsi linalolio chemotipo individuose skatina didesnė saulės spindėjimo trukmė vegetacijos metu.

4. Labiausiai *T. pulegioides* sėklų dygimą slopina geraniolio chemotipo eterinis aliejus veikdamas per orą; *T. pulegioides* daigų vystymąsi labiausiai skatina  $\alpha$ -terpinilo acetato chemotipo eterinis aliejus veikdamas per orą. Skirtingų *T. pulegioides* chemotipų eteriniai aliejai turėi skirtingą poveikį vienaskilčių ir dviskilčių augalų sėklų daigumui. Nustatyta, kad tirtųjų chemotipų eteriniai aliejai beveik neinhibuoja raudonojo dobilo (*Trifolium pratense*), o labiausiai slopina pievinės miglės (*Poa pratensis*) sėklų dygimą.

5. Nustatyta, kad tirtieji edafiniai ir klimatiniai veiksniai gali paaiškinti 17,00 % *T. pulegioides* chemotipus lemiančių junginių paplitimo. Didesnę įtaką *T. pulegioides* chemotipų paplitimui turi edafiniai nei klimatiniai veiksniai.



## LITERATŪRA

1. ABU-DARWISH M.S., AL-FRAIHAT A.H., AL-DALAIN S.Y.A., AFIFI F.U., AL-TABBAL J.A., 2011: Determination of essential oils and heavy metals accumulation in *Salvia officinalis* cultivated in three intra-row spacing in ash-shoubak, Jordan. – Int. J. Agric. Biol, 13: 981–985.
2. ADAMS R.P., 2007: Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry, fourth ed. – Allured Publishing Corp., Carol Stream, IL.
3. ADZET T., GRANGER R., PASSET J., SAN-MARTÍN R., 1977: Le polymorphisme chimique dans le genre *Thymus*: Sa signification taxonomique. – Biochem. Syst. Ecol, 5: 269–272.
4. AFSHARYPUOR S., AZRBAYEJANY N., 2006: Chemical constituents of flower essential oil of *Lavandula officinalis* Chaix from Isfahan (Iran). – Iranian journal of Pharmaceutical Science, 2(3): 169–172.
5. ALBARYAK S., CHAIM N., 2005: Effects of different levels and application times of humic acid and root nad leaf yield and yield components of turnip (*Brassica rapa L.*). – J.Agron, 4(2): 130–133.
6. ALWAK R.H., 2010: The effect of sowing dates and potassium fertilization on yiled and the quality of the produced oil of anise plant (*Pimpinella anisum L.*). – PhD thesis, Faculty of Agriculture, Damaschus university, Siria: 1, 2.
7. ALIZADEH A., KHOSKHUI M., JAVIDNIA K., FIRUZI O., TAFALOZI E., KHALIGHI A., 2010: Effects of fertilizer on yield, essential oil composition, total phenolic content and antioxidant activity in *Satureja hortensis L.* (*Lamiaceae*) cultivated in Iran. – Journal of Medical Plant Research, 4(1): 33–40.
8. AMIOT J., SALMON Y., COLLIN C., THOMPSON J.D., 2005: Differential resistance to freezing and spatial distribution in achemically polymorphic plant *Thymus vulgaris*. – Ecology Letters, 8: 370–377.

9. ARABACI O., BAYRAM E., 2004: The effect of nitrogen fertilization and different plant densities on some agronomic and technologic characteristics of *Ocimum basilicum* L. (Basil). – J. Agro, 3: 255–262.
10. AZAZ D.A., IRTEM H.A., KURCUOGLU M., BASER K.H.C., 2004: Composition and in vitro antimicrobial activities of the essential oils of some *Thymus* species. – Journal Naturforsch, 59: 75–80.
11. BADI N. H., YAZDANI D., ALI M.S., NAZARI F., 2004: Effects of spacing and harvesting time on herbage yield and quality/quantity of oil in thyme, *Thymus vulgaris* L. – Industrial Crops and Products, 19(3): 231–236.
12. BAHER Z.F., MIRZA M., GHOBANLI M., REZAI M.B., 2002: The influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition of *Satureja hortensis* L. – Flav. Frag. J, 17: 275–277.
13. BAKHY K., BENLHABIB O., BIGHELLI A., CASANOVA J., TOMI F., FAIZ C.A., 2014: Yield and chemical variability of essential oil isolated from aerial parts of wild *Origanum compactum* Benth. from Moroccan Western Rif. Am. – J. Essent. Oil Nat. Prod, 4: 9–17.
14. BAHRANI A., 2015: Effects of some micro and macro nutrients on seed yield and oil content of rapeseed (*Brassica napus* L.). – International Journal of Chemical, Environmental, Biological Science, 3(1): 71–74.
15. BALEVIČIENĖ J., KIZIENĖ B., LAZDAUSKAITĖ Ž., PATALAUŠKAITĖ D., RAŠOMAVIČIUS V., SINKEVIČIENĖ Z., TUČIENĖ A., VENCKUS Z., 1998: Lietuvos augalija. Pievos. – Kaunas, Vilnius.
16. BALEVIČIENĖ J., 1991: Sintaksonomo-fitogeografi českaja strukturarastitel'nosti Litvy. – Vilnius.
17. BARANAUSKIENĖ R., VENSKUTONIS P.R., VIŠKELIS P., DAMBRAUSKIENĖ E., 2003: Influence of nitrogen fertilisers on the yield and composition of Thyme (*Thymus vulgaris*). – Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51(26): 7751–7758.
18. BASCH E., ULBRICH C., HAMMERNESS P., BEVINS E., BEVINS A., SOLARS D., 2004: Thyme (*Thymus vulgaris*), thymol. – Journal of Herbal Pharmacotherapy, 4(1): 49–67.

19. BASER K.H.C., 1995: Essential oils from aromatic plants which are used of herbal tea in Turkey. In Flavours fragrance and essential oils. Proceedings of the 13th International congress Flavours, fragrance and essential oils.
20. BENNIS S. F., CHAMI N., CHAMI T., BOUCHIKHI T., REMMAL A., 2004: Surface alteration of *Saccharomyces cerevisiae* induced by thymol and eugenol. – Lett. Appl. Microbiol, 38: 454–458.
21. BETTAIEB I., ZAKHAMA M., WANNES W.A., LCHOUK M.E., MARZOUK B., 2009: Water deficit effects of *Salvia officinalis* fatty acids and essential oils composition. – Scientia Horticulturae, 120: 271–275.
22. BEIER R.C., BYRD J.A., KUBENA L.F., HUME M.E., MCREYNOLDS J.L., ANDERSON R.C., NISBET D.J., 2013: Evaluation of linalool, a natural antimicrobial and insecticidal essential oil from basil: effects on poultry. – Poultry Science, 93(2): 267–272.
23. BILLING J., SHERMAN P.W., 1998: Antimicrobial functions of spices: why some like it hot. – Q Rev Biol, 73: 3–49.
24. BOIRA H., BLANQUER A., 1998: Environmental factors affecting chemical variability of essential oils in *Thymus piperella* L. – Biochem. Syst. Ecol, 26: 811–822.
25. BOZ I., GILLE E., NECULA R., DUNCA S., ZAMFIRACHE M.M., 2015: Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from five populations of *Thymus pulegioides* L. – Cellulose Chem. Technol, 49: 169–174.
26. BRAUN-BLANQUET J., 1964: Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde, 3<sup>rd</sup> ed. – Wien–NewYork.
27. BUIVYDATĖ V. V., 2001: Soil survey and available soil data in Lithuania. – European soil bureau, Research report, 9: 211–223.
28. BUKANTIS A., 1994 a: Lietuvos klimatas. – Vilniaus universitetas.
29. BUKANTIS A., 1994 b: Ekstremalios žiemos Baltijos jūros regione. Geografijos metraštis. – Vilnius: Geografijos institutas, 28: 394.

30. BURT J., 2004: Essential oils: Their antibacterial properties and potential application in foods - a review. – *International Journal of Food Microbiology*, 94: 223–253.
31. CASTELLS E., PENUELAS J., VALENTINE D.W., 2003: Influence of phenolic compound bearing species *Ledum palustre* on soil N cycling in boreal hardwood forest. – *Plant Soil*, 251: 155–166.
32. CHARLES D.J., JOLY R.J., SIMON J.E., 1990: Effect of osmotic stress on the essential oil content and composition of peppermint. – *Phytochemistry*, 29: 2837–2840.
33. CHEN Y., AVAID N., 1990: Effect of humic substances on plant growth. – In: American Society of Agronomy and Soil Science Society of America (eds.), *Humic substances in soil and crop science; selected Readings*: 161–186. – American Society of Agronomy, Madison, WI.
34. CHEN H., DAVIDSON P.M., ZHONG Q., 2014: Impacts of Sample Preparation Methods on Solubility and Antilisterial Characteristics of Essential Oil Components in Milk. – *Appl. Environ. Microbiol.*, 80(3): 907–916.
35. CHUI-HUA K., PENG W., XIAO-HUA HU., 2007: Allelopathic interference of *Ambrosia trifida* with wheat (*Triticum aestivum*). – *Agriculture, Ecosystems and Environmental*, 119: 416–420.
36. CLARK R.J., MENARY R.C., 1980: Environmental effects on peppermint (*M. piperita* L). Effect of day length, photon flux density, night and day temperature on yield and composition of peppermint oil. – *Aust. J. Plant. Physiol.*, 7: 685–692.
37. CORTICCHIATO M., TOMI F., BERNADIN A.F., CHLEGHOUM C., 1998: Composition and intraspecific variability of essential oil from *Thymus herba barona* Lois. – *Biochemical Systematics and Ecology*, 26: 915–932.
38. CSERHATI T., 2010. *Chromatography of aroma compounds and fragrances*. – Dordrecht, London, New York.
39. ČEKANAVIČIUS V., MURAUSKAS G., 2002: *Statistika ir jos taikymai II dalis*. – Vilnius.

40. DEANARIEÁ J., CULLIMORE J., 1993: Lipo-oligosaccharide nodulation factors: a new class of signalling molecules mediating recognition and morphogenesis. – *Cell*, 74: 951–954.
41. DE MARTINO L., BRUNO M., FORMISANO K., DE FEO V., NAPOLITANO F., ROSSELLI S., SENATORE F., 2009: Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils from two species of *Thymus* growing wild in southern Italy. – *Molecules*, 14: 4614–4624.
42. DORMAN H.J.D., DEANS S.G., 2000: Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. – *J. Appl. Microbiol.*, 88: 308–316.
43. DORMAN H.J.D., DEANS S.G., NOBLE R.C., SURAI P., 1995: Evaluation in vitro of plant essential oils as natural antioxidants. – *J. Essen. Oil Res.*, 7: 645–651.
44. DROBNYS A. (edit.), 1981: Lietuvos TSR atlasas. – Maskva.
45. DUDAI N. 1990: The effect of water stress on yield components and essential oils of *Pelargonium graveolens* L. – *J. Essential. Oil. Res.*, 2: 111–114.
46. DUNFORD N.T., VAZQUEZ R.S., 2005: Effect of water stress on plant growth and thymol and carvacrol concentrations in Mexican oregano grown under controlled conditions. – *J. Applied Hort.*, 7 (1): 20–22.
47. DZIDA K., 2010: Biological value and essential oil content in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) depending on calcium fertilization and cultivar. – *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 9: 153–161.
48. EHLERS B.K., CHARPENTIER A., GREINDAHL E., 2014: An allelopathic plant facilitates species richness in the Mediterranean garrigue. – *J. Ecol.*, 102: 176–185.
49. EHLERS B.K., THOMPSON J., 2004: Do co-occurring plant species adapt to one other? The response of *Bromus erectus* to the presence of different *Thymus vulgaris* chemotypes. – *Oecologia*, 141: 511–518.
50. EITMINAVIČIUS L., MAŽVILA J., RAČINSKAS A., 2002: Dirvožemių, susiformavusių ant paskutiniojo ir priešpaskutiniojo kontinentinio apledėjimo ledynų nuogulų, agrocheminės savybės. – *Geologija*, 37: 20–30.

51. ELLENBERG H., WEBWE H. E., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W. & PAULIBEN D., 1991: ZeigerwertevonPflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geobotanica, 18. – Göttingen.
52. EL-HABBASHA S.F., KANDIL A.A., ABU-HAGAZA N.S., EL-HALEEM A.K.A., KHALAFALLAH M.A., BEHAIRY T.G., 2005: Effect of phosphorus levels and some biofertilizers on dry matter yield and yield attributes of groundnut. – Bull. Fac. Agric., Cairo Univ, 56: 237–252.
53. ENS E.J., BREMNER, J.B., FRENCH K., KORTH J., 2009: Identification of volatile compounds released essential oil content of sweet basil. – J. Essential Oil Res, 1: 71–75.
54. ESPINNOSSA L.E., SANCHEZ C.A., SHUENNEMAN T.J., 1993: Celery yield responds to potassium rate. – Horticultural science, 28: 1125–1128.
55. ESTRADA B., POMAR F., DOAZ J., MERINO F., BERNAL M.A., 1999: Pungency level in fruits of the Padron pepper with different water supply. – Sci. Hort, 81: 385–396.
56. EUROPEAN PHARMACOPOEIA, 2008: 6th edition, vol. 1 Directorate for the Quality of Medicines and HealthCare of the Council of Europe (EDQM). – Strasbourg, France.
57. EZZ EL-DIN A.A., HENDAWY S.F., AZIZ E.E., OMER E.A., 2010: Enhancing growth, yield and essential oil of caraway plants by nitrogen and potassium fertilizers. – International Journal of Academic Researches, 2(3): 192–197.
58. FARHAT M. B., JORDAN M.J., CHAOUCH- HAMADA R., LANDOULSI A., SOTOMAYOR J.A., 2016: Phenophase effects of sage (*Salvia officinalis*) yield and composition of essential oil. – Journal of Applied Research on Medical and Aromatic Plants, 3(3): 87–93.
59. FIGUEIREDO A.C, BARROSO J. G., PEDRO L. G., SALGUEIRO L., MIGUEL M.G., FALEIRO M.L., 2008 b: Portuguese *Thymbra* and *Thymus* species volatiles: chemical composition and biological activities. – Current Pharmaceutical Design, 14: 3120–3140.
60. FIGUEIREDO A.C, BARROSO J.G, PEDRO L. G., SCHEFFER J. J. C., 2008 a: Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile

- components and essential oils. – Flavour and Fragrance Journal, 23(4): 213–226.
61. FITTER A., 2003: Making allelopathy respectable. – Science, 301: 1337–1338.
62. FORTUN C., FORTUN A., ALMENDROS G., 1989: The effect of organic materials and their humified fractions on the formation and stabilization of soil aggregates. – The Science of the Total Environment, 81, 82: 561–568.
63. GERSHENZON J., DUDAREVA N., 2007: The function of terpenes natural products in the natural world. – Nature Chem Biol, 3: 408–414.
64. GOUYON P.H., VERNET P., GUILLERM J. L., VALDEYRON G., 1986: Polymorphisms and environment: the adaptive value of the oil polymorphisms in *Thymus vulgaris* L. – Heredity, 57: 59–66.
65. GRENDHAL E., EHLERS B.K., 2008: Local adaption to biotic factors: reciprocal transplants of four species associated with aromatic *Thymus pulegioides* and *T. serpyllum*. – Journal of Ecology, 96: 981–992.
66. GRENDHAL E., EHLERS B.K., KEEFOVER–RING K., 2008: A new cis sabinene hydrate chemotype detected in large Thyme (*Thymus pulegioides* L.) growing wild in Denmark. – J. Essent. Oil. Res, 20: 40–41.
67. GRIFFIN S., MARKHAM J.L., DENNIS G., GRANT WYLLIE S., 2000: Using atomic force microscopy to view the effects of terpenoids on the stability and packing of phosphatidylcholine supported lipid bilayers. Proceedings 31st International Symposium on Essential Oils, Hamburg, 10–13 September.
68. GRIFFIN S. G., WYLLIE S. G., MARKHAM J. L., LEACH D. N., 1999: The role of structure and molecular properties of terpenoids in determining their antimicrobial activity. – Flavour Fragrance J, 14: 322–332.
69. GUDŽINSKAS Z., 1999. Lietuvos induočiai augalai. – Vilnius.
70. GUILLEN M.D., MANZANOS M.J., 1999: Smoke and liquid smoke. Study of an aqueous smoke flavouring from the aromatic plant *Thymus vulgaris*. – J.Sci. Food. Agric, 79: 1267–1274.

71. GUL H., SAID A., SAEED B., MOHAMMAD F., AHMAD I., 2011: Effects of foliar application of nitrogen, potassium and zinc on wheat growth. – J. Agric. Biol. Sci, 6(4): 56–58.
72. HADAČ E., HADAČOVÁ V. POTOČEK V., 1988: Rostlinstvo Bukovských vrchu na severovýchodním Slovensku a pudnireakce. – Preslia, 60: 157–165.
73. HADEF, Y., KALOUSTIAN, J., CHEFROUR, A., MIKAIL, C., ABOU, L., GIODANI, R., NICOLAY, A., PORTUGAL, H., 2007: Chemical composition and variability of the essential oil *Thymus numidicus* Poir. from Algeria. – Acta Bot. Gallica, 154: 265–274.
74. HALVA S., CRAKER L.E., SIMON J.E., CHARLES D.J., 1992: Light quality, growth and essential oil in dill (*Anethum graveolens* L.). – J. Herbs. Spices. Med. Plants, 1: 59–69.
75. HANDA S.S., KHANUJA S.P.S., LONGO G., RAKESH D.D., 2008: Extraction technologies for medical and aromatic plants. – Trieste.
76. HELL R., 1996: Molecular physiology of plant sulphur metabolism. – Planta, 202: 138–148.
77. HUDAIB M., SPERONI E., DI PIETRA A.M., CARVINI V., 2002: GC/MS evaluation of thyme (*Thymus vulgaris* L.) oil composition and variation during the vegetative cycle. – J. Pharm. Biomed. Anal, 29: 691– 700.
78. HUGH T., TAN W., 2005: Herbs and spices of Thailand. – Cavendish, Singapore.
79. IBRAHIMI M.H., PAPAANI V., ZELIKOVIC S.C., MATEVSKI V., 2014: Essential oil analysis of Two *Thymus* spp. growing wild in Kosowo. – Journal essential oil bearing plants, 17(5): 832–837.
80. INDERJIT D.A., WARDLE R., KARBAN R.M., CALLAWAY M., 2011: The ecosystem and evolutionary contexts of allelopathy. – Trends Ecol. Evol, 26: 655– 662.
81. INDERJIT D.A., WEINER J., 2001: Plant allelochemical interference or soil chemical ecology. – Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, 4(1): 3–12.



82. INDERJIT K.M., DAKSHINI K., FOY CL., (eds) 1999: Principles and practices in plant ecology: allelochemical interactions. – CRC, Boca Raton FL.
83. YADEGARI M., 2015: Foliar application of micronutrients and on essential oils of borago, thyme and marigold. – Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 15 (4): 949–964.
84. YANHE L., CRAKER L.E., POLTER T., 1995: Effect of light levels on essential oil production of sage (*S. officinalis*) and thyme (*T. vulgaris*). In: International Sympo Med Arom Plants. Amherst, Massachusetts, USA.
85. YANIVIE Z., PALEVITCH D., 1982: Effects of drought on secondary metabolites of medical and aromatic plants. In Atal C.K., Kapur B.M. Cultivation and utilization of medical Plant. – Regional research laboratory council of scientific and industrial research, Jammu- tawi: 1–12.
86. YANISHLIEVA N.V., MARINOVA E.M., GORDON M.H., RANEVA V.G., 1999: Antioxidant activity and mechanism of action of thymol and carvacrol in two lipid systems. – Food Chem, 64: 59–66.
87. JABBARI R., DEHAGHI M.A., SANAVI A.M.M., AGAHI K., 2011: Nitrogen and iron fertilization methods affecting essential oil and chemical composition of thyme (*Thymus vulgaris* L.) medical plant. – Adv. Environ. Biol, 5: 433–438.
88. JENSEN C.G., EHLERS B.K., 2010: Genetic variation of sensitivity to a thyme monoterpene in associated plant species. – Oecologia, 162: 1017–1025.
89. JORDAN M.J., MARTINEZ R.M., CASES M.A., SOTOMAYOR J.A., 2003: Watering level effect of *Thymus hyemalis* Lange essential oil yield and composition. – J. Agric. Food.chem, 51: 5420–5427.
90. KABOUCHE A., KABOUCHE Z., BRUNEAU C., 2005: Analysis of essential oil of *Thymus numidicus* (Poiret) from Algeria. – Flavour and fragrance journal, 20: 235–236.
91. KAYA D.A., ARSLAN M., RUSU L.K., 2013: Effects of harvesting hour on essential oil content and composition of *Thymus vulgaris*. – Farmacia, 61 (6): 1194–1203.

92. KAUR S., SINGH H.P., MITTAL S., BATISH D.R., KOHLI R.K., 2010: Phytotoxic effects of volatile oil from *Artemisia scoparia* against weeds and its possible use as bioherbicide. – Ind. Crops Prod, 32: 54–61.
93. KEYHANMANESH R., BOSKABADY M.H., 2012: Relaxant effects of different fractions from *Thymus vulgaris* on guinea- pig tracheal chains. – Biological research, 45(1): 67–73.
94. KHALID K.A., 2006: Influence of water stress on growth, essential oil and chemical composition of herbs (*Ocimum* sp.). – International Agrophysis, 20: 289–296.
95. KHALID K.A., HENDAWY S.F., EL-GEZAWY E., 2006: *Ocimum basilicum* L. production under organic farming. – Res. J. Agri. Biol. Sci, 2: 25–32.
96. KHOSHOKHAN F., POORMEIDANI A., BABALAR M., FATANI-MOGHADAM M.R., 2014: Analysis of essential oils of *Thymus kostschyanus* L. (10 populations) from Iran. – Cercetari Agronomice in moldova, 158 (2): 49–59.
97. KOITABASHI R., SUZUKI T., KAWAZU T., SAKAI A., KUROIWA H., KUROIWA T., 1997: 1,8-Cineole inhibits roots growth and DNA synthesis in the root apical meristem of *Brassica campestris* L. – J. Plant. Res, 110: 1–6.
98. KOKKINI S., VOKOU D., 1989: Carvacrol rich plants in Greece. – Flav. Fragr, 4: 1–7.
99. KOWAL T., KRUPINSKA A., 1979: Antibacterial activity of essential oil from *Thymus pulegioides* L. (in Polish) . – Herba polonica, 25: 303–310.
100. KOEDUKA T., FRIDMAN E., GANG D.R., VASSAO D.G., JACKSON B.L., KOSH CH.M., ORLOVA I., SPASSOVA S.M., LEWIS N.G., NOEL J.P., BAIGA T.J., DUDAREVA N., PICHERSKY E., 2006: Eugenol and isoeugenol, characteristic aromatic constituents of spices, are biosynthesized via reduction of a coniferyl alcohol ester. – PNAS, 103(26): 10128–10133.
101. KROGSBOL L., KARRING H., CHRISTENSEN L.P., 2016: Chemical composition and antibacterial effects of volatile compounds from different chemotypes of sweet gale (*Myrica gale*). – Planta Med, 82(1): 367–381.

102. KUSTRAK D., MARTINIS Z., KUFTINEC J., BLAZEVIC N., 1990: Composition of essential oils of some *Thymus* and *Thymbra* species. – *Flav. Frag J*, 5: 227–231.
103. LAMBERT R.J.W., SKANDAMIS P.N., COOTE P.J, NYCHAS G.J.E., 2001: A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. – *J. Appl. Microbiol*, 91: 453–462.
104. LEKAVIČIUS A.A., 1976. *Thymus* L. – Kn: Natkevičaitė–Ivanauskienė M. (red)., *Lietuvos TSR flora*, 5: 308–314. – Vilnius.
105. LEMBERKOVICS E., PETRI G., NGUYEN H., MATHE I., 1995: Relationships between essential oil and flavonoid biosynthesis in sweet basil. – *Acta. Horticulturae*, 426: 647–655.
106. LETCHAMO W., MARQUARD R., HÖLZL J., GOSSELIN A., 1994: Effects of water supply and light intensity on growth and essential oil of two *Thymus vulgaris* selections. – *Angew. Bot*, 68: 83–88.
107. LI Y., FABIANO-TIXIER A.S., CHEMAT F., 2014: Essential oils as reagents in Green chemistry. – Avignon.
108. LIEKIS A. (vyr.red), 2001: *Lietuvos dirvožemiai*. – Vilnius.
109. LINHART Y.B., GAUTHIER P., KEEFOVER-RING K., THOMPSON J.D., 2015: Variable phytotoxin effects of *Thymus vulgaris* (Lamiaceae) terpenes on associated species. – *International journal of plant science*, 176 (10): 20–30.
110. LINHART Y.B., THOMPSON J.D., 1999: Thyme is of the essence: biochemical polymorphism and multi-species deterrence. – *Evol. Ecol. Res.*, 1: 151–171.
111. LOŽIENĖ K., 2009: Selection of fecun and chemically valuable clones of thyme (*Thymus*) species growing wild in Lithuania. – *Industrial Crops and Products*, 29: 502–508.
112. LOŽIENĖ K., 2007: Vaistinės žaliavos paruošimas ir tyrimas chromatografijos bei masių spektrometrijos metodais. – Vilnius.

113. LOŽIENĖ K., VENSKUTONIS P.R., ŠIPAILIENĖ A., LABOKAS J., 2007: Radical scavenging and antibacterial properties of extracts from different *T. pulegioides* chemotypes L. – Food chemistry, 103: 546–549.
114. LOŽIENĖ K., VAIČIŪNIENĖ J., VENSKUTONIS P.R., 2003: Chemical composition of the essential oil of different varieties of thyme (*Thymus pulegioides*) growing wild in Lithuania. – Biochem. Syst. Ecol, 31: 249–259.
115. LOŽIENĖ K., VENSKUTONIS P.R., VAIČIŪNIENĖ J., 2002: Chemical diversity of essential oils of *Thymus pulegioides* and *Thymus serpyllum* growing in Lithuania. – Biologija, 1: 62–64.
116. LOŽIENĖ K., 1997. Morphological characteristics and essential oil analysis of *Thymus pulegioides* in the habitat of hilly landscape of Vilnius vicinities. – Lietuvos jaunųjų botanikų darbai, 141–151.
117. LOŽIENĖ K., VAIČIŪNIENĖ J., 1999: Intraspecific diversity of *Thymus pulegioides* L. and characteristics of habitats. – Bot. Lith, 5: 27–40.
118. LUNDGREN L., STENHAGEN G., 1982: Leaf volatiles from *Thymus vulgaris*, *T. serpyllum*, *T. praecox*, *T. pulegioides* *T. x citriodorus* (Labiatae). – Nord. J. Bot, 2: 445–452.
119. MALENCIC D.R., Z.S. KEVESAN Z.S., POPOVIC M.T., 2003: Mineral composition of selected *Salvia* species growing wild in the Vojvodina province. – Proc. Nat. Sci. Matica Srpska Novi Sad, 105: 25–33.
120. MANSOORKHANI-ROGHAYE A., SHAHRIARI Z., MOHASELLI V., OSFOORI M., SHAHRIARI A.G., 2012: Effect of graded levels of NPK on herb oil, yield and oil composition of basil (*Ocimum basilicum* L.). – GJRMI, 1(7): 258–264.
121. MARYUMA–NAKASHITA A., YUMIKO N., TAKAYUKI T., SAITO K., TAKAHASKI H., 2006: Arabidopsis SLIM 1 is a central transcriptional regulator of plant sulphur response and metabolism. – The Plant cell, 18: 3235–3251.
122. MÁRTONFI P., 1992: Polymorfism of essential oil of *Thymus pulegioides* subc. *chamaedrys* in Slovakia. – J.Essent.Oil.Res, 4:173–179.
123. MÁRTONFI P., GRETOVSKY A., REPČAK M., 1994: Chemotype pattern differentiation of *Thymus pulegioides* on different substrates. – Biochem. Syst. Ecol, 22:819–825.

124. MÁRTONFI P., GRETOVSKY A., REPČAK M., 1996: Soil chemistry of *Thymus* species stands in Carpathians and Pannonia. – *Thaiszia – Journal of Botany*, 6: 39–48.
125. MASTELIC J., GRUZNOV K., KRAVAR A., 1992: The chemical composition of terpene alcohols and phenols from the essential oil and terpene glycosides isolated from *Thymus pulegioides* growing wild in Dalmantia. – *Planta Med*, 58 (1): 679–680.
126. MESSERSCHMIDT W., 1965: Gas-und dünnschichtchromatographische untersuchungen der ätherischen öle einiger *Thymus* arten. – *Planta Medica*, 13 (1): 56–72.
127. MICHET A., CHALCHAR C.J., FIGUEREDO G., THEBAUD G., BILLY F., PETEL G., 2008: Chemotypes in the volatiles of wild thyme (*Thymus pulegioides* L.). – *J. Essent Oil. Res*, 20(1): 1–3.
128. MIGUEL M.G., GUERREROA C., RODRIGUESA C., BROTOA J.C., DUARTEB F., VALENCIOB F., TAVARESB R., 2004: Main components of essential oils from wild Portuguese *Thymus mastichina* L.(L) spp. *mastichina* in different development stages or under culture conditions. – *Journal of Essential Oil Research*, 16(2): 111–114.
129. MOCKUTĖ D., BERNOTIENĖ G., 1999: The main citral-geranio and carvacrol chemotypes of essential oil of *Thymus pulegioides* L. growing wild in Vilnius district (Lithuania). – *J. Agric. Food. Chem*, 47: 3787–3790.
130. MOCKUTĖ D., BERNOTIENĖ G., 2001: The  $\alpha$ -terpinyl acetate chemotype of essential oil of *Thymus pulegioides* L. – *Biochem. Syst. Ecol*, 29: 69–73.
131. MOCKUTĖ D., BERNOTIENĖ G., 2005: Chemical composition of the essential oils of the and the odor of *Thymus pulegioides* L. growing wild in Vilnius. – *J. Essent. Oil Res*, 17: 415–418.
132. MOLDÃO-MARTINS M., BERNARDO-GIL M.G., BEIRÃO-DA-COSTA M.L., ROUZET M., 1999: Seasonal variation in yield and composition of *Thymus zygis* L. subsp. *sylvestris* essential oil. – *Flavour Fragr. J*, 14: 177–182.

133. MORADI P., FORD-LLOYD B., PRITCHARD J., 2014: Plant-water responses on different plant thyme (*Thymus spp.*) to drought stress condition. – Australian journal of crop science, 8(5): 666–673.
134. MORALES R., 1989. El genero *Thymus* L.en la region mediterranea occidental (Lamiaceae). – Biocosme, Mesogeen, 6(4): 205–211.
135. MORALES R., 2002: The history, botany and taxonomy of the genus *Thymus*. Thyme: the genus *Thymus*. – New York: 1–43.
136. MOTSA N.M., SOUNDY P., STEYN J.M., 2006: Plant shoot age and temperatures effects on essential oil yield and oil composition of rose-scented *Geranium (Pelargonium sp.)* grown in South Africa. – J.Essent.Oil Res, 18: 106–110.
137. MUCCIARELLI M., CAMMUSO W., BERTEA C.M., BOSSI S., MAFFEI M., 2001: Effect of (+)-pulegone and other oil components of *Mentha x piperita* cucumber respiration. – Phytochemistry, 57 : 91–98.
138. MULLER, W.H., 1986: Allelochemical mechanisms in the inhibition of herbs by chaparral shrubs. – In Putnam, A.R., Tang, C.S (eds.), Allelopathy: state of science. The Science of Allelopathy: 1–19. –Wiley, New York.
139. MUMCOUGLU K.Y., GALUN R., BACH U., MILLER J., MAGDASSI S., 1996: Repellency of essential oils and their components to the human body louse, *Pediculus humanus humanus*. – Entomologia experimentalis et Applicata, 78: 309–314.
140. MUMIVAND H., BABALAR M., HADIAN J., FAKHR-TABATABAEI M., 2011: Plant growth and essential oil content and composition of *Satureja hortensis* L. cv. Saturn in response to calcium carbonate and nitrogen application rates. – J. Med. Plants Res, 5(10): 1859–1866.
141. NABAVI S.M., MARCHESE A., IZADI M., CURTI V., DAGLIA M., NABAVI S.F., 2015: Plants belonging to the genus *Thymus* as antibacterial agents: from far to pharmacy. – Food Chemistry, 173: 339–347.
142. NANDI R.P., CHATTERJEE S.K., 1991: Improved cultivation and distillation methods, followed by citronella plantations of Darjeeling hills. – Indian Perfumer, 35: 80–85.

143. NASIRI Y., ZEHTAB-SALMASI S., NASRULLAHZADEH S., NAJAFI N., GHASSEMI-GOLEZANI K., 2010: Effects of foliar application of micronutrients (Fe and Zn) on flower yield and essential oil of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). – J. Med. Plants Res, 4:1733–1737.
144. NEZDALI A., NABAVI M., RAJABIAN M., AKBARPOUR M., POURALI P., AMINI F., 2014: Chemical variation of leaf essential oil at different stages of plant growth in vitro antibacterial activity of *Thymus vulgaris* (Lamiaceae), from Iran. – Beni-suef university journal of basic and applied science, 3: 87–92.
145. NICVAR B., MOJAB F., DOLAT-ABADI R., 2005: Analysis of essential oils of two *Thymus* species from Iran. – Food chemistry, 90: 609–611.
146. NOVAK J., LUKAS B., FRANZ C., 2010: Temperature influences thymol and carvacrol differentially in *Origanum* spp. – Journal of Essential Oil Research, 22 (5): 412–415.
147. NURZYŃSKA-WIERDAK R., BOROWSKI B., 2011: Changes in the content and chemical composition of sweet basil essential oil under the influence of fertilization of plants with nitrogen and potassium Annales UMCS, sec. DDD. – Pharmacia, 24, 3(15): 133–145.
148. NURZYŃSKA-WIERDAK R., 2013: Does mineral fertilization modify essential oil content and chemical composition in medical plants? –Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus, 12: 3–16.
149. ÖZCAN M., CHALCHAT J.C., 2002: Essential oil composition of *Ocimum basilicum* and *Ocimum minimum* in Turkey. – Czech J. Food. Sci, 20: 223–228.
150. PAVEL M., RISTIC M., STEVIC T., 2010: Essential oils of *Thymus pulegioides* and *Thymus glabrescens* from Romania: chemical composition and antimicrobial activity. – J. Serb. Chem. Soc, 75: 27–34.
151. PAVOLAINEN L., KITUNEN V., SMOLANDER A., 1998: Inhibition of nitrification in forest soil by monoterpenes. – Plant Soil, 205: 147–154.
152. PETROPOULOS, S.A., DIMITRA, D., POLISSIOU, M.G., PASSAM, H.C., 2008: The effect of water deficit stress on the growth, yield and composition of essential oils of parsley. – Sci. Hortic, 115: 393–397.

153. PICCOLA A., NARDI S., CONCHERI G., 1992: Structural characteristics of humic substances as regulated to nitrate uptake and growth regulation in plant systems. – *Soil Biochem*, 24: 373–380.
154. PINA–VAZ C., GONSALVES RODRIGUES A., PINTO A., COSTA-DE-OLIVEIRA S., TAVARES C., SALGUEIRO L., CAVALEIRO C., GONSALVES M.J., MARTINEZ-DE-OLIVEIRA J., 2004: Antifungal activity of *Thymus pils* and their major compounds. – *J. Eur. Acad. Dermatol*, 18: 73–78
155. PINTO E., PINA–VAZ C., SALGUEIRO L., CONCALVES M.J., COSTA-DE-OLIVEIRA S., CAVALEIRO C., PALMAEIRA A., RODRIGUES A., MARTINEZ-DE-OLIVEIRA J., 2006: Antifungal activity of the essential oil of *Thymus pulegioides* on *Candida*, *Aspergillus* and dermatophyte species. – *Journal of medical microbiology*, 55: 1367–1373.
156. PIRBALOUTI G.A., BARANI M., HAMED B., KACHOUSEI M.A., KARIMI A., 2013: Environment effect on diversity in quality and quantity of essential oil of different wild populations of Kerman thyme. – *Genetika*, 45: 441–450.
157. PLUHÁR Z.S., SZABÓ E., BALASSA Á., KRICKOVICS O., BÍRÓ Z., PINTÉR A., GIMESI A., PUHALÁK K., HÉTHELYI É., 2005: The role of environmental factors in the occurrence of different indigenous thyme (*Thymus*) taxa in the Carpathian Basin. 36th International Symposium on Essential Oils. Budapest, Hungary, September 4–7, 2005. – *Book of Abstracts*, pp.161.
158. POGORELSKAYA A.N., KHOLODOVA V.P., RENIKOVA S.A., 1980: Physiological aspects of essential oil accumulation in petals of the flower of essential oil. – *Sov. Plant Physiol*, 27: 279–284.
160. PORTER N.G., LAMMERINK J.P., 1994: Effect of temperature on the relative densities of essential oils and water. – *J. Essential. Oil. Res*, 6: 269–277.
161. PRASAD A., KUMAR S., PANDEY A., 2012: Microbial and chemical sources of phosphorus supply modulate the field and chemical composition of essential oil of rose-scented geranium (*Pelargonium* species) in sodic soils. – *Biol. Fertil. Soils*, 48: 117–122.



162. PUTIEVSKY E., RAVID U., DUDAI N., 1990: The effect of water stress on yield components and essential oils of *Pelargonium graveolens* L. – J. Essential. Oil. Res, 2: 111–114.
163. RADONIC A., MASTELIC J., 2008: Essential oil and glycosidically bound volatiles of *Thymus pulegioides* L. growing wild in Croatia. – Croatica Chemica Acta, 81 (4): 599–606.
164. RADULESCU V., PAVEL M., TEODOR A., TANASE A., ILIES D.C., 2009: Analysis from volatile compounds from infusio and hidrodistilate obtained from the species *Thymus pulegioides* (*Lamiaceae*). – Farmacia, 57: 282–289.
165. RADUŠIENĖ J., JANULIS V., 2004. Improvement of diversity, trade and conservation of medicinal and aromatic plants. – Medicina (Kaunas), 40: 705–709.
166. REYNOLDS T., 1987: Comparative effect of alicyclic compounds and quinones on inhibition of lettuce fruit germination. – Annals of Botany, 60: 215–223.
167. ROLIM DE ALMEIDA L.F., FREI F., MANCINI E., DE MARTINO L., DE FEO V., 2010: Phytotoxin activities of Mediterranean essential oils. – Molecules, 15: 4309–4323.
168. SAID-AL AHL H.A.H., ABDU M.A.A., 2009: Impact of water stress and phosphorus fertilizer on fresh herb and essential oil content of dragonhead. – Int. Agrophysis, 23: 403–407.
169. SAID-AL AHL H.A.H., HASNAA S., HENDAWY S. F., 2009: Effect of potassium humate and nitrogen fertilizer on herb and essential oil of oregano under different irrigation intervals. – Ozean Journal of Applied Science, 2 (3): 319–329.
170. SAID - AL AHL H.A.H., HUSSEIN M.S., 2010: Effect of water stress and potassium humate on the productivity of oregano plant using saline and fresh water irrigation. – Ozean journal of applied science, 3(1): 125–141.
171. SALGUEIRO L.R., VILA R., TOMAS X., TOMI F., CANIGUERAL S., CASANOVA, J., PROENCA DA CUNHA A., ADZET T., 1995: Chemical

Polymorphism of the essential oil of *Thymus carnosus* from Portugal. – *Phytochemistry*, 38: 391–396.

172. SALGUEIRO L.R., PROENCA DA CUNHA A., TOMAS X., CANIGUERAL S., ADZET T., VILA R., 1997: The essential oil of *Thymus villosus* L. ssp. *villosus* and its chemical polymorphism. – *Flav. Fragr. J*, 12: 117–122.

173. SANGWAN N.S., FAROOQI A.H.A., SANGWAN R.S., 1994: Effect of drought stress on growth and essential oil metabolism in lemongrasses. – *New. Phytol*, 128: 173–179.

174. SANGWAN N.S., FAROOQI A.H.A., SHABIH F., SANGWAN R. S., 2001: Regulation of essential oil production in plant. – *Plant Growth Regul*, 34: 3–21.

175. SANGWAN R.S., SANGWAN N.S., LUTHRA R., 1993: Metabolism of acyclic monoterpenes. Partial purification and properties of geraniol dehydrogenase from lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*). – *J. Plant. Physiol*, 142: 129–134.

176. SAROSI S., BERNATH J., BERTOLI A., PISTELI L., BENVENUTI S., 2012: Essential oil polymorphism of *Thymus pulegioides* collected in Monti Pisani, Italy. – *Acta Horticulturae*, 955: 57–64.

177. SCRIVANTI L.R., ZUNINO M. P., ZYDAGLO J.A., 2003: *Tagetes minuta* and *Scinus areira* essential oils as allelopathic agents. – *Biochemical Systematics and Ecology*, 31: 563–572.

178. SCHÖNHERR J., FERNANDEZ V., SCHREIBER L., 2005: Rates of cuticular penetration of chelated FeIII: role of humidity, concentration, adjuvants, temperature and type of chelate. – *Journal Agriculture Food Chemistry*, 53: 4484–4492.

179. SENATORE F., 1996: Influence of harvesting time on yield and composition of the essential oil of a thyme (*Thymus pulegioides*) growing wild in Campania (Southern Italy). – *J. Agric. Food Chem*, 46: 1327–1332.

180. SHARAFZADEH S., 2012: Growth and secondary metabolites of basil, mint and thyme as affected by light. – *Int. J. Pharm. Bio. Sci*, 3: 43–49.

181. SIKKEMA J., DE BONT J.A.M., POOLMAN B., 1995: Mechanism of membrane toxicity of hydrocarbons. – *Microbiol. Rev*, 59: 201–222.

182. SIMON J.E., REISS B.D., JOLY R.J., CHARLES D.J., 1992: Water stress induced alternations in essential oil content of sweet basil. – J. Essential Oil Res, 1: 71–75.
183. SINGH P., MISRA A., SRIVASTAVA N.K., 2001: Influence of Mn deficiency on growth, chlorophyll content, physiology and essential monoterpene oils in genotypes of spearmint (*Mentha spicata*). – Photosynthetica, 39: 473–476.
184. SINGH R.S., PATHAK M.G., BODOLI D.W., 1980: Response of Java citronella cultivars to nitrogen under Jorhat conditions. – Indian Perfumer, 24: 192–198.
185. SINGH M., RAMESH S., 2000: Effect of irrigation and nitrogen on herbage, oil yield and water-use efficiency in rosemary grown under semi-arid tropical conditions. – J. Med. Arom. Plant Sci, 22: 659–662.
186. SOTOMAYOR J.A., MARTINEZ R.M., GARCIA J.A., JORDAN M.J., 2004: *Thymus zygis* subc. *gracilis*: Water level effect on phytomass production and essential oil quality. – J. Agric. Chem, 52: 5418–5424.
187. STAHL-BISKUP E., 1986: Das ätherische Öl norwegischer Thymian Arten; II. *Thymus pulegioides*. – Planta Med, 3: 233–235.
188. STAHL-BISKUP E., SAEZ F., 2002: Thyme. The genus *Thymus*. – London and New York. STAUGAITIS G., MAŽVILA J., ADOMAITIS T., 2009: Lietuvos dirvožemių humusingumas. – Mano ūkis, 12: 59–62.
189. STUOGĖ I., RIBIKAUSKAS V., LAZAUSKAS S., RADZEVIČIUS G., 2010: Klimato kaitos įtaka Lietuvos žemės ūkiui. – Kaimo raidos kryptys žinių visuomenėje, 2(4): 43–55.
190. SUPANJANI-TAWAHA A.R.M., YANG M.S., HAN H.S., LEE D., 2005: Calcium effects on yield, mineral uptake and terpene components of hydroponic *Chrysanthemum coronarium* L. – Res. J. Agric. Biol. Sci, 1: 146–151.
191. ŠVEDIENĖ J., RAUDONIENĖ V., LOŽIENĖ K., BRIDZIUVIENĖ D., PAŠKEVIČIUS A., VAIČIULYTĖ V., 2015: The effects of various *Thymus pulegioides* chemotypes essential oils and pH on food spoilage microorganisms. – Journal of Essential Oil Bearing Plants, 18(2): 276–288.

192. TABATA M., 2000: Genetic of monoterpene biosynthesis in perilla plants. – *Plant Biotechnol. J.*, 17: 237–280.
193. TARAYRE M., THOMPSON J. D. , 1997: The population genetic structure of the gynodioecious *Thymus vulgaris* (Labiatae) in southern France. – *Journal of Evolutionary Biology*, 10: 157–174.
194. TARAYRE M., THOMPSON J.D., ESCARRE J., LINHART Y.B., 1995: Intra-specific variation in the inhibitory effects of *Thymus vulgaris* (Labiatae) monoterpenes on seed germination. – *Oecologia*, 101:110–118.
195. THOMPSON J., CHALCHAT J.C., MICHEAUX A., LINHART I.B., EHLERS B., 2003: Qualitative and quantitative variation in monoterpene co-occurrence and composition in the essential oil of *Thymus vulgaris* chemotypes. – *Journal of ecology*, 29(4): 859–880.
196. THOMPSON J. D., 2002: Population structure and the spatial dynamics of genetic polymorphism in thyme. In E. Stahl-Biskup and F. Sa'ez, (editors)., *Thyme: the genus Thymus*: 44–74. – Francis, London, UK.
197. THOMPSON J. D., MANICACCI D., TARAYRE M., 1998: Thirty-five years of thyme: a tale of two polymorphisms. Why so many females? Why so many chemotypes? – *BioScience*, 48: 805–815.
198. THOMPSON J. D., GAUTHIER P., AMIOT J., EHLERS B.K., COLLIN C., FOSSAT J., BARRIOS V., ARNAUD-MIRAMONT F., KEEFORVER-RING K., LINHART Y.B., 2007: Ongoing adaptation to mediterranean climate extremes in chemically polymorphic plant. – *Ecological monographs*, 77(3): 421–439.
199. THOMPSON J. D., TARAYRE M., GAUTHIER P., I. LITRICO I., Y. B. LINHART Y.B., 2004: Multiple genetic contributions to plant performance in *Thymus vulgaris*. – *Journal of Ecology*, 92: 45– 56.
200. VERNET P., GOUYON P.H., VALDEYRON G., 1986: Genetic control of the oil content in *Thymus vulgaris* L.: a case of polymorphism in a biosynthetic chain. – *Genetica*, 69: 227–231.

201. VOKOU D., DOUVLI P., BLIONIS G.J., HALLEY J.M., 2003: Effects of monoterpenoids, acting alone or in pairs, on seed germination and subsequent seedling growth. – *J. Chem. Ecol*, 29: 2281–2301.
202. WEIDENHAMER J.D., MACIAS F.A., FISCHER N.H., WILLIAMSON G.B., 1993: Just how insoluble are monoterpenes? – *J. Chem. Ecol*, 19: 1799–1807.
203. WHITE C.S., 1991: The role of monoterpenes in soil nitrogen cycling processes in ponderosa pine. – *Biogeochemistry*, 12: 43–68.
204. ZAHRA M.K.M., MONIB S.I., ABBDEL-AL S., HEGGO A., 1984: Significance of soil inoculation with silicate bacteria. – *Zentrablatt für Microbiologie*, 139(5): 349–357.
205. ZEHTAB-SALMASI S., JAVANSHIR A., OMIDBAIGI R., ALY-ARI H., GHASSEMI-GOLEZANI K., 2001: Effects of water supply and sowing date on performance and essential oil production of anise (*Pimpinella anisum* L.). – *Acta Agric. Hung*, 49: 75–81.
206. ZHANG M., MAEDA Y., FURINGA Y., NAKAMARU Y., ESAHI Y., 1994: A mechanism of seed deterioration in relation to the volatile compounds evolved by dry seeds themselves. – *Seed Science Research*, 4: 49–56.
207. ZHELJAZKOV V.D., CANTRELL C.L., EBELHAR M.W., ROWE D.E., COKER CH., 2008: Productivity, oil content, and oil composition of sweet basil as a function of nitrogen and sulphur fertilization. – *Hort. Sci*, 43: 1415–1422.
208. ZHELJAZKOV V.D., CRAKER L.E., XING B., 2006: Effects of Cd, Pb, and Cu on growth and essential oil contents in dill, peppermint, and basil. – *Environ. Exp. Bot*, 58: 9–16.
209. ZOUAGHI N., BELLLEL C., CAVALEIRO C., NADJEMI B., YOUSFI M., 2015: Identification of volatile compounds, antimicrobial properties and antioxidant activity from leaves, cones and stems of *Cupressus sempervirens* of Algeria. – *African journal of microbiology research*, 9(2): 83–90.
210. ŽENAUSKAS K., SONGAILIENĖ A., 1989: Duomenų biometrinis vertinimas. – Vilnius.

## PRIEDAI

1 priedo lentelė. *Thymus pulegioides* L. augaviečių charakteristika (Kl. *F-B* – augalijos klasė *Festuco-Brometea erectiBr.-Bl.* et R. Tx.1943, Kl. *T-G* – augalijos klasė *Trifolio-Geranietea sanguinei* Th. Müller 1961, Kl. *M-A* – augalijos klasė *Molinio-Arrhenatheretea elatioris* R. Tx. 1937, Kl. *K-C* – augalijos klasė *Koelerio-Corynephoretea canescentis* Klika et Novak 1941).

Nr.	Augavietė	Koordinatės LKS-94	Augalijos klasė	Reljefas	Šlaito nuolydis, °	Šlaito ekspozicija	Apšviestumas, %	Žolyno projekcinis padengimas, %	<i>Thymus pulegioides</i> padengimas pagal Braun-Blanquet
1	Širvintų r., Kernavė	560988, 6076662	<i>M-A</i>	banguotas	–	–	100	95	1
2	Vilniaus r., Dūkštos	563766, 6076371	<i>T-G</i>	slaitas	30	P	100	80	1
3	Vilniaus r., Karmazinai	559500, 6076279	<i>T-G</i>	banguotas	–	–	100	95	1
4	Vilniaus r., Pikutiškės	573662, 6072297	<i>M-A</i>	slaitas	5	R	100	95	1
5	Trakų r., Žaizdriai	557363, 60544	<i>M-A</i>	slaitas	15	ŠR	85	90	1
6	Trakų r., Aukštadvaris	533524, 6049331	<i>T-G</i>	slaitas	20	PV	100	90	1
7	Vilniaus r., Joneikiškės	558296, 6081737	<i>F-B</i>	lygus	–	–	85	80	3
8	Vilniaus r., Pakryžė	583445, 6132960	<i>M-A</i>	banguotas	–	–	100	95	+
9	Vilniaus r., Levonys	591825, 6097432	<i>T-G</i>	slaitas	15	PV	100	85	1
10	Švenčionių r., Melagėnai	625102, 6107828	<i>K-C</i>	lygus	–	–	80	80	3
11	Molėtų r., Piktaraistis	579937, 6106677	<i>M-A</i>	lygus	–	–	100	98	+
12	Molėtų r., Gojus	616251, 6164158	<i>F-B</i>	lygus	–	–	80	70	+
13	Molėtų r., Suginčiai	597114, 6135492	<i>K-C</i>	slaitas	10	V	100	60	1
14	Utenos r., Vaikutėnai	606176, 6161257	<i>T-G</i>	slaitas	20	V	98	98	1
15	Utenos r., Daugailiai	614875, 6163033	<i>M-A</i>	banguotas	–	–	100	95	+
16	Zarasų r., Baibiai	623372, 6167938	<i>M-A</i>	slaitas	25	ŠR	100	90	1
17	Švenčionių r., Baliuliai	621997, 6095470	<i>M-A</i>	lygus	–	–	95	95	+
18	Švenčionių r., Rakštelių piliakalnis	639903, 6124527	<i>F-B</i>	lygus	–	–	100	85	1
19	Švenčionių r., Adutiškis	665335, 6116216	<i>M-A</i>	lygus	–	–	85	85	+

1 priedo lentelės tęsinys kitame puslapyje

1 priedo lentelės tęsinys

Nr.	Augavietė	Koordinatės LKS-94	Augalijos klasė	Reljefas	Šlaito nuolydis, °	Šlaito ekspozicija	Apšviestumas, %	Žolyno projekcinis padengimas, %	<i>Thymus pulegioides</i> padengimas pagal Braun-Blanquet
20	Utenos r., Sudeikiai	594504, 6192433	<i>F-B</i>	banguotas	–	–	95	98	+
21	Rokiškis	600279, 6202737	<i>K-C</i>	lygus	–	–	100	80	+
23	Vilniaus r., Nemėžis	586132, 6057504	<i>M-A</i>	slaitas	10	<i>V</i>	100	85	+
24	Šalčininkų r., Turgeliai	598877, 6036366	<i>M-A</i>	banguotas	–	–	100	95	+
25	Šalčininkų r., Stakai	600014, 6018454	<i>M-A</i>	banguotas	–	–	85	98	<b>1</b>
26	Šalčininkų r., Norviliskės	615364, 6012655	<i>M-A</i>	banguotas	–	–	100	95	+
27	Šalčininkų r., Jaglimainiai	588581, 6031131	<i>M-A</i>	slaitas	5	<i>PV</i>	90	90	+
28	Varėnos r., Pirčiupiai	561944, 6029487	<i>M-A</i>	banguotas	–	–	100	90	+
29	Šalčininkų r., Tetėnai	563082, 6019552	<i>M-A</i>	lygus	–	–	100	95	+
30	Varėnos r., N.Valkininkai	546780, 6023917	<i>M-A</i>	lygus	–	–	70	90	+
31	Varėnos r., Puvočiai	519832, 5997870	<i>T-G</i>	banguotas	–	–	90	98	+
32	Šiaulių r., Smilgiai	438512, 6201969	<i>M-A</i>	slaitas	10	<i>P</i>	100	85	+
33	Šiaulių r., Ketūnai	437745, 6195064	*	lygus	–	–	80	90	+
34	Šiaulių r., Bubiai	444809, 6191174	<i>M-A</i>	slaitas	40	<i>PV</i>	100	80	+
35	Šiaulių r., Aukštelkė	450815, 6193926	<i>K-C</i>	slaitas	30	<i>P</i>	100	70	<b>1</b>
36	Šiaulių r., Sauginiai	443010, 6197498	<i>M-A</i>	lygus	–	–	100	95	+
37	Radvilišio r., Karčemos	472988, 6185459	<i>M-A</i>	lygus	–	–	90	95	+
38	Joniškio r., Beržėnai	457959, 6223586	<i>M-A</i>	lygus	–	–	85	90	+
39	Radvilišio r., Šeduva	472988, 6185459	<i>M-A</i>	banguotas	–	–	100	70	<b>3</b>
40	Radvilišio r., Aukštelkai	476851, 6190275	<i>T-G</i>	slaitas	40	<i>P</i>	100	80	+
41	Pakruojo r., Vismantai	479020, 6193079	<i>M-A</i>	slaitas	10	<i>V</i>	75	90	+
42	Pakruojo r., Šukioniai	482460, 6200911	**	banguotas	–	–	100	85	<b>2</b>
43	Šiaulių r., Kužiai	445762, 6205382	<i>M-A</i>	slaitas	15	<i>PR</i>	100	95	+
44	Šiaulių r., Žarėnai	444095, 6229671	<i>M-A</i>	lygus	–	–	100	95	+

1 priedo lentelės tęsinys kitame puslapyje

1 priedo lentelės tęsinys

Nr.	Augavietė	Koordinatės LKS-94	Augalijos klasė	Reljefas	Šlaito nuolydis, °	Šlaito ekspozicija	Apšviestumas, %	Žolyno projekcinis padengimas, %	<i>Thymus pulegioides</i> padengimas pagal Braun-Blanquet
45	Akmenės r., Kruopiai	440126, 6234592	M-A	lygus	–	–	100	95	1
46	Akmenės r., Šapnagai	437110, 6240572	M-A	lygus	–	–	100	95	+
47	Panevėžio r., Smilgiai	493334, 6182178	M-A	lygus	–	–	100	95	+
48	Panevėžio r., Liberiskės	500584, 6184890	M-A	slaitas	15	PV	90	90	+
49	Radvilišio r., Pakiršiny	485106, 6169161	M-A	slaitas	10	PV	80	85	+
50	Ukmergė	548738, 6124393	***	slaitas	20	PV	100	90	1
51	Ukmergės r., Dainava	540430, 6116958	T-G	slaitas	5	P	100	98	1
52	Anykščių r., Svimų piliakalnis	556518, 6137599	F-B	slaitas	20	P	100	90	2
53	Anykščių r., Vikony	567458, 6156518	M-A	slaitas	30	PR	100	80	+
54	Anykščių r., Andrioniškis	563026, 6170113	M-A	lygus	–	–	80	90	+
55	Kupiškio r., Aukštupėnai	561861, 6190592	M-A	lygus	–	–	100	95	1
56	Ukmergės r., Taujėnai	548262, 6139818	**	slaitas	5	PR	95	90	2
57	Panevėžio r., Mikėnai	530613, 6151242	M-A	slaitas	30	PR	100	98	1
58	Panevėžio r., Ramygala	519366, 6153392	M-A	slaitas	45	V	100	70	3
59	Pasvalio r., Smilgiai	519366, 6153392	M-A	slaitas	15	S	100	95	1
60	Biržų r., Vabalninkas	546374, 6208651	M-A	slaitas	30	ŠR	100	70	+
61	Biržų r., Pabiržė	546374, 6208651	M-A	lygus	–	–	100	80	+
62	Kelmės r., Gaugariai	433938, 6180097	M-A	slaitas	15	V	90	90	+
63	Kelmės r., Vaiguva	421945, 6174966	F-B	lygus	–	–	100	95	3
64	Kelmės r., Padubysis	421945, 6174966	F-B	lygus	–	–	100	95	3
65	Kelmės r., Valpainiai	419695, 6160383	M-A	lygus	–	–	90	70	1
66	Kaišiadorių r., Guronys	537033, 6078793	F-B	slaitas	15	PR	100	80	2
67	Kaišiadorių r., Zūbiškės	536669, 6093163	F-B	lygus	–	–	90	90	1

1 priedo lentelės tęsinys kitame puslapyje



1 priedo lentelės tęsinys

Nr.	Augavietė	Koordinatės LKS-94	Augalijos klasė	Reljefas	Šlaito nuolydis, °	Šlaito ekspozicija	Apšviestumas, %	Žolyno projekcinis padengimas, %	<i>Thymus pulegioides</i> padengimas pagal Braun-Blanquet
68	Kaišiadorių r., Vladikiškės	527565, 6079294	<i>F-B</i>	lygus	–	–	95	90	2
69	Kaišiadorių r., Kruonis	518082, 6070819	<i>F-B</i>	šlaitas	30	P	100	90	2
70	Kaišiadorių r., Migonys	507662, 6031256	<i>F-B</i>	banguotas	–	–	100	90	+
71	Prienuų r., Jieznas	510884, 6045525	<i>M-A</i>	šlaitas	20	PR	100	98	+
72	Alytaus r., Vaisodžiai	508593, 6035394	<i>M-A</i>	banguotas	–	–	100	95	+
73	Varėnos r., Masališkės	513144, 6008301	<i>F-B</i>	banguotas	–	–	100	70	+
74	Varėnos r., Kibyšiai	507244, 6001104	<i>M-A</i>	lygus	–	–	100	85	2
75	Druskininkų r., Leipalingis	492604, 5994789	<i>F-B</i>	banguotas	–	–	100	98	1
76	Vilkaviškio r., Kaupiškų piliakalnis	415046, 6045463	<i>F-B</i>	lygus	–	–	100	90	1
77	Vilkaviškio r., Pajevonys	423780, 6044447	<i>F-B</i>	šlaitas	15	PV	100	95	+
78	Vilkaviškio r., Dabravolės piliakalnis	418644, 6035489	<i>M-A</i>	šlaitas	45	R	100	95	+
79	Vilkaviškio r., Vištytis	418459, 6035541	<i>M-A</i>	šlaitas	15	Š	100	90	+
80	Šakių r., Liepalotai	429464, 6091609	<i>M-A</i>	šlaitas	30	P	100	90	+
81	Kauno r., Karmėlava	423780, 6044447	<i>M-A</i>	šlaitas	10	V	100	95	+
82	Kauno r., Zatyšiai	510595, 6100404	<i>F-B</i>	šlaitas	10	R	80	80	1
83	Jonavos r., Šveicarija	510852, 6102322	<i>M-A</i>	lygus	–	–	100	98	1
84	Kėdainių r., Sirutiškis	498258, 6135316	<i>M-A</i>	šlaitas	25	P	100	95	+
85	Kėdainių r., Surviliškis	501724, 6147566	<i>F-B</i>	šlaitas	30	PR	100	90	2
86	Akmėnės r., Venta	419912, 6230200	<i>T-G</i>	šlaitas	30	P	100	90	+
87	Akmėnė	421023, 6236021	<i>F-B</i>	lygus	–	–	100	80	+
88	Mažeikių r., Krakiai	403455, 6238508	<i>F-B</i>	šlaitas	10	P	80	80	1
89	Mažeikių r., Buknaičiai	399116, 6252320	<i>F-B</i>	šlaitas	15	P	100	85	+
90	Mažeikių r., Bugeimiai	390385, 6242689	<i>M-A</i>	šlaitas	20	P	100	90	1

1 priedo lentelės tęsinys kitame puslapyje

1 priedo lentelės tęsinys

Nr.	Augavietė	Koordinatės LKS-94	Augalijos klasė	Reljefas	Šlaito nuolydis, °	Šlaito ekspozicija	Apšviestumas, %	Žolyno projekcinis padengimas, %	<i>Thymus pulegioides</i> padengimas pagal Braun-Blanquet
91	Elektrėnų r., Pastrėvys	542671, 6064977	K-C	šlaitas	10	P	100	70	2
92	Elektrėnų r., Semeliškės	542704, 6058815	F-B	šlaitas	5	P	100	85	+
93	Birštonas	501329, 6051845	M-A	lygus	-	-	100	95	+
94	Prienų r., Balbieriškis	491669, 6044643	M-A	šlaitas	10	R	100	98	+
95	Alytus	497226, 6029430	F-B	banguotas	-	-	100	90	+
96	Lazdijų r., Seirijai	486246, 6009586	M-A	šlaitas	15	ŠV	100	98	+
97	Lazdijų r., Meteliai	480160, 6022418	F-B	banguotas	-	-	100	80	+
98	Kauno r., Paštuva	475622, 6094751	F-B	lygus	-	-	100	90	+
99	Jurbarko r., Seredžius	463756, 6106688	F-B	šlaitas	45	P	100	98	+
100	Tauragės r., Skaudvilė	407796, 6144524	F-B	šlaitas	50	P	100	95	1
101	Kelmė r., Palendriai	441508, 6133459	T-G	šlaitas	15	P	100	98	3
102	Šakių r., Kubiliai	451778, 6103792	M-A	banguotas	-	-	100	80	3
103	Kauno r., Lentainių piliakalnis	496649, 6091787	F-B	šlaitas	20	P	100	98	+
104	Kauno r., Piliuona	508338, 6072028	M-A	šlaitas	15	ŠR	95	95	+
105	Raseinių r., Šienlaukis	425391, 6143465	M-A	šlaitas	10	PV	100	95	+
106	Raseinių r., Viduklė	440658, 6148598	M-A	Lygus	-	-	100	100	+
107	Telšių r., Tryškiai	413088, 6211596	F-B	šlaitas	15	P	100	80	+
108	Telšių r., Nerimdaičiai	400348, 6217059	F-B	šlaitas	30	ŠV	100	70	+
109	Telšių r., Rainiai	394051, 6203883	F-B	lygus	-	-	100	90	1
110	Telšių r., Luokė	404489, 6197440	F-B	šlaitas	15	Š	100	80	+
111	Telšių r., Rūdūpiai	400943, 6198671	M-A	šlaitas	15	V	90	80	1
112	Telšiai	390863, 6210405	F-B	šlaitas	45	P	100	80	1
113	Plungės r., Skirpsčiai	375409, 6214259	M-A	lygus	-	-	100	80	2

1 priedo lentelės tęsinys kitame puslapyje

1 priedo lentelės tęsinys

Nr.	Augavietė	Koordinatės LKS-94	Augalijos klasė	Reljefas	Šlaito nuolydis, °	Šlaito ekspozicija	Apšviestumas, %	Žolyno projekcinis padengimas, %	<i>Thymus pulegioides</i> padengimas pagal Braun-Blanquet
114	Telšių r., Lieplaukė	381179, 6205325	M-A	lygus	–	–	85	98	+
115	Plungės r., Alsėdžiai	380147, 6211860	M-A	lygus	–	–	100	90	+
116	Plungės r., Rotinėnai	376070, 6218532	M-A	šlaitas	15	PV	100	80	2
117	Šakių r., Slavikai	418512, 6092718	M-A	šlaitas	25	P	100	98	+
118	Pagėgių r., Šilgaliai	422216, 6088802	M-A	banguotas	–	–	100	95	+
119	Šakių r., Turėnai	425867, 6081288	T-G	šlaitas	20	P	100	95	+
120	Pagėgių r., Stoniškiai	356896, 6120643	M-A	lygus	–	–	100	95	+
121	Pagėgių r., Bardinai	373472, 6108949	M-A	lygus	–	–	100	70	1
122	Pagėgių r., Piktupėnai	371950, 6115788	F-B	šlaitas	30	P	100	60	2
123	Šilalės r., Rubinavo piliakalnis	382267, 6151259	M-A	banguotas	–	–	100	85	+
124	Šilalės r., Kaltinėnai	406473, 6161722	M-A	šlaitas	15	SR	100	80	2
125	Šilalės r., Bilioniai	393387, 6163261	M-A	šlaitas	15	P	100	95	+
126	Šilalės r., Medvėgalio piliakalnis	398779, 6167273	M-A	banguotas	–	–	100	95	+
127	Telšių r., Varneliai	391222, 6180245	M-A	šlaitas	5	P	100	90	+
128	Palanga	320007, 6203182	M-A	banguotas	–	–	85	70	+
129	Plungės r., Didvyčiai	366363, 6203923	M-A	banguotas	–	–	85	85	+
130	Plungės r., Aleksandravas	350382, 6201330	M-A	šlaitas	25	V	100	75	1
131	Kretingos r., Kartena	344455, 6201012	M-A	šlaitas	25	SV	100	95	+

Pastabos: \* –ekotoninė bendrija su dominuojančia rūšimi *Equisetum arvense* L.

\*\* – antropogeninė bendrija

\*\*\* – antropogeninė augalų bendrija su dominuojančiomis rūšimis *Pilosella officinarum* F. W. Schultz et Sch. Bip. ir *Poa annua*.

2 priedo lentelė. *Thymus pulegioides* eteriniuose aliejuose esančių cheminių junginių pasiskirstymas augavietėse, %.

Cheminis junginys	Augavietės numeris																					
	1 A	2 A	3 A	4 A	5 D	6 D	7 A	8 A	9 A	10 A	11 A	12 A	13 A	14 A	15 A	16 A	17 A	18 A	19 A	20 A	21 A	22 A
<b>Monoterpenų angliavandeniiniai</b>																						
α-Tujenas	1,05	1,39	1,55	1,33	1,36	1,47	1,27	1,00	1,39	1,22	1,09	0,77	1,16	0,20	0,90	1,08	1,59	0,31	0,32	1,08	1,11	0,71
α-Pinenas	0,65	0,60	0,60	0,17	0,55	0,56	0,51	0,50	0,66	0,47	0,36	0,42	1,02	0,00	0,42	0,54	0,71	0,00	0,16	0,42	0,80	0,33
Kamfenas	0,72	0,25	0,24	0,00	0,23	0,20	0,20	0,18	0,16	0,08	0,08	0,22	0,64	0,09	0,11	0,30	0,39	0,14	0,08	0,47	0,31	0,24
Myrcenas	2,74	1,46	1,71	0,93	2,02	2,13	1,52	1,35	1,93	1,72	1,20	1,23	1,69	0,93	1,06	1,26	1,31	1,17	0,97	1,47	1,69	1,42
α-Terpinenas	1,47	1,38	2,59	0,61	2,05	2,27	1,75	1,58	1,88	1,83	1,53	0,98	1,32	0,23	1,11	1,09	1,80	0,73	0,69	1,28	1,43	1,14
p-Cimenas	19,81	25,21	21,11	5,11	15,32	17,19	21,29	14,54	10,41	20,16	21,00	11,95	29,13	3,29	17,66	25,67	29,93	11,91	5,27	21,70	21,96	9,59
γ-Terpinenas	15,41	13,48	21,87	7,98	19,43	22,76	18,06	16,87	18,46	18,62	11,68	10,15	13,98	2,67	9,41	12,63	13,69	9,06	7,98	12,05	13,49	9,89
Z-β-Ocimenas	0,16	0,20	0,00	0,20	0,41	1,05	0,52	0,68	0,82	0,43	0,56	0,33	0,24	0,00	0,24	0,35	0,38	0,33	0,14	0,55	0,46	0,43
E-β-Ocimenas	1,02	0,18	0,19	0,05	0,14	0,21	0,23	0,23	0,14	0,00	0,00	0,29	0,29	0,00	0,05	0,35	0,33	0,09	0,00	0,46	0,14	0,28
Allo-Ocimenas	0,12	0,00	0,00	0,42	0,04	0,05	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,11	0,00	0,45	0,15	0,00	0,06	0,55	0,27	0,08	0,10	0,20
E-β-Iononas	0,03	0,00	0,09	0,08	0,08	0,00	0,07	0,20	0,22	0,00	0,04	0,12	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,06	0,10	0,00	0,10
Limonenas	0,26	0,20	0,23	0,08	0,40	0,31	0,19	0,18	0,24	0,20	0,55	0,13	0,31	0,00	0,16	0,18	0,25	0,14	0,09	0,20	0,25	0,14
<b>Oksidiniai monoterpentai</b>																						
Sabineno hidratas	0,53	0,40	0,41	0,15	0,27	0,28	0,48	0,38	0,42	0,38	0,38	0,23	0,31	0,06	0,23	0,39	0,55	0,19	0,18	0,30	0,38	0,29
Linalolis	0,75	0,28	0,30	0,27	0,44	0,33	0,45	0,28	0,46	0,37	0,34	0,30	0,32	0,73	0,36	0,25	0,19	0,43	0,45	0,37	0,50	0,35
Kamparas	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,04	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,14	0,06	0,00	0,04	0,16	0,06	0,10	0,08	0,00
Nerolio oksidas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,10	0,00	0,00	0,00
Borneolis	1,11	0,54	0,49	0,50	0,44	0,40	0,66	0,33	0,38	0,20	0,17	0,57	1,20	0,00	0,54	0,64	0,95	0,72	0,00	0,62	0,62	0,83
Terpinen-4-olis	0,32	0,49	0,35	0,00	0,36	0,42	0,38	0,29	0,36	0,36	0,00	0,18	0,38	0,00	0,27	0,31	0,38	0,37	0,17	0,40	0,52	0,21
α-Terpinolis	2,28	0,10	0,09	0,00	0,82	0,32	0,15	0,00	0,08	0,00	0,92	0,05	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,19	0,23	0,00
Dekanalis n	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Geranialis	0,87	0,34	0,37	3,42	0,76	0,76	0,55	0,74	0,11	1,20	0,17	1,45	0,38	4,71	1,47	0,71	0,37	2,90	2,96	0,79	0,98	2,58
Timolio metilo eteris	0,29	2,82	2,27	0,82	0,26	0,70	3,86	0,59	1,50	1,52	1,46	2,27	4,92	0,12	0,47	0,56	0,28	2,02	0,74	3,32	3,03	0,99
Karvakriolio metilo eteris	4,92	5,46	5,82	2,75	6,05	8,56	3,05	5,74	2,60	2,79	6,94	3,75	5,19	1,00	4,51	6,08	0,28	2,79	2,96	6,12	2,28	2,91
Neralis	3,73	0,95	0,92	11,32	2,11	1,66	1,11	1,70	0,38	3,80	0,09	4,23	0,80	13,37	4,56	2,01	1,78	10,27	11,05	2,08	2,47	6,93
Geraniolis	4,05	2,02	1,45	15,21	2,87	2,73	2,48	2,21	0,60	6,12	1,67	10,04	3,80	24,72	6,45	3,75	1,38	9,19	14,35	3,33	6,63	11,92
Nerolis	5,05	1,29	1,35	14,96	2,85	2,26	1,59	2,38	0,51	4,80	0,65	5,66	1,13	17,17	6,05	2,76	2,49	13,55	14,29	2,85	3,29	8,92
Bornilo acetatas	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04
Timolis	1,26	10,94	6,13	2,58	0,67	0,66	8,80	1,80	9,75	6,89	2,38	6,36	6,17	0,43	2,24	1,96	0,20	5,61	2,77	4,50	10,27	7,92
Karvakriolis	11,50	13,20	14,52	11,25	21,23	16,96	11,67	25,21	29,30	11,44	13,58	16,15	7,77	4,73	20,07	17,02	22,46	7,53	12,60	11,86	8,96	13,58
Metil geranatas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Pastaba: šalia augaviečių numerio raidėmis žymimi klimatiniai parajonai: A – Aukštaitijos, D – Dzūkijos, M-N – Mūšos-Nevežio, Nz – Nemuno žemumos, Z – Žemaičių, P – Pajūrio, Pz – Pajūrio žemumos.

2 priedo lentelės tęsinys kitame puslapyje

## 2 priedo lentelės tęsinys

Cheminis junginys	Augalviets numeris																					
	1 A	2 A	3 A	4 A	5 D	6 D	7 A	8 A	9 A	10 A	11 A	12 A	13 A	14 A	15 A	16 A	17 A	18 A	19 A	20 A	21 A	22 A
$\alpha$ -Terpinilo acetatas	0,00	0,00	0,00	0,00	4,33	0,93	0,00	0,00	0,00	0,30	14,25	0,00	1,84	2,99	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,76	0,12
Timolio acetatas	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nerolio acetatas	0,30	0,13	0,06	0,94	0,27	0,19	0,00	0,09	0,00	0,41	0,00	0,39	0,13	0,98	0,41	0,14	0,05	1,24	0,66	0,15	0,51	0,23
Eukaliptolis	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Seskviterpenų angliavandeniliai</b>																						
$\gamma$ -Eliemenas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$\beta$ -Bourbonenas	0,24	0,16	0,08	0,33	0,19	0,00	0,36	0,15	0,00	0,15	0,20	0,30	0,21	0,61	0,30	0,28	0,14	0,46	0,38	0,30	0,29	0,38
$\beta$ -Kariofilenas	4,41	4,37	4,03	5,53	4,20	2,97	5,72	6,57	5,24	3,58	5,64	6,94	3,96	5,06	6,15	6,58	3,87	3,83	6,52	6,04	4,58	3,62
$\beta$ -Kopenas	0,06	0,00	0,00	0,07	0,04	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,08	0,00	0,00	0,04	0,07	0,06	0,00	0,08	0,00
$\alpha$ -Humulenas	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,08	0,04	0,08	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,08	0,00	0,08	0,07	0,00
E- $\beta$ -Farnesenas/ Allo aromadendrenas	0,16	0,00	0,00	0,20	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,14	0,24	0,23	0,17	0,17
$\gamma$ -Gurijutenas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cis- $\beta$ -Guaftenas	1,98	0,85	0,90	1,52	0,95	0,68	1,81	1,04	0,52	0,71	1,08	0,93	0,86	1,52	1,38	1,05	0,96	0,76	1,55	1,48	1,16	0,85
Bicyklogermakrenas	0,25	0,09	0,00	0,00	0,00	0,07	0,25	0,00	0,00	0,00	0,10	0,13	0,00	0,00	0,10	0,13	0,00	0,05	0,12	0,11	0,08	0,13
$\alpha$ -Mourolenas	0,46	0,00	0,42	0,59	0,00	0,00	0,42	0,54	0,00	0,00	0,00	0,37	0,00	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00	0,57	0,47	0,00	0,00
$\beta$ -Bisabolenas	2,19	2,02	2,78	4,81	2,10	2,38	2,34	3,14	1,67	1,57	2,31	4,65	2,31	3,39	5,63	3,58	2,20	2,22	4,05	5,01	2,26	3,95
<b>Oksidinti</b>																						
<b>Seskviterpenai</b>																						
Kariofileno oksidas	1,86	1,60	0,85	1,55	1,31	1,19	1,80	1,77	0,68	1,31	1,69	2,12	1,58	2,10	1,59	2,23	1,53	2,74	2,17	1,47	1,87	1,81
$\alpha$ -Kadinolas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,23
Lanceolis Z	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,04	0,04
Epi- $\alpha$ -Mourololis	0,12	0,11	0,00	0,08	0,10	0,00	0,13	0,17	0,06	0,00	0,19	0,16	0,12	0,17	0,11	0,16	0,00	0,20	0,15	0,11	0,14	0,13
Selina 3,11-dien-6- $\alpha$ -olis	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Germakra-4(15),5,10(14)-trien-1- $\alpha$ -olis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,04	0,00	0,00	0,00
<b>Kiti junginiai</b>																						
$\delta$ -Amorfenas	0,10	0,09	0,08	0,22	0,11	0,28	0,11	0,69	0,59	0,07	0,23	0,11	0,06	0,00	0,26	0,25	0,15	0,06	0,08	0,00	0,21	0,46
Geranyl butanoatas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,08	0,00	0,10	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00
1-Okten-3-olis	2,53	2,99	2,57	1,31	2,18	2,76	3,13	1,47	2,91	2,79	2,00	1,53	2,28	0,91	1,98	2,28	1,58	1,60	1,48	3,29	2,60	2,42
Okten-3-yl acetatas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Monoterpenų angliavandeniliai</b>	42,42	44,35	50,18	16,91	42,03	45,86	45,73	37,31	36,31	44,84	38,09	26,70	49,78	7,86	31,37	43,45	50,44	24,34	16,03	39,86	41,74	24,47
<b>Oksidinti monoterenai</b>	38,11	39,03	34,53	64,17	43,73	37,25	35,41	41,91	46,45	40,58	45,00	51,69	34,62	71,19	47,75	36,62	31,51	56,06	63,34	37,02	41,51	57,82

## 2 priedo lentelės tęsinys kitame puslapyje

2 priedo lentelės tęsinys

Cheminis junginys		Augavietės numeris																					
		1 A	2 A	3 A	4 A	5 D	6 D	7 A	8 A	9 A	10 A	11 A	12 A	13 A	14 A	15 A	16 A	17 A	18 A	19 A	20 A	21 A	22 A
Sektiverpenų angliavandeniškai		9,75	7,49	8,21	13,13	7,63	6,10	10,90	11,50	7,52	6,21	9,59	13,47	7,34	10,66	14,02	11,69	7,33	7,61	13,49	13,72	8,69	9,10
Oksidinti		2,02	1,71	0,85	1,63	1,41	1,19	1,98	2,27	0,88	1,31	1,93	2,36	1,70	2,37	1,70	2,39	1,53	3,08	2,42	1,58	2,05	2,21
sėkvtiperpenai		2,63	3,08	2,65	1,53	2,29	3,04	3,24	2,16	3,50	3,26	2,23	1,81	2,34	0,99	2,24	2,63	2,73	1,66	1,82	3,29	2,81	2,88
Viso identifikuoti, %		94,93	95,66	96,42	97,37	97,09	93,44	97,26	95,15	94,66	96,20	96,84	96,03	95,78	93,07	97,08	96,78	93,54	92,83	97,10	95,47	96,80	96,48
Monoterpenų angliavandeniškai		23 A	24 D	25 D	26 D	27 D	28 D	29 D	30 D	31 D	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
$\alpha$ -Tujenas		0,78	1,12	0,38	0,00	0,17	1,21	0,12	1,49	1,53	1,30	1,32	0,38	0,61	0,30	1,07	1,15	0,71	0,93	1,84	0,62	0,71	1,48
$\alpha$ -Pineinas		0,37	0,49	0,18	0,06	0,00	0,65	1,91	0,65	0,78	0,58	0,57	0,18	0,18	0,09	0,51	0,44	0,28	0,45	0,64	0,13	0,24	1,11
Kamifenas		0,21	0,22	0,10	0,00	0,00	0,58	1,51	0,24	0,10	0,39	0,34	0,10	0,06	0,00	0,28	0,37	0,12	0,07	0,23	0,00	0,10	0,40
Myrcenas		1,38	1,44	0,99	0,62	0,81	4,19	3,42	1,98	2,31	1,67	2,33	2,05	1,33	0,84	1,48	1,44	1,23	1,32	1,50	0,64	1,36	1,55
$\alpha$ -Terpinenas		1,44	1,48	0,56	0,13	0,16	1,30	0,00	2,23	2,09	2,45	2,59	0,53	0,79	0,55	1,61	2,30	0,84	1,40	2,56	0,52	0,97	1,63
p-Cimenas		12,60	25,87	6,63	5,51	5,17	22,74	1,00	18,62	7,08	11,67	9,61	6,82	8,10	4,77	26,36	11,52	20,70	30,20	21,77	25,75	7,01	27,26
$\gamma$ -Terpinenas		14,60	17,01	6,14	1,69	1,99	14,07	1,84	22,84	16,67	28,96	33,09	5,87	4,09	5,47	18,10	19,22	6,44	15,69	15,84	4,41	7,75	12,86
Z- $\beta$ -Ocimenas		0,23	0,33	0,00	0,00	0,00	0,25	0,14	0,51	0,89	0,35	0,53	0,00	0,00	0,09	0,29	0,36	0,00	0,21	0,52	0,00	0,20	0,81
E- $\beta$ -Ocimenas		0,33	0,43	0,00	0,00	0,00	0,10	0,97	0,17	0,17	0,11	0,13	0,04	0,00	0,04	0,00	0,10	0,00	0,05	0,05	0,00	0,07	0,11
Allo-Ocimenas		0,28	0,05	0,39	0,89	0,57	0,05	0,66	0,00	0,00	0,14	0,10	0,03	0,67	0,32	0,19	0,17	0,00	0,11	0,00	0,34	0,35	0,00
E- $\beta$ -Iononas		0,00	0,00	0,06	0,10	0,00	0,10	0,05	0,07	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,03	0,08
Limonenas		0,18	0,19	0,08	0,04	0,05	0,22	0,25	0,38	0,21	0,21	0,21	2,10	0,00	0,33	0,22	0,18	1,26	0,17	0,22	0,00	0,10	0,21
Oksidinti monoterpenai																							
Sabineno hidratas		0,28	0,53	0,00	0,00	0,09	0,50	0,16	0,37	0,75	0,18	0,21	0,00	0,17	0,00	0,27	0,24	0,26	0,30	0,41	0,15	0,17	0,66
Linalolis		0,30	0,41	0,32	0,33	0,35	0,34	0,39	0,36	0,17	1,28	0,48	0,35	0,34	0,32	0,27	0,30	6,51	1,23	0,36	0,25	0,38	0,29
Kamparas		0,11	0,04	0,12	0,26	0,22	0,10	0,13	0,00	0,00	0,06	0,03	0,00	0,13	0,09	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,17	0,11	0,00
Nerolio oksidas		0,07	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,13	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00
Borneolis		1,07	0,45	0,00	0,00	0,00	1,18	4,65	0,40	0,16	0,88	0,88	0,20	0,00	0,00	0,93	1,11	0,00	0,09	0,36	0,00	0,00	0,87
$\alpha$ -Terpineolis		0,51	0,00	0,12	0,11	0,10	0,39	0,23	0,36	0,35	0,25	0,27	0,00	0,19	0,16	0,29	0,23	0,29	0,22	0,32	0,00	0,24	0,34
$\alpha$ -Terpineolis		2,28	0,10	0,09	0,00	0,82	0,32	0,15	0,00	0,08	0,00	0,92	0,05	0,28	0,00	0,29	0,00	0,00	0,12	0,00	0,19	0,23	0,00
Dekanalis n		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,10
Geraniolis		2,09	0,65	3,90	4,48	4,93	0,82	4,36	0,18	0,00	0,98	1,40	0,56	4,36	3,01	1,24	1,98	0,12	0,64	0,00	1,82	3,82	0,00
Timolio metilo eteris		0,33	0,95	0,31	0,00	0,00	0,94	0,00	0,28	0,00	0,06	0,19	0,40	0,00	0,00	0,52	0,12	0,05	0,45	5,66	0,36	0,18	0,00
Karvakriolio metilo eteris		2,46	6,82	2,76	2,61	2,10	5,42	0,92	7,05	1,54	5,52	3,55	1,72	2,79	1,00	6,95	3,67	5,77	7,66	6,50	6,40	2,67	7,85
Neralis		7,85	1,11	11,80	15,46	14,10	2,39	14,49	0,12	0,00	2,96	4,16	1,93	13,08	6,72	5,39	5,02	0,00	2,40	0,00	7,18	10,57	0,00
Geraniolis		14,23	2,46	19,27	13,54	20,27	2,19	14,75	0,54	0,09	3,53	6,47	2,92	14,54	23,88	3,25	10,07	2,08	3,29	0,12	5,55	17,27	0,00
Nerolis		10,11	2,50	15,36	20,57	18,72	3,28	18,59	0,70	0,00	3,63	5,29	1,87	16,45	8,66	6,78	6,49	0,07	0,00	0,29	9,34	13,33	0,00

2 priedo lentelės tęsinys kitame puslapyje

2 priedo lentelės tęsinys

Cheminis junginys	Augavietės numeris																							
	23 A	24 D	25 D	26 D	27 D	28 D	29 D	30 D	31 D	32 M-N	33 M-N	34 M-N	35 M-N	36 M-N	37 M-N	38 M-N	39 M-N	40 M-N	41 M-N	42 M-N	43 M-N	44 M-N		
<b>Oksidinti monoterpenai</b>																								
Bornilo acetatas	0,40	0,16	0,89	0,89	0,00	0,04	0,19	0,00	0,00	0,04	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,04	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	
Timolis	0,64	1,57	1,04	0,00	0,27	1,23	0,10	0,39	0,15	0,15	0,50	1,32	0,00	0,33	0,40	0,36	0,00	0,17	12,57	1,12	0,33	0,00	0,00	
Karvakrolis	10,08	15,55	9,86	5,30	5,41	20,05	7,05	20,87	48,00	15,02	12,60	5,65	9,90	5,67	8,31	14,22	5,65	9,98	12,71	9,32	13,52	27,10	0,00	
Metil geranilas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
$\alpha$ -Terpinilo acetatas	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,52	0,00	0,00	0,00	43,55	0,00	9,84	0,37	0,00	30,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Timolio acetatas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	
Neerilo acetatas	1,13	0,11	0,53	0,76	0,53	0,13	1,04	0,00	0,00	0,25	0,54	0,32	0,94	1,58	0,00	1,15	0,00	0,16	0,00	0,17	1,11	0,00	0,00	
Eukaliptolis	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<b>Seskviterpenų angliavandeniai</b>																								
$\gamma$ -Elemenas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
$\beta$ -Bourbonenas	0,40	0,00	0,61	1,30	0,80	0,35	0,90	0,10	0,05	0,21	0,16	0,22	0,00	0,75	0,21	0,36	0,15	0,31	0,00	0,54	0,37	0,00	0,00	
$\beta$ -Kariofilenas	2,58	4,77	4,16	6,48	5,50	2,83	5,03	4,74	3,28	5,16	3,99	4,07	5,99	8,16	3,73	4,92	3,57	4,92	3,78	6,30	4,76	3,60	0,00	
$\beta$ -Kopenas	0,05	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,13	0,00	0,04	0,00	0,04	0,1	0,09	0,03	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	
$\alpha$ -Humulenas	0,00	0,05	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,03	0,00	0,00	
E- $\beta$ -Farnesenas/ Allo	0,20	0,17	0,15	0,22	0,19	0,10	0,19	0,17	0,14	0,21	0,00	0,15	0,21	0,00	0,14	0,18	0,14	0,23	0,19	0,28	0,17	0,00	0,00	
aromadendrenas																								
$\gamma$ -Gurjunenas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	
Cis- $\beta$ -Gualenas	1,06	1,06	2,07	1,41	1,11	0,85	2,96	1,06	0,72	1,46	1,34	1,17	1,41	2,55	0,75	1,79	0,90	2,12	0,90	0,94	1,49	0,39	0,00	
Biektogermakrenas	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,25	0,36	0,06	0,19	0,05	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,08	0,04	0,05	0,00	
$\alpha$ -Mourolenas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,54	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	
$\beta$ -Bisabolenas	2,04	3,90	3,31	4,12	4,21	2,36	2,16	2,84	4,78	1,74	1,64	2,74	2,51	4,44	1,54	3,40	0,59	3,58	1,55	4,39	2,27	1,12	0,00	
<b>Oksiduoti Seskviterpenai</b>																								
Kariofileno oksidas	2,01	1,53	1,82	5,01	3,69	1,70	1,75	1,03	0,46	1,06	0,85	0,88	2,46	2,13	1,55	1,17	1,41	1,69	0,73	3,45	1,88	1,37	0,00	
$\alpha$ -Kadimolas	0,52	0,00	0,20	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,13	0,00	0,14	0,33	0,00	0,00	0,28	0,00	
Lanceolis Z	0,05	0,04	0,13	0,15	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	
Epi- $\alpha$ -Mourolis	0,34	0,11	0,00	0,38	0,25	0,11	0,10	0,06	0,00	0,09	0,07	0,11	0,18	0,27	0,00	0,00	0,20	0,00	0,16	0,25	0,13	0,00	0,00	
Selma 3,11-dien-6- $\alpha$ -olis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Germakra-4(15),5,10(14)-trien-1- $\alpha$ -olis	0,00	0,00	0,06	0,20	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,03	0,00	0,09	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	

2 priedo lentelės tęsinys kitame puslapyje

2 priedo lentelės tęsinys

Cheminis junginys Kiti junginiai	Auginamasis numeris																					
	23 A	24 D	25 D	26 D	27 D	28 D	29 D	30 D	31 D	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N
δ-Amorfinas	0,61	0,00	0,12	0,13	0,06	0,00	0,07	0,27	0,44	0,16	0,00	0,00	0,10	0,06	0,00	0,07	0,08	0,19	0,60	0,07	0,17	0,46
Geranyl butanoatas	0,00	0,00	0,08	0,27	0,14	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00	0,08	0,00
1-Okten-3-olis	2,24	2,74	1,51	0,84	1,64	2,31	1,48	2,40	3,82	2,00	1,42	0,76	1,42	0,78	2,36	2,07	1,32	1,93	2,64	2,05	1,21	2,78
Okten-3-yl acetatas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,14	0,00	0,40	0,00	1,95	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Monoterpenų angliavandenių	32,40	48,63	15,51	9,04	8,92	45,46	11,87	49,18	31,83	47,83	50,82	18,10	15,83	12,80	50,16	37,25	31,58	50,60	45,28	32,41	18,89	47,50
Oksidinti	54,04	33,50	66,37	64,31	67,91	39,36	67,20	35,14	51,38	34,83	37,49	60,94	63,30	61,39	35,26	45,08	51,71	26,71	39,08	42,02	64,02	38,22
monoterpenai																						
Sekviterpenų angliavandenių	6,33	9,95	10,30	13,75	11,81	6,53	11,87	9,81	9,03	9,07	7,18	8,84	10,22	13,13	6,40	11,90	5,35	11,16	6,66	12,53	9,23	5,16
Oksidinti	2,92	1,68	2,15	5,78	4,16	1,71	1,85	1,09	0,46	1,19	0,92	0,99	2,96	2,50	1,55	1,29	1,61	1,83	1,26	3,70	2,06	1,65
seskviterpenai																						
Kiti junginiai	2,85	2,74	1,71	1,24	2,06	2,35	1,55	2,81	4,26	2,56	1,42	2,71	1,77	0,97	2,36	2,14	1,40	2,12	3,48	2,12	1,36	3,24
Viso identifikuoti, %	98,54	96,50	96,04	94,12	94,86	94,41	94,34	98,03	96,51	95,03	97,83	91,58	94,08	90,79	95,73	97,66	91,65	92,42	95,76	92,78	95,96	95,77
Monoterpenų angliavandenių	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66 D
α-Tujenas	0,79	1,32	1,53	0,88	0,57	1,30	0,02	1,12	1,36	1,28	0,83	0,53	1,14	1,00	1,61	1,24	0,22	0,55	1,35	0,31	0,06	0,51
α-Pinenas	0,85	0,51	0,73	0,34	0,42	0,46	0,09	0,47	0,55	0,45	0,35	0,20	0,48	0,40	0,64	0,44	0,00	0,24	0,41	0,16	0,11	0,22
Kamfenas	0,11	0,18	0,36	0,15	0,29	0,10	0,14	0,12	0,26	0,12	0,10	0,02	0,18	0,15	0,36	0,15	0,00	0,13	0,22	0,15	0,22	0,07
Mircenas	1,27	1,39	1,48	1,17	1,07	1,69	0,53	1,70	1,83	1,71	1,41	1,45	1,57	1,41	1,93	1,66	0,24	0,85	1,50	0,67	0,51	0,86
α-Terpinenas	1,68	2,07	1,93	1,29	1,19	2,30	0,17	1,89	2,03	2,95	1,72	1,34	2,05	1,77	2,43	2,04	2,75	1,07	2,58	0,84	0,15	1,14
p-Cimenas	21,60	25,57	29,25	38,49	13,89	12,52	0,45	10,85	12,38	11,40	7,50	5,20	9,17	7,53	12,13	15,48	3,98	3,91	9,80	4,46	0,39	6,38
γ-Terpinenas	20,66	24,52	16,03	13,48	13,59	29,93	0,68	20,10	22,32	40,10	22,08	14,47	24,11	23,85	23,98	22,71	0,00	11,26	22,23	8,13	2,20	13,65
Z-β-Ocimenas	0,64	0,27	0,46	0,27	0,30	0,71	0,00	0,74	0,49	0,93	0,27	0,80	0,58	0,54	0,92	0,65	0,00	0,28	0,66	0,16	0,06	0,24
E-β-Ocimenas	0,11	0,06	0,18	0,07	0,59	0,13	0,00	0,12	0,12	0,16	0,18	0,13	0,09	0,10	0,12	0,13	0,00	0,05	0,11	0,08	0,10	0,05
Allo- Ocimenas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,34	0,00	0,10	0,07	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,11	0,25
E-β-Iononas	0,11	0,00	0,12	0,10	0,14	0,00	0,04	0,26	0,00	0,10	0,19	0,22	0,27	0,07	0,00	0,05	0,00	0,00	0,12	0,06	0,02	0,00
Limonenas	0,22	0,26	0,23	0,16	0,17	0,25	0,00	0,23	0,24	1,29	0,21	0,15	0,26	0,20	0,29	0,23	0,00	0,17	0,22	0,34	0,06	0,16
Oksidinti																						
monoterpenai																						
Sabineno hidratas	0,24	0,46	0,46	0,56	0,25	0,35	0,00	0,53	0,33	0,21	3,14	0,16	0,45	0,37	0,30	0,26	0,23	0,22	0,43	3,15	17,33	6,46
Linobolis	0,18	0,18	0,50	0,48	0,34	0,27	0,33	0,51	4,41	1,28	0,48	0,35	0,34	0,32	0,27	0,30	0,30	6,51	1,23	0,36	0,25	0,38
Kamparas	0,00	0,04	0,06	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,10
Nerolio oksidas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03
Borneolis	0,23	0,32	0,69	0,40	1,20	0,26	1,07	0,28	0,60	0,39	0,43	0,11	0,49	0,50	0,79	0,39	0,82	0,56	0,62	0,17	0,80	0,52
Terpinen-4-olis	0,00	0,06	0,00	0,10	0,29	0,31	0,00	0,26	0,23	0,22	0,22	0,34	0,27	0,18	0,33	0,28	0,24	0,15	0,28	0,55	0,00	0,17
α-Terpineolis	0,00	0,06	0,00	0,10	0,29	0,06	0,04	0,00	0,00	0,15	0,00	0,08	0,00	0,00	0,07	0,06	0,30	0,06	0,06	0,04	0,65	0,23

2 priedo lentelės tęsinys kitame puslapyje



## 2 priedo lentelės tęsinys

Cheminis junginys	Augavietės numeris																						
	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66 D	
	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N	M-N
<b>Oksidinti monoterpenai</b>																							
Dekanalis n	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,08	0,00	0,06	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	2,31	0,00	0,00
Geraniolis	0,17	0,36	0,00	0,05	1,36	0,39	5,81	0,44	0,78	0,15	0,76	0,13	0,21	2,12	0,00	0,00	1,23	2,14	1,11	0,32	4,45	3,13	0,23
Timolio metilo eteris	0,15	0,29	2,36	1,47	0,54	0,92	0,00	2,07	1,42	0,30	1,28	1,48	0,36	3,82	0,00	0,00	0,42	0,30	0,05	1,97	0,00	0,00	0,23
Karvakolio metilo eteris	5,38	6,37	5,82	7,09	5,32	3,71	0,33	2,97	5,23	3,58	2,90	2,92	3,92	3,08	5,86	4,52	2,60	1,96	1,42	2,63	0,12	2,41	0,00
Neralis	0,40	1,06	0,00	0,00	5,72	0,60	11,13	0,68	1,53	0,13	1,26	0,09	0,46	3,79	0,00	0,00	1,44	4,39	1,73	34,92	4,96	5,45	0,00
Geraniolis	0,50	1,70	0,00	0,28	6,24	2,54	34,20	2,42	3,06	1,34	5,28	0,64	1,33	8,77	0,00	0,00	7,50	27,16	6,30	3,48	34,74	16,84	0,00
Nerolis	0,72	1,63	0,00	0,20	7,26	0,70	14,17	0,83	1,78	0,37	1,41	0,20	0,61	4,70	0,00	0,00	2,24	5,70	2,27	4,13	6,37	6,79	0,00
Bornilo acetatas	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	3,06	0,19	0,12	0,17	0,00	0,00	0,02	8,98	0,31	0,00	1,50	0,00	0,00	0,07
Timolis	0,23	0,35	8,92	4,84	2,88	4,20	0,06	17,46	8,27	1,82	7,73	27,86	1,15	2,60	0,07	3,95	3,22	4,26	1,27	10,27	0,22	1,63	0,00
Karvakolis	24,07	14,73	15,49	8,19	15,96	18,54	4,91	14,38	14,53	12,10	19,49	19,80	31,42	16,51	32,26	26,80	16,47	12,26	24,48	0,00	3,27	12,37	0,00
Metil geranatas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$\alpha$ -Terpinilo acetatas	0,09	0,08	0,00	0,00	0,59	0,00	0,00	0,00	0,84	0,00	0,00	1,28	0,05	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02	1,58	0,00	0,96	0,00
Timolio acetatas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,03	0,00	0,60	0,11	0,49	0,00	0,00	0,00	0,83	0,28	0,47	0,00	0,00	0,00
Nerilo acetatas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	3,27	0,09	0,00	0,05	0,14	0,00	0,11	0,00	0,11	0,49	0,00	0,16	0,00	0,47	2,29	0,56	0,00
Eukaliptolis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Sekviterpenų angliavandeniai</b>																							
$\gamma$ -Elemenas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$\beta$ -Bourbonenas	0,09	0,36	0,04	0,16	0,34	0,23	0,41	0,24	0,21	0,05	0,29	0,09	0,17	0,37	0,12	0,11	0,00	0,35	0,26	0,24	0,28	0,45	0,00
$\beta$ -Kariofilenas	5,53	4,61	2,22	6,20	5,50	5,93	6,55	6,70	3,97	3,23	6,51	9,22	7,05	6,25	4,12	4,50	9,42	5,50	7,21	5,20	7,06	5,56	0,00
$\beta$ -Kopenas	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
$\alpha$ -Humulenas	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,05	0,09	0,04	0,00	0,07	0,00	0,07	0,06	0,00	0,04	0,00	0,00	0,06	0,24	0,00	0,00	0,00
E- $\beta$ - Farnesenas/ Allo	0,20	0,17	0,15	0,22	0,19	0,10	0,19	0,17	0,14	0,21	0,00	0,15	0,21	0,00	0,14	0,18	0,14	0,23	0,19	0,28	0,17	0,00	0,00
aromadendrenas																							
$\gamma$ -Gurjunenas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
Cis- $\beta$ -Guaenas	1,16	1,61	0,46	1,15	1,33	1,96	3,07	1,86	1,72	0,83	2,11	0,51	1,48	1,93	0,00	1,71	1,94	2,25	2,23	0,00	3,18	1,81	0,00
Betklogermakrenas	0,09	0,00	0,09	0,07	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00
$\alpha$ -Mourolenas	0,00	0,38	0,00	0,38	0,00	0,71	1,24	0,22	0,39	0,29	0,40	0,11	0,17	0,30	0,39	0,31	0,76	0,54	0,91	0,60	1,09	0,25	0,00
$\beta$ -Bisabolenas	1,90	3,31	2,08	2,99	2,79	3,04	3,69	3,52	1,95	1,31	3,38	3,14	2,98	3,70	2,39	3,27	4,59	3,58	3,64	0,00	2,64	4,04	0,00
<b>Oksidinti seskviterpenai</b>																							
Kariofileno oksidas	1,94	1,38	1,07	1,60	1,55	0,72	1,62	0,63	0,61	0,39	0,67	1,09	0,88	1,03	0,56	0,65	1,02	1,92	0,85	0,00	0,63	1,45	0,00
$\alpha$ -Kadinolas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lanceolis Z	0,05	0,04	0,13	0,15	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00

## 2 priedo lentelės tęsinys kitame puslapyje

## 2 priedo lentelės tęsinys

Cheminis junginys	Augavietės numeris																						
	45 M-N	46 M-N	47 M-N	48 M-N	49 M-N	50 M-N	51 M-N	52 M-N	53 M-N	54 M-N	55 M-N	56 M-N	57 M-N	58 M-N	59 M-N	60 M-N	61 M-N	62 M-N	63 M-N	64 M-N	65 M-N	66 D	
<b>Oksidinti sekviterpenai</b>																							
Epi- $\alpha$ -Mourlololis	0,15	0,11	0,13	0,11	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,08	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Selina 3,11-dien-6- $\alpha$ -olis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
Germakra-4(15),5,10(14)-trien-1- $\alpha$ -olis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,04	0,00	0,09	0,04	0,18	0,00	0,00	0,00
<b>Kiti junginiai</b>																							
$\delta$ -Amorfenas	0,46	0,00	0,38	0,60	0,00	0,24	0,15	0,55	0,44	1,08	0,51	0,52	0,60	0,18	0,14	0,18	2,76	0,75	0,40	0,40	0,07	0,20	0,20
Geranyl butanoatas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,13	0,07	0,07
1-Okten-3-olis	1,63	1,26	2,99	3,34	2,28	2,15	1,05	2,95	3,11	1,44	2,73	2,42	2,64	2,10	3,19	2,87	0,58	1,90	1,97	1,53	1,96	1,27	1,27
Okten-3-yl acetatas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,07	0,00	0,00
<b>Monoterpenų angliavandeniai</b>	48,04	56,15	52,30	56,40	32,43	49,39	2,46	37,60	41,68	60,56	34,84	24,51	39,90	37,11	44,41	44,78	7,19	18,51	39,41	15,47	3,99	23,53	23,53
<b>Oksidinti monoterpenai</b>	32,41	27,69	34,30	23,86	48,24	32,98	76,00	43,00	43,01	25,24	44,71	56,24	41,45	44,42	40,12	37,18	52,20	61,69	40,68	68,26	75,61	58,17	58,17
<b>Sekviterpenų angliavandeniai</b>	8,97	10,44	5,04	11,30	10,15	11,97	15,20	12,93	8,42	5,92	12,29	13,22	12,29	12,70	7,16	10,12	16,85	12,51	14,45	6,67	14,46	12,11	12,11
<b>Oksidinti sekviterpenai</b>	2,14	1,53	1,33	1,63	1,61	0,72	1,75	0,63	0,61	0,42	0,67	1,14	1,01	1,17	0,59	0,79	1,02	2,01	0,89	0,21	0,68	1,45	1,45
<b>Kiti junginiai</b>	2,09	1,26	2,37	1,53	2,28	2,39	2,67	3,50	3,55	2,52	3,91	2,94	3,24	2,34	3,33	3,05	3,34	2,65	2,37	2,01	2,23	1,54	1,54
<b>Viso identifikuota, %</b>	93,65	97,07	95,34	94,72	94,71	97,45	98,08	97,66	97,27	94,66	96,42	98,05	97,89	97,74	95,61	95,92	80,60	97,37	97,80	92,62	96,97	96,80	96,80
<b>Monoterpenų angliavandeniai</b>	67 D	68 D	69 D	70 D	71 D	72 D	73 D	74 D	75 D	76 S	77 S	78 S	79 S	80 Nz	81 Nz	82 Nz	83 M-N	84 M-N	85 M-N	86 V	87 V	88 V	88 V
$\alpha$ -Lujenas	1,20	1,27	0,17	1,13	1,41	0,85	0,96	0,34	1,03	1,01	0,93	0,81	0,78	1,33	1,09	1,23	0,98	0,39	0,46	0,60	0,21	0,28	0,28
$\alpha$ -Pinenas	0,45	0,49	0,08	0,50	0,48	0,40	0,48	0,49	0,56	0,38	0,33	0,27	0,39	0,85	0,58	0,47	0,31	0,18	0,17	0,25	0,07	0,15	0,15
Kamfenas	0,30	0,17	0,06	0,26	0,06	0,20	0,28	0,37	0,48	0,15	0,18	0,09	0,33	0,10	0,55	0,00	0,07	0,08	0,00	0,12	0,00	0,12	0,12
Mircenas	1,67	1,60	0,65	1,39	1,64	1,12	1,62	1,96	1,53	1,60	1,46	1,45	1,14	1,70	1,41	1,95	1,50	0,81	0,81	0,88	0,39	0,74	0,74
$\alpha$ -Terpinenas	2,42	2,35	0,31	1,80	2,48	1,48	1,72	2,41	1,75	2,16	1,60	1,60	1,67	1,86	2,15	1,91	1,72	0,45	0,75	1,02	0,61	0,57	0,57
p-Cimenas	9,22	9,08	1,35	13,51	10,08	8,20	7,51	11,19	8,27	9,12	11,14	8,31	10,13	19,36	15,86	10,25	6,14	3,07	5,63	10,61	3,42	4,25	4,25
$\gamma$ -Terpinenas	29,67	29,15	3,47	17,93	28,43	18,41	23,41	28,70	18,36	24,29	17,89	19,99	18,13	21,68	26,47	19,36	18,47	5,73	8,22	13,62	4,78	5,75	5,75
Z- $\beta$ -Ocimenas	0,57	0,53	0,19	0,78	0,65	0,46	0,55	0,97	0,69	0,61	0,61	0,82	0,37	0,46	0,62	2,59	0,52	0,24	0,24	0,35	0,16	0,16	0,16
E- $\beta$ -Ocimenas	0,50	0,00	1,20	0,12	0,12	0,11	0,13	0,46	0,15	0,28	0,11	0,25	0,14	1,03	0,08	0,32	0,15	0,07	0,10	0,31	0,13	0,05	0,05

## 2 priedo lentelės tęsinys kitame puslapyje

## 2 priedo lentelės tęsinys

Cheminių junginių Monoterpenų angliavandeniiniai		Augalvietės numeris																					
		67 D	68 D	69 D	70 D	71 D	72 D	73 D	74 D	75 D	76 S	77 S	78 S	79 S	80 Nz	81 Nz	82 Nz	83 M-N	84 M-N	85 M-N	86 V	87 V	88 V
	0,00	0,00	0,38	0,00	0,03	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,18	0,17	0,45
Allo-Ocimenas	0,06	0,00	0,00	0,13	0,15	0,12	0,14	0,16	0,15	0,19	0,07	0,07	0,09	0,09	0,09	0,05	0,08	0,01	0,00	0,09	0,01	0,00	0,00
E-β-Iononas	0,26	0,25	0,04	0,32	0,26	0,19	0,22	0,29	0,44	0,24	0,19	0,20	0,19	0,20	0,95	0,26	0,35	0,22	0,07	0,30	0,13	0,22	0,00
Limonenas																							
<b>Oksidinti</b>																							
<b>monoterpenai</b>																							
Sabineno hidratas	0,43	0,23	0,06	0,34	0,43	0,27	0,43	0,37	0,33	0,34	0,49	0,67	0,27	0,36	0,53	0,31	0,33	0,12	0,15	0,22	0,22	0,11	0,11
Linololis	0,24	0,51	0,34	1,23	0,42	0,36	0,56	0,45	0,71	0,38	0,25	0,49	0,31	0,31	0,63	0,45	0,53	0,25	0,29	1,08	1,08	0,25	0,00
Kamparas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11
Nerolio oksidas	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Borneolis	0,59	0,30	0,76	0,79	0,16	0,57	0,96	0,46	1,43	0,52	0,52	0,46	1,04	0,12	1,21	0,07	0,35	0,49	0,08	0,53	0,42	0,79	0,79
Terpinen-4-olis	0,30	0,27	0,06	0,28	0,30	0,16	0,29	0,37	0,31	0,29	0,32	0,30	0,26	0,32	0,31	0,28	0,31	0,11	0,13	0,16	0,16	0,00	0,12
α-Terpineolis	0,18	0,34	0,00	0,17	0,06	0,00	0,07	0,09	0,18	0,00	0,08	0,00	0,00	0,56	0,00	0,00	0,06	0,04	0,97	0,06	0,12	0,04	0,04
Geranialis	0,00	0,17	0,06	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,06	0,07	0,00	0,16	0,03	0,06	0,06	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dekanalis n	0,00	0,17	5,03	0,43	0,59	2,52	0,51	0,10	0,35	0,13	0,00	0,00	1,89	0,49	0,08	0,00	1,81	2,55	0,79	2,79	2,56	4,27	4,27
Timolio metilo eteris	1,13	0,45	0,08	2,06	0,28	0,44	0,00	0,08	0,07	1,37	0,08	0,33	0,14	0,28	0,19	2,21	0,84	0,12	0,09	0,23	0,21	0,23	0,23
Karvakrolis metilo eteris	4,92	3,24	0,50	2,87	2,01	1,36	0,00	2,75	2,70	3,95	4,49	5,73	2,60	6,34	0,00	4,67	2,58	1,81	1,97	2,99	2,26	1,86	1,86
Neralis	0,03	0,08	10,13	0,54	1,24	4,28	0,77	0,09	0,56	0,17	0,00	0,00	3,84	0,64	0,07	0,00	3,17	5,48	0,65	5,06	5,57	9,87	9,87
Geranolis	0,39	7,80	39,87	4,63	3,16	15,51	4,69	0,60	4,44	0,98	0,00	0,05	13,67	2,12	0,46	0,11	16,56	25,17	27,00	23,82	36,32	18,90	18,90
Nerolis	0,11	0,00	13,09	0,71	1,62	5,56	1,01	0,26	0,74	0,37	0,00	0,00	4,77	0,79	0,16	0,00	3,99	6,97	0,88	6,33	7,11	12,40	12,40
Bornio acetatas	0,00	0,00	0,00	0,96	0,00	0,00	0,07	0,00	1,92	0,00	0,00	0,03	1,42	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09	0,00
Timolis	4,50	4,31	0,70	5,77	1,56	4,12	0,09	0,84	0,29	13,62	0,16	1,10	0,65	0,50	4,07	15,79	6,42	3,78	1,22	0,55	0,63	2,10	2,10
Karvakrolis	23,92	21,07	5,71	25,13	26,58	12,12	31,86	31,21	35,59	21,95	36,95	34,65	17,37	15,74	16,61	19,46	16,21	24,28	23,62	11,89	11,02	12,93	12,93
Metil geranatas	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
α-Terpinilo acetatas	0,96	0,00	1,35	0,00	0,15	0,02	0,00	0,02	0,26	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,09	0,04	0,00	6,53	0,00	0,00	0,00	0,00
Timolio acetatas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,03	0,09	0,04	0,05	0,07	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Nerilio acetatas	0,00	0,12	1,25	0,19	0,18	1,57	0,13	0,02	0,08	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,30	0,00	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Eukaliptolis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00
γ-Elementas	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
β-Bourbonenas	0,12	0,18	0,30	0,17	0,18	0,29	0,29	0,11	0,17	0,15	0,14	0,12	0,28	0,55	0,00	0,28	0,14	0,46	0,38	0,30	0,29	0,38	0,38
β-Karstoflenas	5,21	5,99	5,01	5,47	5,16	6,27	4,54	5,06	5,50	4,64	7,34	7,04	4,96	4,21	6,15	7,34	4,98	5,71	6,71	5,28	7,24	7,67	7,67
β-Kopenas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
α-Humulenas	0,00	0,00	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,00	0,05	0,06	0,05	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,05	0,06	0,05	0,07	0,00	0,00	0,08

## 2 priedo lentelės tęsinys kitame puslapyje

## 2 priedo lentelės tęsinys

Cheminis junginys	Augalietės numeris																						
	67 D	68 D	69 D	70 D	71 D	72 D	73 D	74 D	75 D	76 S	77 S	78 S	79 S	80 Nz	81 Nz	82 Nz	83 M-N	84 M-N	85 M-N	86 V	87 V	88 V	
<b>Seskviterpenų angliavandeničiai</b>																							
E-β-Farnesenas/ Allo aromadendrenas	0,19	0,00	0,18	0,30	0,19	0,23	0,17	0,19	0,42	0,18	0,26	0,25	0,19	0,18	0,23	0,27	0,19	0,21	0,24	0,19	0,30	0,28	
γ-Gurjūnenas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Cis-β-Guatenas	2,13	1,64	1,85	1,41	1,72	5,51	1,93	1,38	1,09	1,45	2,54	2,45	1,57	5,19	2,44	1,85	2,02	2,10	1,72	2,15	2,86	2,35	
Biektogermakrenas	0,08	0,08	0,12	0,09	0,10	0,00	0,00	0,10	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,13	0,00	0,00	0,04	0,10	0,00	0,00	
α-Mourolenas	0,38	0,58	0,53	0,39	0,22	0,85	0,34	0,20	0,33	0,39	0,53	0,59	0,39	0,31	0,49	0,35	0,64	0,47	0,64	0,41	0,58	0,44	
β-Bisabolėnas	3,74	1,64	1,55	2,59	2,70	3,44	3,58	1,62	2,47	2,50	4,68	5,08	2,98	2,53	2,29	2,78	1,90	2,95	3,39	1,97	3,19	4,24	
<b>Oksidinti</b>																							
<b>seskviterpenai</b>																							
Karotileno oksidas	0,44	0,55	0,81	0,62	0,70	0,99	0,60	0,54	0,57	0,63	0,61	0,50	0,97	1,10	0,70	0,70	0,81	0,92	0,84	1,39	1,26	2,20	
α-Kadinolas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Lanceolis Z	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,04	0,04	
Epi-α-Mourolis	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,07	0,04	0,00	0,02	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,07	0,00	0,06	0,06	0,00	
Selina 3,11-dien-6- α-olis	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Germakra- 4(15),5,10(14)-trien- 1-α-olis	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	
<b>Kiti junginiai</b>																							
δ-Amorfėnas	0,22	0,21	0,05	0,44	0,38	0,40	0,40	0,38	0,59	0,56	0,26	0,25	0,65	0,30	0,16	0,25	0,07	0,33	0,30	0,11	0,35	0,26	
Geranyl butanoatas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,08	0,00	0,10	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	
1-Okten-3-olis	2,53	2,99	1,27	1,31	2,18	2,76	3,13	1,47	2,91	2,79	2,00	1,53	2,28	0,91	1,98	2,28	1,58	1,60	1,48	3,29	1,06	1,47	
Okten-3-yl acetatas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<b>Monoterpenų angliavandeničiai</b>	46,42	44,89	7,90	37,87	45,79	31,66	37,02	47,34	33,41	40,03	33,78	34,23	33,47	49,41	49,12	38,51	30,17	11,31	16,77	28,08	10,16	12,58	
<b>Oksidinti</b>																							
<b>monoterpenai</b>	32,72	38,89	79,05	46,15	38,77	43,18	41,38	37,80	50,10	44,16	37,18	43,88	48,36	29,88	24,64	43,50	53,39	71,22	64,31	55,65	70,42	63,73	
<b>Seskviterpenų angliavandeničiai</b>	11,88	10,11	9,58	10,27	10,33	15,87	10,92	8,66	10,03	9,53	15,59	15,56	10,47	14,16	11,74	13,00	10,03	11,96	13,17	10,37	14,46	15,44	
<b>Oksidinti seskviterpenai</b>	0,48	0,55	0,84	0,66	0,70	1,06	0,69	0,59	0,59	0,67	0,70	0,50	0,97	1,32	0,70	0,70	0,85	1,08	0,91	1,45	1,36	2,24	
<b>Kiti junginiai</b>	2,75	3,20	1,32	1,75	2,78	3,16	3,53	1,85	3,50	3,75	2,26	1,95	2,93	1,29	2,14	2,63	1,65	1,93	2,04	3,40	1,41	1,73	
<b>Viso identifikuoti, %</b>	94,15	97,64	98,69	96,70	98,37	94,93	93,54	96,24	97,63	98,14	89,51	96,12	96,20	96,06	88,34	98,34	96,09	97,50	97,20	98,95	97,81	95,72	
<b>Monoterpenų angliavandeničiai</b>	89 V	90 V	91 Nz	92 Nz	93 Nz	94 Nz	95 Nz	96 Nz	97 Nz	98 Nz	99 Nz	100 Nz	101 M-N	102 Nz	103 Nz	104 Nz	105 M-N	106 M-N	107 Z	108 Z	109 Z	110 Z	
α-Tujėnas	0,65	1,02	1,50	1,41	0,56	0,92	1,59	1,41	0,90	0,92	0,03	0,10	0,00	0,78	0,43	1,58	1,63	0,38	1,17	1,13	1,14	1,28	
α-Pinėnas	0,25	0,82	0,41	0,53	0,21	0,34	0,62	0,49,	2,15	0,33	0,04	1,65	0,00	0,37	0,13	0,61	0,57	0,16	0,37	0,30	0,50	0,80	

## 2 priedo lentelės tęsinys kitame puslapyje

2 priedo lentelės tęsinys

Cheminių junginių monoterpenų angliavandeniiai	Augavietės numeris																					
	89 V	90 V	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108 Z	109	110
	Nz	Nz	Nz	Nz	Nz	Nz	Nz	Nz	Nz	Nz	Nz	Nz	M-N	Nz	Nz	Nz	M-N	M-N	M-N	Z	Z	Z
Kamifenas	0,03	0,20	0,08	0,17	0,03	0,08	0,32	0,16	0,39	0,00	0,03	0,16	0,04	0,18	0,02	0,07	0,13	0,11	0,14	0,04	0,31	0,91
Mircenas	1,06	1,68	1,59	1,76	1,02	1,31	1,83	1,82	1,13	1,23	2,44	0,54	0,57	1,04	1,74	1,65	2,10	0,00	1,49	1,53	1,49	1,68
α-Terpinenas	1,23	1,53	3,16	2,18	1,40	2,19	2,36	2,06	1,12	2,35	0,04	0,21	0,00	1,26	1,06	2,14	2,48	0,61	2,13	2,70	1,72	2,15
p-Cimenas	9,78	9,23	13,37	13,49	9,47	9,92	9,65	10,75	15,50	20,00	0,48	1,31	0,41	11,51	5,28	14,62	11,13	5,38	7,71	8,53	12,17	10,14
γ-Terpinenas	12,05	17,53	21,20	26,72	17,56	24,15	25,35	20,09	11,96	25,82	0,48	1,57	1,53	12,99	12,72	20,20	26,14	5,85	20,60	23,16	22,58	31,26
Z-β-Ocimenas	0,59	1,63	0,94	0,90	0,75	0,23	0,83	0,77	0,42	0,39	0,08	0,07	0,05	0,24	0,29	0,85	1,16	0,00	0,59	0,79	0,52	0,72
E-β-Ocimenas	0,18	4,60	2,49	0,31	0,12	0,77	0,14	0,16	0,06	0,08	0,00	0,12	0,00	0,09	0,04	0,34	0,17	0,00	0,87	0,57	0,11	0,12
E-β-Iononas	0,26	0,13	0,00	0,06	0,00	0,12	0,00	0,00	0,19	0,16	0,00	0,03	0,04	0,00	0,00	0,14	0,08	0,00	0,00	0,00	0,17	0,07
Limonenas	0,16	0,36	0,25	0,27	0,16	0,23	0,28	0,26	1,89	0,23	1,94	1,14	0,00	0,18	0,09	0,36	0,29	0,26	0,25	0,21	0,23	0,30
<b>Oksidinti monoterpenai</b>																						
Sabineno hidratas	0,39	0,34	0,88	0,42	0,10	0,45	0,20	0,52	0,24	0,37	0,00	0,05	0,00	0,40	0,24	0,32	0,34	0,00	0,51	0,38	0,52	0,56
Linatolis	0,39	0,33	0,88	0,30	0,49	0,52	0,23	0,59	0,26	0,40	0,29	57,75	0,24	7,73	22,94	0,20	0,34	40,37	0,51	0,00	0,37	0,44
Kamparas	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,50	0,00	0,00	0,00	0,15	0,05	0,05	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nerolio oksidas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Borneolis	0,00	0,54	0,39	0,36	0,24	0,27	0,67	0,33	0,30	0,00	0,25	0,17	0,81	0,57	0,39	0,08	0,22	0,44	0,43	0,22	0,83	2,19
Terpinen-4-olis	0,22	0,26	0,38	0,28	0,25	0,33	0,29	0,29	0,25	0,27	0,06	0,04	0,00	0,22	0,11	0,28	0,23	0,44	0,26	0,32	0,34	0,21
α-Terpineolis	0,14	0,76	0,14	0,07	0,07	0,17	0,07	0,07	0,16	0,04	3,33	1,30	0,00	0,11	0,04	0,08	0,05	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00
Dekanalis n	0,00	0,05	0,06	0,04	0,02	0,00	0,00	0,08	0,26	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Geranialis	0,00	0,04	0,41	0,65	1,69	0,00	0,00	0,41	0,12	0,00	1,12	0,38	6,57	1,75	2,15	0,00	0,00	1,32	1,88	1,38	0,00	0,08
Timolio metilo eteris	0,00	0,23	0,18	0,08	0,91	0,36	0,32	1,10	0,00	0,38	0,02	0,00	0,00	0,09	0,08	0,13	0,53	0,53	0,00	1,10	2,21	1,02
Karvokrolio metilo eteris	0,00	5,70	6,32	2,79	3,56	3,97	4,28	3,05	2,78	2,03	0,04	0,58	0,25	1,16	0,64	5,65	9,06	1,88	7,14	4,71	4,09	4,56
Neralis	0,00	0,00	1,02	1,44	3,05	0,00	0,00	0,56	0,12	0,00	2,81	0,90	13,15	4,57	6,61	0,03	0,00	3,87	3,01	2,59	0,00	0,04
Geraniolis	0,00	0,52	2,61	3,37	18,82	0,00	0,17	4,64	0,12	0,83	12,35	4,01	21,63	12,98	14,94	0,44	0,00	6,36	6,36	4,69	0,00	0,31
Metil geranatas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
α-Terpinilio acetatas	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,50	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Timolio acetatas	0,00	0,04	0,18	0,12	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,11
Nerilio acetatas	0,00	0,00	0,12	0,07	1,49	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,62	0,00	1,40	0,33	0,34	0,00	0,00	0,15	0,15	0,00	0,00	0,00
Eukaliptolis	0,07	7,14	0,07	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00
β-Bourbonenas	0,13	0,15	0,19	0,19	0,23	0,00	0,00	0,18	0,27	0,09	0,18	0,29	0,63	0,37	0,24	0,18	0,00	0,16	0,06	0,26	0,25	0,20
β-Kariofilenas	5,87	4,08	7,20	4,96	0,69	5,87	6,26	4,53	5,69	7,14	4,05	4,42	9,12	5,28	5,63	5,04	3,27	3,90	6,02	6,26	6,14	7,69
β-Kopenas	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
α-Humulenas	0,00	0,05	0,04	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04	0,08	0,00	0,02	0,00	0,07	0,00	0,03	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,05

2 priedo lentelės tęsinys kitame puslapyje

2 priedo lentelės tęsinys

Cheminis junginys		Augalviets numeris																			
89 V	90 V	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109 Z	110
		Nz	Nz	Nz	Nz	Nz	Nz	Nz	Nz	Nz	Nz	M-N	Nz	Nz	Nz	M-N	M-N	Z	Z	Z	Z
Seskviterpenų angliavandeniiai																					
E-β- Farnesenas/ Alilo aromadendrenas	0,23	0,17	0,26	0,18	0,00	0,23	0,17	0,28	0,24	0,15	0,00	0,31	0,20	0,20	0,19	0,12	0,00	0,20	0,21	0,21	0,26
γ-Gurjunenas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cis-β-Guajenas	0,67	1,37	2,58	1,23	1,79	0,59	1,34	2,26	1,06	1,55	2,12	2,06	2,24	1,34	1,74	2,28	1,59	1,53	0,00	2,26	2,09
Biektogermakrenas	0,38	0,09	0,28	0,04	0,00	0,11	0,08	0,46	0,00	0,23	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,06	0,00	0,46	0,08
α-Mourlolis	1,04	0,39	0,43	0,19	0,17	0,37	0,34	0,12	0,00	0,26	0,32	0,25	0,50	0,07	0,20	0,23	0,42	0,45	0,81	0,21	0,77
β-Bisabolenas	3,15	2,30	2,99	2,56	2,31	3,38	2,67	1,79	3,21	1,23	2,29	5,27	1,68	2,01	3,40	1,96	2,41	3,29	2,85	4,79	2,66
<b>Oksidinti</b>																					
<b>seskviterpenai</b>																					
Kariofileno oksidas	0,56	0,53	1,16	0,89	0,25	0,39	0,42	0,57	1,71	0,47	0,49	2,35	1,20	1,47	0,65	0,49	0,62	0,99	0,96	0,83	0,70
α-Kadinolas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lanceolis Z	0,24	0,00	0,06	0,05	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,00	0,12	0,19	0,07	0,07	0,04	0,00	0,00	0,09	0,00	0,06	0,00
Epi-α-Mourloenas	0,00	0,00	0,05	0,00	0,08	0,02	0,00	0,48	0,00	0,03	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,04
Selma 3,11-dien-6- α-olis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Germakra- 4(15),5,10(14)-trien- 1-α-olis	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Kiti junginiai</b>																					
δ-Amorfenas	1,00	0,32	0,10	0,16	0,25	0,48	0,31	0,13	0,46	0,33	0,00	0,12	0,11	0,08	0,39	0,00	0,00	0,00	0,26	0,39	0,17
Geranyl butanoatas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,02	0,00	0,11	0,00	0,18	0,06	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1-Okten-3-olis	2,25	2,70	2,07	2,72	1,63	2,54	2,78	2,52	1,13	2,73	1,14	1,85	1,50	1,88	2,65	2,06	1,53	1,49	1,53	1,49	1,68
Okten-3-yl acetatas	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,40	0,05	0,25	0,06	0,08	0,00	0,00	0,08	0,06	0,00	0,00	0,00
<b>Monoterpenų angliavandeniiai</b>	26,24	38,73	44,99	47,80	31,22	40,26	42,97	37,97	31,71	51,51	5,22	2,64	28,64	21,80	42,56	44,88	12,75	35,32	38,96	40,94	49,43
<b>Oksidinti monoterpenai</b>	45,76	46,51	35,50	36,72	58,15	43,30	40,02	41,65	36,48	30,70	81,42	71,96	55,41	64,01	40,84	40,90	75,96	47,36	43,04	40,09	32,24
<b>Seskviterpenų angliavandeniiai</b>	11,50	8,62	13,99	9,35	5,19	10,58	10,91	6,49	12,37	11,19	7,67	17,71	10,27	9,52	10,75	7,93	8,51	11,67	10,39	14,32	13,80
<b>Oksidinti seskviterpenai</b>	0,84	0,53	1,27	0,94	0,33	0,45	0,42	0,57	2,61	0,79	0,55	2,54	1,32	1,54	0,69	0,49	0,62	1,08	0,96	0,95	0,74
<b>Kiti junginiai</b>	3,25	3,02	2,18	2,88	1,95	3,02	3,09	2,67	2,09	3,46	0,30	4,07	1,73	2,12	3,04	2,06	1,61	1,55	1,79	1,88	1,85
<b>Viso identifikuota, %</b>	87,59	97,41	97,93	97,69	96,84	97,61	97,41	89,15	89,26	97,75	95,16	98,92	97,37	98,99	97,88	97,26	99,45	96,78	95,14	98,18	98,06
<b>Monoterpenų angliavandeniiai</b>	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	124	125	126	127	128 P	129	130	131 Pz	
α-Tujenas	1,28	1,40	1,76	1,33	1,45	1,79	1,71	1,59	1,46	0,87	1,75	1,94	1,37	1,94	0,54	1,38	1,25	1,09	1,21	1,23	
α-Pinenas	0,54	0,58	0,52	0,57	0,59	0,59	0,15	0,58	0,64	0,34	0,48	0,00	0,56	0,79	0,25	0,63	0,57	0,43	0,53	0,63	
Kamfėnas	0,27	0,22	0,40	0,27	0,34	0,23	0,00	0,11	0,46	0,00	0,00	0,35	0,18	0,90	0,28	0,61	1,06	0,15	0,33	0,52	

2 priedo lentelės tęsinys kitame puslapyje

## 2 priedo lentelės tęsinys

Cheminis junginys Monoterpenų angliavandenių	Augalvietės numeris																				
	111 Z	112 Z	113 Z	114 Z	115 Z	116 Z	117 Nz	118 Nz	119 Nz	120 Nz	121 Nz	122 Nz	123 Z	124 Z	125 Z	126 Z	127 Z	128 P	129 Z	130 Z	131 Pz
Myrcenas	1,59	1,50	1,20	1,85	1,93	1,81	0,60	1,51	1,32	0,80	1,64	1,23	0,73	1,96	1,78	0,75	1,63	1,46	1,66	1,42	1,64
$\alpha$ -Terpinenas	1,95	1,80	3,05	2,41	2,39	4,08	0,84	2,38	2,26	1,67	3,85	3,13	1,16	2,85	4,85	1,26	2,68	1,28	1,67	1,86	2,30
p-Cimenas	9,19	21,35	11,21	8,37	12,54	14,89	8,54	21,34	22,60	20,16	10,08	20,60	5,07	10,77	11,61	5,73	14,87	15,30	12,82	20,21	11,75
$\gamma$ -Terpinenas	19,78	18,03	15,37	30,64	28,53	42,60	11,96	26,49	27,61	17,53	26,53	18,03	16,20	30,59	29,46	9,76	27,44	0,81	20,50	20,16	26,29
Z- $\beta$ -Ocimenas	0,12	0,72	0,60	0,91	0,54	0,48	0,29	0,79	0,54	0,31	0,54	0,58	0,36	0,77	0,87	0,26	0,69	0,62	1,12	0,36	0,60
E- $\beta$ -Ocimenas	0,12	0,46	0,20	3,49	0,11	0,00	0,00	0,52	0,14	0,04	0,14	0,42	0,00	0,25	0,16	0,00	0,14	0,00	0,37	0,16	2,86
E- $\beta$ -Iononas	0,12	0,00	0,08	0,05	0,00	0,00	0,26	0,08	0,00	0,00	0,14	0,05	0,00	0,00	0,12	0,14	0,03	0,09	0,11	0,00	0,15
Limonenas	0,23	0,25	0,26	0,26	0,27	0,48	0,00	0,28	0,31	0,20	0,25	0,30	0,00	0,39	0,41	0,13	0,29	0,21	0,21	0,21	0,26
<b>Oksidinti monoterpenai</b>																					
Sabineno hidratas	0,55	0,56	0,38	0,27	0,40	0,74	0,64	0,63	0,40	0,55	0,75	0,79	0,00	0,36	0,26	0,49	0,34	0,81	0,68	0,39	0,56
Linalolis	0,28	0,25	0,49	0,30	0,21	0,26	0,42	0,10	0,32	0,19	0,37	0,35	0,00	0,39	0,10	0,34	0,31	0,28	0,27	0,34	0,37
Kamparas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,00	0,00
Nerolio oksidas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Borneolis	0,76	0,52	0,96	0,65	0,88	0,57	0,39	0,21	1,11	0,42	0,27	0,85	0,00	0,29	0,84	0,00	1,44	2,05	0,47	0,72	1,40
Terpinen-4-olis	0,32	0,34	0,34	0,19	0,28	0,34	0,19	0,36	0,33	0,18	0,33	0,45	0,00	0,26	0,11	0,26	0,28	0,27	0,32	0,23	0,19
$\alpha$ -Terpineolis	0,08	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,05	0,22	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,09	0,05	0,06
Dekanalis n	0,08	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,05	0,00	0,09	0,00	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00	0,09	0,06	0,00
Geranialis	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,00	0,00	1,52	0,00	0,18	0,00	0,28	0,00	1,53	1,26	0,00	0,17	0,29	0,00
Timolio metilo eteris	0,11	0,96	3,14	4,14	0,28	0,70	0,00	0,14	0,24	0,16	1,26	1,22	0,00	0,83	0,08	0,51	0,52	5,79	3,60	1,42	1,95
Karvakrolio metilo eteris	9,06	9,17	6,33	4,75	6,28	1,18	3,74	4,86	5,48	3,02	3,35	7,99	5,41	3,51	7,84	6,11	5,53	3,34	5,82	7,65	2,23
Neralis	0,05	0,00	0,06	0,11	0,08	0,00	0,69	0,00	0,32	2,41	0,00	0,09	0,00	1,01	0,00	3,95	1,63	0,00	0,13	0,16	0,00
Geranolis	0,50	0,00	0,21	0,58	0,00	0,00	2,36	0,00	0,35	5,34	0,19	0,74	0,00	4,64	0,00	7,44	3,44	0,00	0,82	1,14	0,00
Nerolis	0,26	0,00	0,18	0,31	0,21	0,00	1,09	0,00	0,48	3,09	0,00	0,43	0,00	1,33	0,07	5,36	2,12	0,00	0,61	0,57	0,00
Bornilo acetatas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Timolis	0,46	3,92	7,78	11,64	1,52	1,18	0,12	0,81	0,84	0,26	5,73	3,53	1,35	5,27	0,08	4,45	1,22	31,00	11,07	4,34	17,20
Karvakrolis	31,12	23,76	21,31	13,53	29,91	12,71	40,36	21,91	18,80	22,42	27,65	14,23	43,37	16,41	10,94	21,91	14,98	7,09	18,95	17,76	8,72
Metil geranatas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$\alpha$ -Terpinilo acetatas	0,02	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,15
Timolio acetatas	0,31	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,08	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00
Nerilo acetatas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,32	0,13	0,00	0,04	0,00	0,00
Eukaliptolis	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Seskviterpenų angliavandenių</b>																					
$\gamma$ -Elemenas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

## 2 priedo lentelės tęsinys kitame puslapyje

## 2 priedo lentelės tęsinys

Cheminis junginys	Augalvietės numeris																											
	111 Z	112 Z	113 Z	114 Z	115 Z	116 Z	117 Nz	118 Nz	119 Nz	120 Nz	121 Nz	122 Nz	123 Z	124 Z	125Z Z	126 Z	127Z Z	128 P	129 Z	130Z Z	131Pz							
<b>Seskviterpenų angliavandenišiai</b>																												
β-Bourbonenas	0,16	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,24	0,11	0,00	0,22	0,00	0,30	0,00	0,14	0,16	0,52	0,24	0,00	0,15	0,22	0,09							
β-Kariofilenas	6,46	3,70	8,84	4,63	3,71	2,45	12,10	4,36	4,58	8,05	5,01	6,80	10,12	4,90	13,66	9,73	5,59	5,37	4,05	6,24	6,73							
α-Humulenas	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,07	0,12	0,04	0,00	0,07	0,00	0,05							
E-β-farnesenas/ Allo	0,22	0,17	0,00	0,14	0,12	0,00	0,45	0,15	0,17	0,30	0,00	0,23	0,00	0,17	0,49	0,34	0,20	0,18	0,15	0,22	0,23							
aromadendrenas																												
γ-Gurjunenas	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
Cis-β-Guajienas	2,16	0,53	2,66	1,39	1,41	1,17	3,15	1,60	1,70	2,09	1,81	2,64	2,83	2,02	2,52	3,06	1,22	1,15	1,52	1,81	2,19							
Bciklogermakrenas	0,12	0,00	0,08	0,07	0,00	0,00	0,38	0,06	0,12	0,08	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,19	0,08	0,11							
α-Mouriolenas	0,54	0,26	0,75	0,38	0,00	0,41	0,85	0,38	0,26	0,61	0,46	1,06	0,00	0,56	1,18	0,65	0,47	0,25	0,27	0,44	0,37							
β-Bisabolenas	5,57	3,43	4,92	3,15	1,84	1,60	4,77	3,68	2,10	3,57	1,93	4,06	5,70	2,54	4,16	6,66	2,60	4,35	4,54	3,59	4,30							
<b>Oksidinti seskviterpenai</b>																												
Kariofileno oksidas	0,82	0,90	0,84	0,35	0,00	0,29	1,41	0,70	0,72	1,01	0,41	1,14	0,00	0,47	0,92	1,72	1,37	0,87	0,87	1,45	0,59							
α-Kadinolas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00							
Lanceolis Z	0,05	0,11	0,10	0,00	0,00	0,00	0,09	0,04	0,00	0,06	0,00	0,08	0,00	0,10	0,07	0,00	0,11	0,00	0,05	0,10	0,00							
Epi-α-Mouriololis	0,06	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,12	0,08	0,00	0,10	0,09	0,02							
Selina 3,11-dien-6- α-olis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
Germakra- 4(15),5,10(14)-trien- 1-α-olis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00							
<b>Kiti junginiai</b>																												
δ-Amorfenas	0,32	0,32	0,55	0,20	0,08	0,54	0,69	0,25	0,37	0,32	0,70	0,19	0,00	0,00	0,40	0,00	0,10	0,26	0,29	0,16	0,38							
Geranyl butanoatas	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00							
1-Okten-3-olis	1,84	1,76	2,12	1,63	3,22	2,26	1,38	2,16	1,89	0,87	2,00	1,82	1,53	2,09	0,72	1,95	2,08	2,89	2,39	2,35	2,67							
Okten-3-yl acetatas	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00							
<b>Monoterpenų angliavandenišiai</b>	35,98	46,31	34,65	50,15	48,69	66,95	23,00	55,67	57,34	41,92	45,40	47,21	23,88	49,69	52,88	19,10	50,39	22,65	40,13	46,45	48,23							
<b>Oksidinti monoterpenai</b>	44,11	39,78	41,18	36,73	40,05	17,68	50,52	29,26	28,77	39,66	40,12	31,07	50,13	34,62	20,62	52,37	33,42	50,71	43,21	35,12	32,83							
<b>Seskviterpenų angliavandenišiai</b>	15,32	9,10	9,76	9,76	7,08	5,64	21,94	10,34	8,93	14,92	9,40	15,09	18,65	10,33	22,24	21,43	10,37	11,30	10,97	12,60	14,09							
<b>Oksidinti seskviterpenai</b>	0,93	1,01	1,02	0,35	0,00	0,29	1,50	0,74	0,72	1,07	0,41	1,34	0,00	0,57	0,99	1,84	1,58	0,87	1,03	1,64	0,61							
<b>Kiti junginiai</b>	2,16	2,08	2,89	2,13	3,30	2,80	2,07	2,41	2,26	1,19	2,70	2,01	1,53	2,09	1,12	1,95	2,27	3,15	2,68	2,51	3,05							
<b>Viso identifiikuota, %</b>	98,50	98,28	89,50	99,12	99,12	93,36	99,03	98,42	98,02	98,76	98,03	96,72	94,19	97,30	97,85	96,69	98,03	88,68	98,02	98,32	98,81							



3 priedo lentelė. *T. pulegioides* augaviečių dirvožemio pH ir cheminė sudėtis.

Auga vietė nr.	Humo sas, %	pH <sub>KC</sub>	K <sub>2</sub> O, mg/kg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , mg/kg	Cheminiai elementai, mg/kg														
					Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Co	S	Si	Ti	Zn	Cl
1	1,6	5,9	109	45	12148	2176	4	8624	11395	710	545	5096	315	3,6	65	442443	687	21	329
2	2,1	7,7	141	66	24557	31273	7	10401	17122	9261	283	5932	223	4,0	125	384828	1384	29	392
3	2,0	5,1	149	24	17467	2976	3	6250	13926	1428	239	5765	210	3,8	91	436974	1180	27	320
4	5,2	7,3	106	58	24557	18947	12	14155	15724	6332	546	7132	506	7,3	374	386214	1742	48	506
5	4,0	7,3	74	137	20147	32945	6	9961	14318	7430	343	7678	463	5,2	234	386001	1077	37	451
6	3,4	7,5	194	143	33153	26703	10	16197	18254	9132	347	5959	458	6,6	253	363295	1756	44	441
7	1,2	6,6	73	69	17031	3181	4	7075	13860	1173	239	5584	243	3,7	30	450223	1220	27	435
8	3,2	7,0	133	71	32178	10405	7	13379	20945	5786	316	5318	337	5,8	221	392989	2004	38	330
9	2,	6,8	102	235	21455	44139	6	10715	15857	12783	350	6722	343	2,0	198	358722	1112	35	446
10	2,2	6,3	100	424	16088	2766	5	5213	12257	803	230	5733	773	1,7	44	441139	517	26	83
11	4,0	6,9	215	81	38652	9196	10	17544	22736	6598	348	5453	434	5,5	302	380454	2170	42	400
12	1,0	8,1	50	58	11450	29829	5	5263	11531	6615	197	5128	128	3,1	73	399043	740	30	333
13	1,2	7,6	79	98	18813	17166	5	9185	14252	4520	324	6939	367	4,2	44	414668	1086	29	303
14	3,5	7,4	106	139	29315	28144	9	13767	18316	11080	362	6235	381	7,7	230	359909	1822	38	463
15	2,1	7,4	75	98	38132	25972	12	18657	22300	13027	369	5055	361	7,3	136	355951	2177	43	349
16	1,9	7,7	97	83	22474	11448	8	8919	16808	5824	218	5064	233	3,1	90	426481	1437	24	359
17	2,2	6,4	157	53	44080	3717	11	18298	25334	5426	480	4911	357	9,1	138	391142	2836	49	150
18	1,7	7,2	122	126	22433	8904	5	8921	16032	3677	312	6740	404	5,2	106	423437	1271	33	384
19	2,0	7,1	81	156	24812	10439	5	9556	17919	4356	289	6469	344	4,4	96	413147	1334	28	374
20	3,5	7,2	86	200	21802	21559	4	9433	15283	6567	349	7507	509	3,2	231	397403	1178	38	335

3 priedo lentelės tęsinys kitame puslapyje

### 3 priedo lentelės tęsinys

Auga vietė nr.	Humu sas, %	pH <sub>KC</sub> i	K <sub>2</sub> O, mg/kg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , mg/kg	Cheminiai elementai, mg/kg														
					Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Co	S	Si	Ti	Zn	Cl
21	2,1	7,6	136	179	27378	41445	11	15293	17093	15052	387	6104	494	8,4	150	354170	1588	45	427
22	2,8	7,6	70	73	19835	36047	7	9640	14890	10975	299	6144	271	5,3	171	370422	1078	35	305
23	1,0	6,2	57	114	22548	3121	5	6598	16965	1134	290	7592	307	3,7	15	435162	1151	29	177
24	2,4	6,1	87	28	34978	4967	7	13507	21380	3099	500	7335	381	3,1	130	406778	2290	37	420
25	2,1	6,9	47	169	41123	19573	13	19144	19467	7773	1090	7737	1876	7,7	657	335417	3606	89	312
26	1,9	7,2	84	358	24492	6171	9	9555	16237	2433	362	5837	592	5,3	88	423530	1306	38	443
27	2,2	6,0	50	61	23347	3673	5	8183	17051	1932	419	5955	386	5,0	97	428082	5,8	36	373
28	1,0	7,6	87	54	16690	29253	5	6165	12552	3400	209	6889	187	2,9	40	409520	3,6	25	201
29	3,5	7,3	86	39	31103	23518	10	15040	15842	5712	527	9114	428	7,9	186	378790	6,4	48	470
30	3,1	6,1	62	256	25778	4358	6	9268	15207	1720	306	7908	602	6,0	143	422842	5,1	36	329
31	2,0	6,6	35	100	14228	8036	3	7021	11779	1766	284	5959	301	0,8	123	440207	5,4	24	357
32	2,0	7,9	64	60	17014	45198	4	7347	14323	8182	246	6077	149	3,7	143	373123	5,0	31	435
33	1,9	6,7	106	321	18840	3504	5	5230	16936	997	225	5304	677	0,73	105	436737	4,2	29	252
34	3,9	7,6	163	186	28422	22692	9	12828	20796	6967	377	5349	540	2,9	292	376059	6,4	41	451
35	3,8	7,5	236	122	35672	20934	12	14263	24645	9519	357	5928	660	4,0	445	360863	7,7	72	360
36	2,5	7,5	176	78	29022	5647	7	11282	21283	3982	333	5878	413	3,5	166	419564	5,9	31	438
37	2,2	7,4	108	39	25853	4991	8	9574	19457	2673	284	5950	245	4,5	156	415088	5,1	45	184
38	2,1	7,8	79	73	18504	24555	5	6945	14729	8425	197	5873	237	1,9	132	389882	4,2	26	218
39	1,4	8,0	79	65	14669	56164	7	6607	12782	11473	239	6239	212	2,8	96	357185	3,4	25	523
40	1,4	8,2	150	73	26787	55934	9	14076	19736	16346	320	4567	226	3,7	99	319382	6,7	35	380

### 3 priedo lentelės tęsinys kitame puslapyje

3 priedo lentelės tęsinys

Auga vietė nr.	Humo sas, %	pH <sub>KC</sub>	K <sub>2</sub> O, mg/kg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , mg/kg	Cheminiai elementai, mg/kg														
					Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Co	S	Si	Ti	Zn	Cl
41	2,6	7,5	44	23	19994	6944	5	5752	15131	2019	320	7669	106	1,8	95	428420	3,4	24	409
42	2,0	8,1	96	37	19195	64606	5	10096	14781	18587	374	6253	189	1,5	152	324502	5,7	34	481
43	2,4	7,7	163	84	15899	34716	4	5478	13959	5489	202	6898	113	2,3	75	396065	3,2	21	367
44	2,3	8,0	110	63	25239	26206	7	10500	18886	8126	293	5982	298	1,9	156	387276	5,7	35	268
45	2,5	7,0	163	22	28328	4426	5	10041	19914	2408	283	6600	306	5,5	148	414022	5,7	37	399
46	3,2	7,6	108	66	26834	13880	7	10685	19289	5092	316	6469	410	2,2	238	396786	4,9	38	559
47	3,3	7,6	136	78	25299	34127	10	12111	18656	10508	268	4798	291	3,6	208	351718	5,4	40	520
48	3,6	7,6	176	73	24233	32550	8	10680	17298	10326	288	6677	325	2,4	256	367363	5,4	37	520
49	1,7	8,0	64	79	15753	47763	5	5998	13969	8571	226	6754	174	3,2	94	371904	3,6	25	254
50	3,7	7,7	63	100	18714	15879	8	6558	13827	4627	199	5937	316	2,2	161	405580	4,3	31	105
51	3,6	7,2	83	52	24150	6466	6	9314	17891	3286	256	5241	256	3,8	177	405747	5,9	33	135
52	3,6	8,0	139	69	25332	32128	5	12012	19587	11688	325	5422	482	3,6	222	347438	8,4	36	247
53	2,4	7,7	129	140	21369	23652	7	8335	15401	8029	283	6058	321	4,4	166	390548	1119	34	310
54	2,8	8,1	69	84	17490	37889	8	7287	13761	9648	233	6695	193	0,4	188	380454	725	27	236
55	3,5	7,2	128	25	30602	7618	7	13227	19030	4737	411	6880	325	4,9	200	397335	1916	44	265
56	3,5	7,1	97	91	26035	6175	10	10146	17943	3634	305	6289	413	0,4	298	407043	1591	42	587
57	3,8	7,9	196	84	31992	47947	13	16540	22722	18841	367	4770	513	3,9	354	308661	2548	46	413
58	1,9	8,0	91	156	20188	41995	5	8734	18987	19095	293	4761	438	3,0	155	346450	2053	27	291
59	3,8	7,7	202	66	28729	41406	14	14922	21612	18140	389	5010	476	0,4	418	310559	2299	46	710
60	1,3	8,3	116	88	20709	45447	8	8621	16984	14640	240	5557	199	2,4	125	356028	1293	26	345

3 priedo lentelės tęsinys kitame puslapyje

### 3 priedo lentelės tęsinys

Auga vietė nr.	Humo sas, %	pH <sub>kc</sub>	K <sub>2</sub> O, mg/kg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , mg/kg	Cheminiai elementai, mg/kg														
					Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Co	S	Si	Ti	Zn	Cl
61	1,3	8,2	168	90	29060	49652	13	15988	20617	18137	305	4427	234	4,8	113	324877	1882	38	292
62	1,7	8,2	137	98	17525	40472	6	7860	14781	6127	251	6695	202	1,9	145	378463	920	30	190
63	2,3	7,9	133	173	30802	44278	12	17626	21476	16495	600	5376	853	7,6	380	316843	2981	52	928
64	3,4	6,7	99	24	28578	6076	7	12492	19851	4280	322	6162	310	5,0	228	396340	2000	32	368
65	1,9	8,1	71	81	19682	57963	194	6824	15226	4107	250	8138	301	1,9	172	346647	472	51	320
66	1,3	8,0	44	98	12122	38172	9	5438	11924	6822	198	5539	182	2,1	148	392224	545	22	217
67	2,6	7,0	57	164	15349	4467	3	5343	11816	1381	150	5358	526	1,00	154	433697	846	27	297
68	4,7	7,3	102	457	24298	25874	8	10630	16755	6293	278	6365	1014	2,0	435	376461	1534	46	376
69	2,9	7,7	94	105	31231	13719	9	13168	21360	6308	391	6510	493	0,4	287	382146	2800	39	413
70	2,4	7,4	114	122	27383	37418	7	12995	21051	12843	333	5241	483	3,0	236	347082	2607	34	434
71	4,4	7,1	202	192	40796	11070	14	21433	23397	6382	411	6289	529	9,8	246	377518	3144	46	244
72	2,4	7,4	120	270	25597	7817	6	10590	17590	3135	392	7074	462	3,6	158	418547	2015	34	385
73	1	8,0	46	89	17071	30532	3	5703	12548	5335	191	6560	219	3,4	443	411355	685	55	529
74	1,9	7,2	60	161	18419	27555	7	6506	14110	3982	240	7394	273	2,7	444	397780	626	33	357
75	2	7,4	101	111	24284	20214	6	11744	15809	4847	323	6027	289	4,7	403	377154	1476	40	327
76	1,8	7,7	62	157	16849	38904	5	7197	13785	4560	221	6564	391	1,4	395	383400	712	33	371
77	3,3	7,7	105	111	21893	38017	9	12571	15074	7953	281	5422	332	5,1	438	358108	1565	35	294
78	4,4	7,3	69	233	21765	15065	9	8723	14408	2882	399	7169	497	0,47	503	398497	906	42	378
79	1,8	7,7	108	216	19650	17470	10	9935	13422	3416	391	7552	449	5,7	322	408103	1339	38	485
80	2,3	7,8	110	110	20782	42975	6	10271	14445	7064	280	5873	255	4,1	329	351796	1242	39	341

### 3 priedo lentelės tęsinys kitame puslapyje

### 3 priedo lentelės tęsinys

Auga vietė nr.	Humo sas, %	pH <sub>KC</sub>	K <sub>2</sub> O, mg/kg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , mg/kg	Cheminiai elementai, mg/kg														
					Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Co	S	Si	Ti	Zn	Cl
81	1,9	7,4	69	104	20080	53962	11	8570	14115	12737	284	7417	221	1,1	164	330797	589	34	497
82	1,8	7,7	70	75	28554	34104	14	22817	17666	17041	1501	5593	919	8,5	470	308704	2384	56	393
83	3,3	7,4	102	90	32692	13079	8	12284	21307	5502	352	7205	591	4,3	406	374080	2482	45	366
84	3,1	7,7	177	140	24344	45027	10	11635	20352	18730	324	4350	494	5,9	344	319678	2115	38	316
85	1,7	7,9	186	89	24006	48484	10	12976	18718	14428	317	4377	263	5,6	196	333256	1718	33	250
86	2,8	7,8	168	123	28757	36762	10	14981	20477	13829	325	4721	412	4,3	278	340389	1925	45	1148
87	2,8	7,4	109	110	22915	10052	8	11407	16085	4736	435	5878	516	4,2	230	401486	1462	42	281
88	2,7	6,2	80	27	29216	5918	7	13340	20294	3080	497	5909	464	6,4	307	389250	3400	49	255
89	2,9	7,7	182	119	37226	36110	11	19325	25290	17226	385	4350	396	2,2	248	331331	2903	44	1172
90	2,7	7,6	179	99	25788	32424	9	12146	18268	10764	279	4960	287	3,6	274	363106	1614	40	427
91	2,3	7,6	149	215	16668	10372	5	8348	12984	3497	302	5453	415	3,0	146	413795	1133	29	168
92	2,6	7,8	243	70	19781	37433	7	9926	13955	8634	309	7498	465	3,2	129	377081	1009	32	404
93	2,3	7,3	97	411	21164	6190	6	8425	14805	2429	377	6406	686	3,5	120	423030	1388	45	299
94	4,4	6,9	87	180	20211	7506	5	8298	14985	2017	378	6298	527	3,0	189	422873	1432	29	201
95	2,4	7,2	93	209	19420	26804	4	7997	14431	4688	249	7854	309	2,7	176	399043	911	33	268
96	2,7	7,5	140	106	26525	19340	8	13123	17719	6221	317	5666	258	6,3	215	373491	1792	37	183
97	2,6	7,8	67	106	19668	31988	4	8911	15857	8168	240	5422	289	1,7	248	371275	1199	38	1863
98	2,6	7,7	114	253	21592	21911	7	10411	15605	6394	260	5607	404	4,7	269	386639	1374	33	470
99	5	7,4	368	313	26867	36441	15	15269	19967	10414	396	3367	2331	4,2	415	331577	2203	69	498
100	2	6,1	64	45	20319	3788	3	6304	15705	1490	201	6776	187	2,1	76	432282	1025	27	142

### 3 priedo lentelės tęsinys kitame puslapyje

### 3 priedo lentelės tęsinys

Auga vietė nr.	Humo sas, %	pH <sub>KC</sub>	K <sub>2</sub> O, mg/kg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , mg/kg	Cheminiai elementai, mg/kg														
					Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Co	S	Si	Ti	Zn	Cl
101	1,9	7,7	156	66	14993	10148	4	4649	15013	2545	168	5837	301	1,0	117	426265	888	20	334
102	1,9	7,7	164	103	48441	53257	20	30803	27362	14977	633	4282	376	8,8	131	278411	3972	64	231
103	5	7,6	174	156	28305	31567	10	14263	19880	9243	384	5846	916	3,4	612	328819	2600	51	213
104	3,7	7,7	213	124	45700	43869	15	26044	25790	15027	502	4363	391	9,6	226	299097	3344	53	355
105	1,4	7,9	95	79	24372	39454	9	11357	18584	10579	336	6573	414	5,0	202	348620	2412	34	291
106	2,4	7,6	87	177	22644	8964	6	10211	17308	3309	263	6347	315	3,3	164	407441	1528	53	195
107	0,9	7,6	86	202	20605	8205	4	8717	14753	2052	232	6496	491	0,9	17	441081	1288	24	129
108	1,2	7,3	70	90	24233	19915	4	8527	17117	4737	296	6113	323	3,8	63	415345	1156	30	253
109	2,5	7,5	148	110	26030	36233	7	11461	17695	6337	295	4888	432	4,4	203	375986	1355	40	524
110	2,7	7,4	196	121	33067	33709	10	14473	19698	7941	337	4182	423	4,4	203	359909	1757	46	350
111	4	7,5	280	137	33505	23438	8	11903	22178	6684	261	6370	575	2,3	337	373896	2307	36	818
112	3,3	7,6	304	116	35138	34617	9	14444	21293	8016	320	4042	578	3,2	345	351718	2279	42	541
113	2,1	7,5	61	130	24886	27897	6	10341	16318	3896	492	5797	614	1,1	174	392606	1248	44	537
114	4,4	7	92	306	27218	15297	6	10341	16874	1687	558	6433	4997	2,1	556	394271	1357	50	471
115	4,6	7,2	80	57	24714	47361	7	12022	15458	7956	400	5200	578	1,4	628	342272	1388	55	370
116	1,6	7,5	105	47	30502	18461	5	11263	18168	3756	329	5010	268	3,8	104	406047	1441	38	205
117	4,6	6,6	350	51	59507	5830	17	25548	26447	6732	392	3440	565	9,7	329	367176	3336	60	346
118	7,2	7,2	111	680	73099	11699	18	33317	31381	9226	512	3055	549	10,8	488	313391	4547	82	286
119	3,7	7,4	356	188	39833	32625	12	19216	21980	9139	356	3136	585	3,9	323	338092	2449	46	315
120	4,2	6,9	115	227	23481	7595	16	8741	15207	2044	289	6000	964	4,0	392	418165	1139	75	316

### 3 priedo lentelės tęsinys kitame puslapyje

### 3 priedo lentelės tęsinys

Auga vietė nr.	Humo sas, %	pH <sub>KC</sub>	K <sub>2</sub> O, mg/kg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , mg/kg	Cheminiai elementai, mg/kg														
					Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Co	S	Si	Ti	Zn	Cl
121	2,7	5,1	40	232	14862	1894	5	4489	11007	627	174	4865	950	0,88	172	449804	633	28	305
122	1,3	7,8	81	177	35633	36365	11	14615	21104	10400	381	4902	567	6,7	176	360481	2318	42	497
123	3,3	7,1	136	78	53338	9297	15	22738	27337	6984	562	6460	508	10,7	110	376643	3477	56	303
124	2,9	7	233	79	25457	12083	5	8377	16651	1890	335	6131	668	2,6	253	418738	856	39	404
125	3,8	7,7	272	91	72269	21894	20	34261	28665	10298	535	4006	478	9,6	211	328612	3999	78	364
126	5,6	6,8	118	126	45017	8750	10	21688	20410	5398	791	5729	778	8,5	488	376826	2364	74	427
127	1,9	7,5	128	177	24807	16398	5	8274	17408	2348	336	5729	513	4,3	125	419564	1055	28	402
128	3,7	7,6	50	54	29884	38147	12	11635	16841	4828	513	8074	618	6,0	380	363181	1078	95	530
129	3,1	7,6	125	75	34397	41793	11	15166	20429	8495	382	4576	464	5,9	270	342072	2059	46	399
130	2,1	7,6	130	75	41763	41035	14	18489	22014	9564	413	4590	389	7,8	163	336270	2337	52	528
131	3,3	7,1	83	105	32481	28648	16	13890	19083	7402	395	3965	574	6,4	371	362081	1916	58	440

4 priedo lentelė. *Thymus pulegioides* skirtingų chemotipų eterinių aliejų cheminė sudėtis, % (C – karvakrolio chemotipas, G – geraniolio chemotipas, αTA – α-terpinilo acetato chemotipas, RI – sulaikymo idenksas, MS – masių spektrometras, Std – analitinis standartas).

Junginiai	Identifikavimo metodas	Chemotipas		
		C	G	αTA
α-Tujenas	RI, MS	1,14	–	–
α-Pinenas	RI, MS, Std	0,54	0,29	–
1-octen-3-olis	RI, MS	1,79	0,61	0,09
α-Terpinenas	RI, MS, Std	2,01	0,02	2,22
p-Cimenas	RI, MS, Std	12,38	0,17	0,02
Limonene	RI, MS, Std	0,40	0,13	0,02
(E)-β-Ocimenas	RI, MS	0,40	0,05	0,06
γ-Terpinenas	RI, MS, Std	15,47	0,49	0,13
Linalolis	RI, MS, Std	6,07	0,71	0,78
Nerolio oksidas	RI, MS	–	0,16	–
Borneolis	RI, MS, Std	0,42	0,82	–
Terpinen-4-olis	RI, MS, Std	0,34	0,17	–
α-Terpineolis	RI, MS	0,09	0,08	14,34
Nerolis	RI, MS, Std	0,47	9,99	0,71
Timolio metilo eteris	RI, MS	0,07	–	–
Neralis	RI, MS,	0,17	7,68	0,59
Karvakrolio metilo eteris	RI, MS	8,06	–	–
<b>Geraniolis</b>	<b>RI, MS, Std</b>	<b>2,31</b>	<b>55,99</b>	<b>3,80</b>
Geranialis	RI, MS,	0,16	3,87	0,38
Timolis	RI, MS, Std	0,29	–	–
<b>Karvakrolis</b>	<b>RI, MS, Std</b>	<b>23,71</b>	0,31	–
<b>α-Terpinilo acetatas</b>	<b>RI, MS, Std</b>	–	0,14	<b>64,22</b>
Nerilo acetatas	RI, MS	0,07	1,75	–
β-Bourboneneas	RI, MS	0,21	0,21	0,11
β-Kariofilenas	RI, MS, Std	6,87	6,67	1,95
α-Humulenas	RI, MS	0,06	–	–
cis-β-Guaienas	RI, MS	1,45	1,21	0,81
β-Bisabolenas	RI, MS	3,36	1,04	1,47
(E)-β-Farnesenas	RI, MS	0,26	0,26	–
(E)-β-Iononas	RI, MS	0,15	–	–
Kariofileno oksidas	RI, MS, Std	1,38	1,77	0,14

4 priedo lentelės tęsinys kitame puslapyje



4 priedo lentelės tęsinys

Junginiai	Chemotipas		
	C	G	$\alpha$ TA
Monoterpenų angliavandeniliai	32,34	1,15	2,45
Oksidinti monoterpenai	42,16	79,58	84,82
Seskviterpenų angliavandeniliai	12,21	9,39	4,34
Oksidinti sekviterpenai	1,38	1,77	0,14
Kiti junginiai	2,01	2,52	0,09
Viso identifikuota	90,10	94,59	91,84