

Aromatinių aminorūgščių įtaka mėtos (*Mentha L.*) genties augalų cheminei sudėčiai

Aloyzas Velička,

Živilė Tarasevičienė,

Honorata Danilčenko

Vytauto Didžiojo universitetas,
Žemės ūkio akademija,
K. Donelaičio g. 58,
44248 Kaunas, Lietuva
El. paštas: aloyzas.velicka@vdu.lt;
zivile.taraseviciene@vdu.lt;
honorata.danilcenko@vdu.lt

Aromatinės aminorūgštys triptofanas, fenilalaninas ir tirozinas yra ne tik baltymų komponentai, bet ir daugelio augaluose esančių, didelės įtakos jų augimui, vystymuisi, dauginimuisi ir apsauginei funkcijai nuo įvairių abiotinių ir biotinių veiksnių turinčių junginių pirmtakai. Didėjant augalinės kilmės cheminių junginių paklausai, atliekama daug mokslinių tyrimų *in vitro* ir *in vivo* siekiant suintensyvinti šių junginių sintezę ar pakeisti jų kokybinę sudėtį augaluose. Tyrimų tikslas – įvertinti aromatinių aminorūgščių įtaką skirtingų veislių *Mentha L.* genties augalų cheminei sudėčiai. Lauko eksperimentas vykdytas 2017–2019 m. Aleksandro Stulginskio universiteto (ASU), nuo 2019 m. – Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos (VDU ŽŪA) bandymų stotyje, kuri yra Ringaudų seniūnijoje, Kauno rajone (koordinatės 54° 53' 08,9" N, 23° 50' 08,02"E). Skirtingų koncentracijų aminorūgščių tirpalų poveikis mėtų cheminei sudėčiai priklausė nuo jų veislės. Purškimas visų aminorūgščių tirpalais iš esmės didino sausųjų medžiagų, ląstelienos ir pelenų kiekį *M. spicata* 'Crispa' veislės mėtose. Teigiamas aromatinių aminorūgščių poveikis baltymų kiekiui nustatytas tik *M. piperita* 'Granada' veislės mėtose, purkštose 200 mg l⁻¹ koncentracijos tirozino tirpalu, baltymų kiekis šios veislės mėtose 1,41 karto padidėjo, palyginti su nepurkštais augalais. Fotosintetinių pigmentų sintezės intensyvumą lėmė naudoti aminorūgščių tirpalai ir mėtų veislė.

Raktažodžiai: fenilalaninas, triptofanas, tirozinas, fotosintetiniai pigmentai, *Mentha*

ĮVADAS

Aromatinės aminorūgštys fenilalaninas, triptofanas ir tirozinas yra ne tik antrinių metabolitų pirmtakai, bet turi įtakos ir pirminiam augalo metabolizmui. Keletas atliktų tyrimų parodė, kad aminorūgštys gali tiesiogiai ar netiesiogiai veikti augalų fiziologinius procesus ir lemti chlorofilo sintezę juose (Awad et al., 2007; Al-Said, Kamal, 2008). Laisvųjų aminorūgščių ir biostimuliantų aminorūgščių pagrindu įtaką baltymų kiekiui augaluose tyrė A. S. H. Gendy'as ir W. S. Nosiras (2016) nustatė, kad purškimas 150 ir 300 mg l⁻¹ koncentracijos fenilalanino ir 50 bei 100 mg l⁻¹ koncentracijos triptofano tirpalais iš esmės padidino baltymų kiekį jamaikinės kinrozės (*Hibiscus sabdariffa L.*) augaluose, palyginti su nepurkštais. A. A. Ghoname'o ir kt. (2010) tyrimų rezultatai patvirtina, kad purški-

mas triptofano tirpalais turi teigiamos įtakos baltymų kiekiui, tačiau autoriai teigia, kad arginino ir glutationo tirpalai lemia iš esmės didesnę baltymų kiekį paprikų vaisiuose (*Capsicum annum L.*), palyginti su nepurkštais augalais. Aminorūgščių tirpalų teigiamą poveikį baltymų kiekiui įvairiuose augaluose nustatė A. M. R. Abdel-Mawgoudas ir kt. (2011), S. H. Mirtalebas ir kt. (2021). Šių mokslininkų atlikti tyrimai rodo, kad tokie preparatai turi įtakos baltymų kiekiui daržinėse pupelėse (*Phaseolus vulgaris L.*) ir ryžiuose (*Oryza sativa L.*) (Abdel-Mawgoud et al., 2011; Mirtaleb et al., 2021). Teigiamas aminorūgščių poveikis nustatytas ir pelenų kiekiui augaluose bei skirtingose jų dalyse. Y. Jiao'as ir kt. (2018) teigia, kad purškimas fenilalaninu reikšmingai padidino mineralinių medžiagų – Cu, Fe ir Mn – kiekį pilkosios tuopos (*Populus cenerescens L.*) šaknyse, o K ir Mn – lapuose. M. Alfosea-Simonas

ir kt. (2020) įrodė, kad purškimas tirozinu, lizinu ir metioninu lėmė mažesnę makro- ir mikroelementų kiekį pomidorų vaisiuose. Mokslininkų atliktų tyrimų su skirtingais augalais rezultatai rodo, kad aminorūgštys teigiamai veikia fotosintetinių pigmentų kaupimąsi juose. S. M. N. Miladas (1998) nustatė, kad triptofanas lemia didesnę chlorofilo a ir b kiekį šaltmėtėse (sinonimas *M. viridis*), miškinėse mėtose (*M. longifolia*) ir laukiniuose bazilikuose (*Ocimum canum* L.). I. M. Talaatas ir kt. (2014) teigia, kad purškimas 50, 100 ir 200 mg l⁻¹ koncentracijos tirozino ir fenilalanino tirpalais iš esmės didino chlorofilo a ir b kiekį amžių (*Ammi visnaga* L.) augaluose. Mokslininkai mano, kad šių aminorūgščių teigiamas poveikis chlorofilams galimai susijęs su teigiamu tirozino ir fenilalanino įtaka chlorofilų sintezei, kad šios aromatinės aminorūgštys stabdo jų skilimą. Fenilalanino teigiamą poveikį chlorofilo sintezei miškinėse mėtose *in vitro* nustatė ir M. R. El-Shennawy'as su kolegomis (2017). Atliktų tyrimų rezultatai rodo, kad apdorojus fenilalaninu chlorofilo kiekis miškinės mėtos kaliuje, palyginti su nepapdorotais augalais, po 60 dienų padidėjo 64,09 %, 100 dienų – 90,56 %, o 60 dienų ūgliuose – 51,40 %. M. R. El-Shennawy'o ir kt. (2017) teigimu, fenilalanino poveikis chlorofilų sintezei pasireiškia galimai todėl, kad ši aminorūgštis yra svarbi azoto įsisavinimui augaluose, o pastarasis makroelementas yra svarbus chlorofilo sintezei. K. Aghaeia'as ir kt. (2019) nustatė, kad organinių trąšų naudojimas kartu su fenilalaninu skatina fotosintetinių pigmentų sintezę vaistiniuose isopuose (*Hyssopus officinalis* L.). Triptofano stimuliuojamasis poveikis, priklausomai nuo naudojamos tirpalo koncentracijos, aiškinamas tuo, kad ši aminorūgštis yra svarbi sukcinilo koenzimo A (sukcinilo CoA) ir aminoetano rūgšties (glicino) sintezei, iš kurių molekulių sintetinamas chlorofilas (Rahmatzadeh et al., 2014). M. R. El-Shennawy'as ir J. A. Teixeira da Silva (2013) ištyrė tirozino įtaką fotosintetinių pigmentų kiekiui valgomųjų burokėlių (*Beta vulgaris* L. subsp. *cycla*) lapuose. Tyrimų rezultatai parodė, kad purškimas 100, 200 ir 400 mg l⁻¹ koncentracijų tirozino tirpalais padidino chlorofilo a kiekį juose atitinkamai 1,12–1,29 karto, o chlorofilo b – 1,06–1,22 karto, priklausomai nuo tirozino koncentracijos, palyginti su nepuršktais augalais. Mokslininkai teigia, kad tirozino teigiamas poveikis fotosintetinių pigmentų kiekiui galimai susijęs su šios aminorūgšties įtaka azoto sintezei. Egipte atliktų tyrimų rezultatai atskleidė, kad mil-

tuotojo šalavijo (*Salvia farinacea* L.) purškimas 50 ir 100 mg l⁻¹ koncentracijų tirozino tirpalais lėmė 0,07–0,18 % didesnę azoto, 6–11 % – chlorofilo a ir 12,5–20,83 % – chlorofilo b kiekį, palyginti su nepuršktais augalais (Abd El-Aziz, Balbaa, 2007). Tirozinas ir fenilalaninas turi įtakos ne tik chlorofilo, tačiau ir kitų fotosintetinių pigmentų – karotenoidų kiekiui augaluose (Hassanein, 2003; Abou Dahab, Abd El-Aziz, 2006; Talaat et al., 2014). Aminorūgščių teigiamą įtaką fotosintetinių pigmentų sintezei augaluose nustatė ir kiti mokslininkai. M. R. El-Shennawy'as su bendraautorais (2013) įrodė tirozino teigiamą poveikį karotenoidų sintezei burokėlių (*Beta vulgaris* L.) lapuose. Panašius rezultatus skelbia ir N. G. Abdelis su kolegomis (2010), kurie tirozino teigiamą poveikį nustatė ne tik chlorofilo, tačiau ir karotenoidų kiekiui rytinėse tujose (*Thuja orientalis* L.). Nėra atlikta pakankamai tyrimų, kaip skatinti mėtų (*Mentha* L.) pirminių ir antrinių metabolitų bei pagrindinių cheminės sudėties komponentų sintezę šiuos augalus auginant lauko sąlygomis. Tyrimų tikslas – įvertinti aromatinių aminorūgščių įtaką skirtingų veislių *Mentha* L. genties augalų cheminei sudėčiai.

TYRIMŲ METODAI IR SĄLYGOS

Lauko eksperimentas vykdytas 2017–2019 m. ASU, nuo 2019 m. – VDU ŽŪA bandymų stotyje, kuri yra Ringaudų seniūnijoje, Kauno rajone (koordinatės 54° 53' 08,9" N, 23° 50' 08,02"E). Bandymų stotyje esantis dirvožemis yra susidaręs iš dugninės morenos (dugninių ledinių darinių), padengtos limnoglacialinėmis nuosėdomis. Dugninės morenos smulkžemio granulimetrinėje sudėtyje vyrauja priemolis ir smėlingas priemolis. Eksperimento lauko dirvožemis buvo giliau glėjiškas pasotintasis palvažemis (*PLb-g4 Endohipogleyic-Eutric Planasol – Ple-gln-w*, pagal FAO), vidutinio sunkumo priemolis ant smėlingo lengvo priemolio.

Dviejų veiksnių eksperimentas įrengtas 2017 m., eksperimente laukeliai išdėstyti laukelių skaidymo tvarka keturiais pakartojimais.

Eksperimento variantai:

A veiksnys: rūšis ir veislė

A1 – *Mentha spicata* 'Moroccan';

A2 – *Mentha spicata* 'Crispa';

- A3 – *Mentha piperita* ‘Granada’;
 A4 – *Mentha piperita* ‘Swiss’;
 A5 – *Mentha piperita* ‘Multimentha’.

B veiksnys: aminorūgščių tirpalas

- B1 – Kontrolė (nepurkšta);
 B2 – Kontrolė (vanduo);
 B3 – Fenilalaninas 100 mg l⁻¹;
 B4 – Fenilalaninas 200 mg l⁻¹;
 B5 – Triptofanas 100 mg l⁻¹;
 B6 – Triptofanas 200 mg l⁻¹;
 B7 – Tirozinas 100 mg l⁻¹;
 B8 – Tirozinas 200 mg l⁻¹.

Pradinis lauko plotas – 1 600 m², apskaitinis lauko plotas – 640 m². Rudenį dirva buvo giliai suarta. Pavasarį eksperimentinis laukas kultivuotas du kartus, po kultivavimo išlygintas ir supurentas germinatoriumi. Mėtų šakniastiebiai sodinti 2017 m. gegužės 2–3 d. kas 30 cm po 26 augalus į 4 m² pagal B. M. Lawrence'ą (2006). Kiekvienais metais tarpueiliai prieš vegetacijos pradžią purenti purentuvu. Auginamų mėtų lauke piktžolės naikintos mechaniniu ir rankiniu būdais. Tręšimai nebuvo vykdyti. Skirtingų koncentracijų aromatinių aminorūgščių tirpalais mėtų augalai buvo purškiami vegetacijos laikotarpiu, naudotų tirpalų norma – 450 l ha⁻¹. Preparatas „Tween 20“ buvo naudojamas kaip surfaktantas (padedantis preparatui prisitvirtinti prie augalo lapo paviršiaus). Augalai buvo pradedami purkšti 21 BBCH tarpsniu ir purškiami tris kartus kas 15 dienų. Derlius buvo nuimtas praėjus 15 dienų po paskutiniojo purškimo 65 BBCH mėtų išsivystymo tarpsniu pagal H. Hacką ir kt. (1992). Nuėmus derlių cheminėms analizėms iš kiekvieno pakartojimo buvo sudaromi 100–200 g ėminiai. Kai kurie mėtų cheminės sudėties komponentai nustatyti šviežioje medžiagoje (sausųjų medžiagų, chlorofilo a ir b bei karotenoidų kiekiai), dalis – džiovintoje (baltymų, ląstelienos ir pelenų kiekiai). Mėtos buvo džiovintos džiovintimo spintoje (Termaks TS-8265, Norvegija) 30 °C temperatūroje 24 val.

Įvertintos šios dirvožemio agrocheminės savybės:

- dirvožemio pH 1N KCl ištraukoje nustatytas potenciometriniu metodu (LST ISO 10390:2005);
- mineralinio azoto kiekis mg kg⁻¹ buvo apskaičiuotas kaip nitratinio, nitritinio ir amoniakinio azoto suma (LST ISO 14265-2:2005);

- judriojo fosforo (P₂O₅) ir judriojo kalio (K₂O) kiekiai mg kg⁻¹ nustatyti pagal Egnerio-Rimo-Domingo (A-L) metodą;

- humuso kiekis % nustatytas įvertinus organinės ir bendrosios anglies kiekius mėginyje po sauso deginimo (LST ISO 10694:1995).

Nustatyti šie mėtų cheminės sudėties komponentai:

- sausųjų medžiagų kiekis % – 5,000 g tiriamosios žaliavos džiovinant iki pastovios masės 105 °C temperatūroje (LST ISO 751:2000);

- žalių pelenų kiekis % – 3,000 g tiriamosios medžiagos deginant 3,5 val. mufelinėje krosnyje (Nabertherm, Vokietija) 550 °C iki kol pelenai bus baltos, šviesiai pilkos spalvos (Methodenbuch – VDLUFA, 1983–1999);

- žalių baltymų kiekis % – Kjeldalio metodu (LST1523: 1998);

- žalios ląstelienos kiekis % – Henebergo-Štomano metodu. 1,0000 g tiriamosios žaliavos suberta į 800 ml Bekerio kolbą ir užpilta 100 ml 1,27 % H₂SO₄. Virimas truko 30 min. ant Bekerio kolbos uždėjus aušintuvą. Nufiltruota tiriamoji žaliava kartu su filtru įdėta atgal į Bekerio kolbą, užpilta 100 ml 1,29 % KOH ir virta 30 min, kolbos turinys filtruotas. Filtras džiovintas 95 °C temperatūroje 12 val., pasvertas ir degintas 3 val. 480 ++°C temperatūroje mufelinėje krosnyje (Nabertherm, Vokietija) (Methodenbuch – VDLUFA, 1983–1999);

- chlorofilo a ir b bei karotenoidų kiekiai mg g⁻¹ – 0,400 g mėginį homogenizavus ir 15 min. ekstrahavus su acetonu magnetinėje purtyklėje esant 700 aps./min. Ekstrakcija kartota du kartus (Straumite et al., 2015). Su dviejų spindulių UV-Vis spektrofotometru (Spectro UV-VIS dualbeam UVS-2800, JAV) matuotas ekstraktų optinis tankis esant 662, 645 ir 470 nm bangos ilgiams, chlorofilų ir karotenoidų kiekis apskaičiuotas pagal A. R. Wellburną (1994).

METEOROLOGINĖS SĄLYGOS IR DIRVOŽEMIO AGROCHEMINĖS SAVYBĖS

Temperatūros ir drėgmės sąlygoms įvertinti augalų vegetacijos periodu buvo naudojamas devynių reikšmių Sielianinovo hidroterminis koeficientas, remiantis B. Skowera ir J. Pula (2004): $k \leq 0,4$ – ekstremali sausra, $0,4 < k \leq 0,7$ – labai sausa, $0,7 < k \leq 1,0$ – sausa, $1,0 < k \leq 1,3$ – sausringa,

$1,3 < k \leq 1,6$ – optimalu, $1,6 < k \leq 2,0$ – pusiau drėgna, $2,0 < k \leq 2,5$ – drėgna, $2,5 < k \leq 3,0$ – didelė drėgmė, $k > 3,0$ – ekstremali drėgmė (1 lentelė).

2017 metai. Gegužės mėn. sodinant mėtus buvo neįprastai sausa, kritulių, palyginti su ilgalaikiu vidurkiu, iškrito 51,2 mm mažiau. Birželis, liepa ir rugpjūtis taip pat buvo sausesni, palyginti su ilgalaikiu

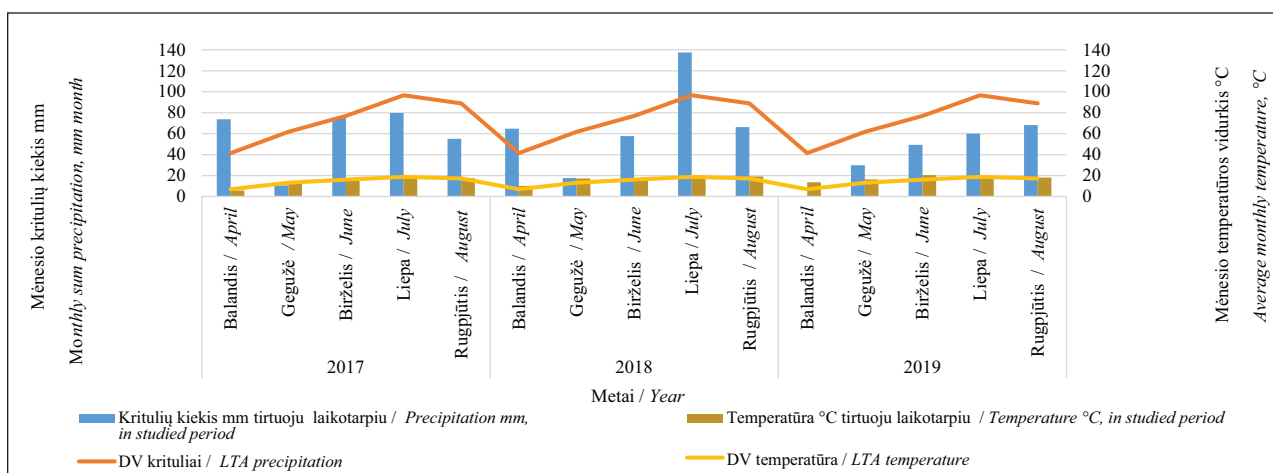
kritulių vidurkiu. Temperatūra vegetacijos metu buvo šiek tiek žemesnė nei vidutinė daugiametė. Augalai pradėjo žydėti rugpjūčio mėn. (1 pav.).

2018 metai. Visas 2018 m. vegetacinis periodas buvo šiltesnis nei įprastai. Kritulių pasiskirstymas labai skyrėsi. Gegužė buvo sausa, kritulių iškrito 44,1 mm mažiau nei įprasta, tačiau liepa

1 lentelė. Selianinovo hidroterminis koeficientas mėtų vegetacijos laikotarpiu, 2017–2019 m.

Table 1. Selianinov hydrothermal coefficient during mint's vegetation period, 2017–2019

| Metai Year | Mėnuo Month | Selianinovo hidroterminis koeficientas Hydrothermal coefficient of Sielianinov | Skirstymas pagal mėnesį Classification by the month |
|---------------|--------------------|---|--|
| 2017 | Balandis / April | 15,1 | Ekstremali drėgmė / Extremely wet |
| | Gegužė / May | 0,3 | Ekstremali sausa / Extremely dry |
| | Birželis / June | 1,6 | Pusiau drėgna / Quite wet |
| | Liepa / July | 1,5 | Optimalu / Optimal |
| | Rugpjūtis / August | 1,0 | Sausringa / Quite dry |
| 2018 | Balandis / April | 2,9 | Didelė drėgmė / Very wet |
| | Gegužė / May | 0,4 | Ekstremali sausa Extremely dry |
| | Birželis / June | 1,1 | Sausringa / Quite dry |
| | Liepa / July | 2,2 | Drėgna / Wet |
| | Rugpjūtis / August | 1,1 | Sausringa / Quite dry |
| 2019 | Balandis / April | 0,0 | Ekstremali sausa / Extremely dry |
| | Gegužė / May | 1,1 | Sausringa / Quite dry |
| | Birželis / June | 0,8 | Sausa / Dry |
| | Liepa / July | 1,1 | Sausringa / Quite dry |
| | Rugpjūtis / August | 1,2 | Sausringa / Quite dry |



1 pav. Meteorologinės sąlygos mėtų vegetacijos laikotarpiu 2017–2019 m. (Kauno (Noreikiškių) meteorologijos stotis)
Fig. 1. Climatic conditions during mint's vegetation period in 2017–2019 (Kaunas (Noreikiškės) Meteorological Station)
Pastaba: DV – daugiametis 39 metų vidurkis (1974–2013).

Note. LTA is long-term average, data for 39 years (1974–2013).

ir rugpjūtis buvo pernelyg drėgni, palyginti su ilgalaikiu kritulių vidurkiu. Mėtos pradėjo žydėti kiek anksčiau nei įprasta – liepos mėn. pabaigoje. Tai galėjo lemti kritulių trūkumas gegužės ir birželio mėnesiais (1 pav.).

2019 metai. Augalų vegetacijos pradžia 2019 m. išsiskyrė dideliu drėgmės kiekiu, kiti mėnesiai buvo neįprastai sausringi. Vertinant temperatūrą, balandis, gegužė ir birželis buvo šiltesni, o liepa šiek tiek vėsesnė, palyginti su ilgalaikiu temperatūros vidurkiu. Mėtų žydėjimas, kaip ir 2018 m., prasidėjo liepos mėn. gale (1 pav.).

Dirvožemio agrocheminių savybių vertinimas atliktas remiantis G. Staugaičiu ir Z. J. Vaišvila (2019). Eksperimentinio lauko dirvožemis, kuriame augintos mėtos, buvo neutralios ir truputį šarminės reakcijos, vidutinio kalingumo, didelio fosforingumo su mažu mineralinio azoto ir vidutiniu humuso kiekiais. Dirvožemio agrocheminės savybės pateiktos 2 lentelėje.

TYRIMŲ DUOMENŲ MATEMATINIS STATISTINIS ĮVERTINIMAS

Duomenys statistiškai įvertinti naudojant vieno veiksnio dispersinės analizės (ANOVA) metodą

iš programinės įrangos paketo STATISTIKA (Statistica12; StatSoft, Inc., Tulsa, OK, JAV). Atlikus dispersinę analizę (ANOVA) sąveika tarp metų nebuvo nustatyta, todėl rezultatai pateikiami kaip trejų metų (2017–2019) aritmetiniai vidurkiai. Statistinis skirtumų tarp vidurkių reikšmingumas įvertintas Tukey's HSD testu ($p < 0,05$). Priklausomumams tarp kintamųjų įvertinti apskaičiuotas Pirsono koreliacijos koeficientas ($p < 0,05$).

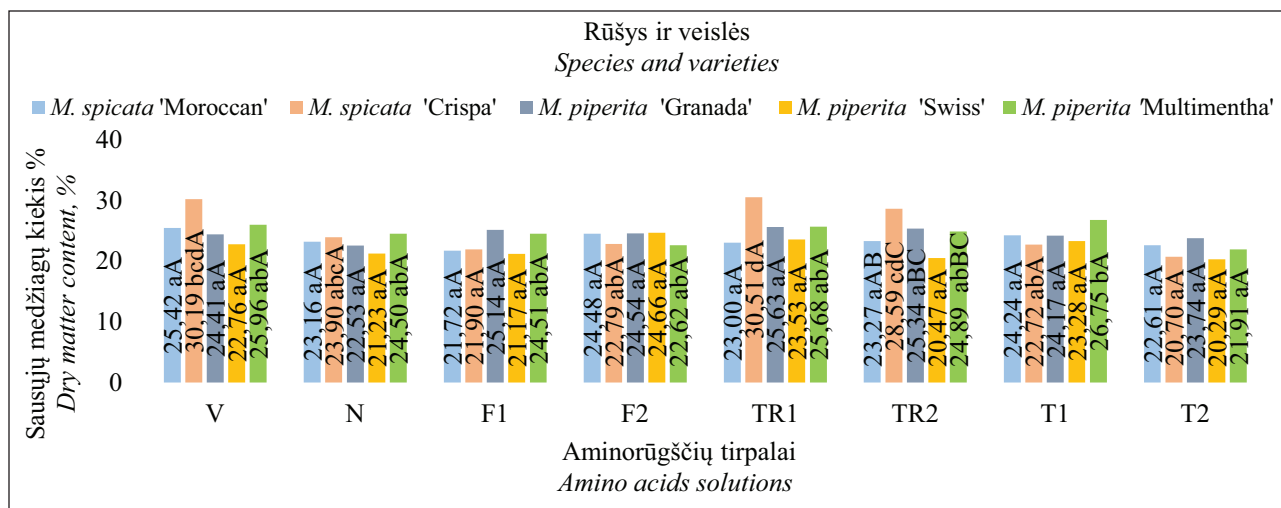
REZULTATAI IR DISKUSIJA

Sausosios medžiagos yra vienas svarbiausių augalinių žaliavų kokybės rodiklių, jos lieka iš augalinės žaliavos pašalinus vandenį. Šių medžiagų kiekis augaluose priklauso nuo daugelio veiksnių: augalo rūšies, klimatinių sąlygų, dirvožemio ir tręšimo. Vertinant aromatinių aminorūgščių įtaką sausųjų medžiagų kiekiui nustatyta, kad naudojant 100 mg l^{-1} koncentracijos triptofano tirpalą jų kiekis *M. spicata* 'Crispa' veislės mėtose iš esmės padidėjo, palyginti su nepurkštais augalais, 6,61 % (2 pav.). Naudotų aminorūgščių tirpalų įtaka sausųjų medžiagų kiekiui kitų veislių mėtose nenustatyta. Vertinant veislės įtaką taip pat nenustatytas esminis sausųjų medžiagų kiekio skirtumas

2 lentelė. Dirvožemio agrocheminės savybės

Table 2. Soil agrochemical properties

| Metai Year | Rodiklis Index | Agrocheminių rodiklių reikšmės Agrochemical indicator values | Rodiklių įvertinimas Evaluation of indicators |
|---------------|---|---|--|
| 2017 | Humusas % / Humus, % | 2,28 | Vidutinis / Average |
| | pH | 7,2 | Neutralus / Neutral |
| | Mineralinis azotas mg kg^{-1} Mineral nitrogen, mg kg^{-1} | 5,75 | Mažas / Small |
| | P_2O_5 mg kg^{-1} | 249 | Didelis / Large |
| | K_2O mg kg^{-1} | 141 | Vidutinis / Average |
| 2018 | pH | 7,7 | Truputį šarminis Slightly alkaline |
| | Mineralinis azotas mg kg^{-1} Mineral nitrogen, mg kg^{-1} | 7,24 | Mažas / Small |
| | P_2O_5 mg kg^{-1} | 260 | Didelis / Large |
| | K_2O mg kg^{-1} | 130 | Vidutinis / Average |
| 2019 | pH | 7,4 | Truputį šarminis Slightly alkaline |
| | Mineralinis azotas mg kg^{-1} Mineral nitrogen, mg kg^{-1} | 8,76 | Mažas / Small |
| | P_2O_5 mg kg^{-1} | 254 | Didelis / Large |
| | K_2O mg kg^{-1} | 148 | Vidutinis / Average |



2 pav. Sausųjų medžiagų kiekis skirtingų veislių mėtose, purkštose aminorūgščių tirpalais (%), 2017–2019 m. vidurkis

Fig. 2. Dry matter content in different varieties of mints sprayed with amino acids, (%) average 2017–2019

Pastaba: vidurkiai ± standartiniai nuokrypiai, pažymėti skirtingomis didžiosiomis raidėmis (A, B, C...), tarp veislių yra reikšmingai skirtingi, kai $p < 0,05$; vidurkiai ± standartinės paklaidos, pažymėtos skirtingomis mažosiomis raidėmis (a, b, c...), tarp purškimų yra reikšmingai skirtingi, kai $p < 0,05$. V – vanduo, N – nepurkšta, F1 – fenilalaninas 100 mg l⁻¹, F2 – fenilalaninas 200 mg l⁻¹, Tr1 – triptofanas 100 mg l⁻¹, Tr2 – triptofanas 100 mg l⁻¹, T1 – tirozinas 100 mg l⁻¹, T2 – tirozinas 200 mg l⁻¹.

Note. Means ± standard deviations marked with different upper letters (A, B, C...) between cultivars are significantly different at $p < 0.05$; Means ± standard deviations marked with different lower letters (a, b, c...) between spraying are significantly different at $p < 0.05$. V, water; N, not sprayed; F1, phenylalanine 100 mg l⁻¹; F2, phenylalanine 200 mg l⁻¹; Tr1, tryptophan 100 mg l⁻¹; Tr2, tryptophan 100 mg l⁻¹; T1, tyrosine 100 mg l⁻¹; T2, tyrosine 200 mg l⁻¹.

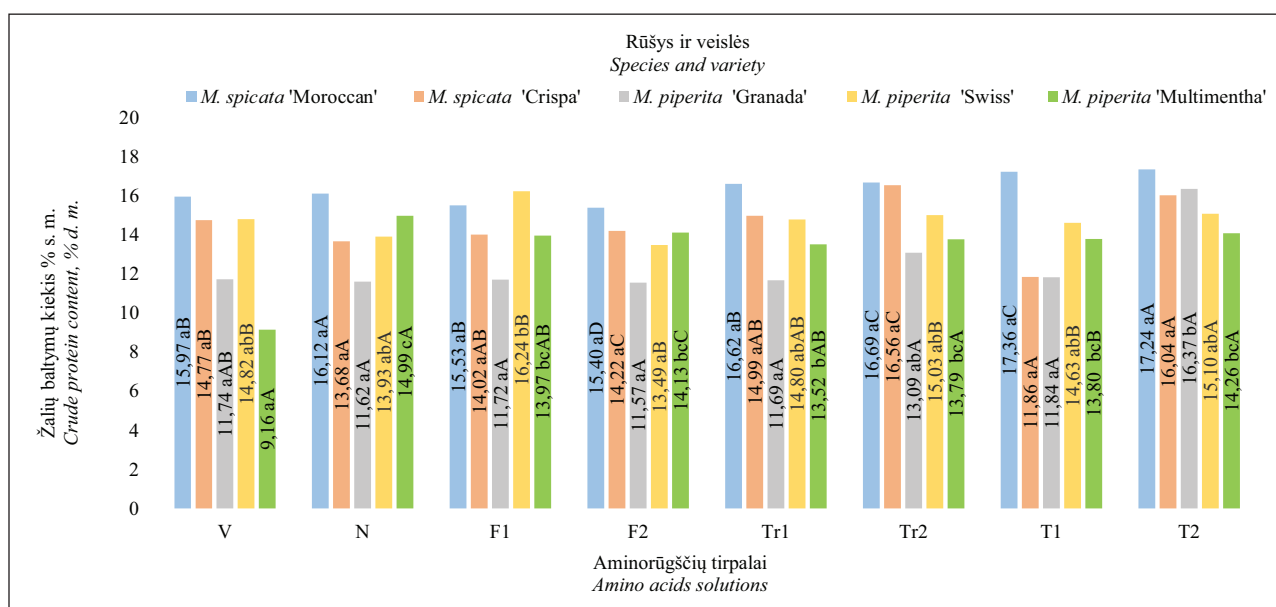
nepurkštose įvairių veislių mėtose. S. Khano ir kt. (2019) atliktų tyrimų rezultatai parodė, kad triptofanas lėmė didesnę sausųjų medžiagų kiekį sėjamosiose salotose (*Lactuca sativa* L.).

Baltymai yra vienas iš pagrindinių augalų ląstelių struktūrinių elementų, kurių pagrindą sudaro aminorūgštys. Mokslininkai teigia, kad aminorūgštys yra baltymų sintezės pagrindas, jie susidaro ribosomoms katalizuojant aminorūgščių polimerizaciją (Nahed et al., 2007). E. Uribe ir kt. (2016) nustatė, kad baltymų kiekis *M. piperita* mėtose buvo 3,44 g 100 g⁻¹ (n. m.). Mūsų eksperimente iš trejų metų vidutinių tyrimų duomenų nustatyta, kad *M. spicata* 'Moroccan', *M. spicata* 'Crispa', *M. piperita* 'Swiss' ir *M. piperita* 'Multimentha' purškimas aminorūgštimis neturėjo esminės įtakos baltymų kiekiui jose, palyginti su nepurkštais augalais (3 pav.).

Nustatyta 200 mg l⁻¹ koncentracijos fenilalanino tirpalo neigiama įtaka žalių baltymų kiekiui *M. piperita* 'Swiss' veislės mėtose. Lyginant su mažesnės koncentracijos tirpalu, šios aromatinės aminorūgštis žalių baltymų kiekis skyrėsi 1,20

karto. *M. piperita* 'Multimentha' veislės augaluose 100 mg l⁻¹ koncentracijos triptofano tirpalas lėmė iš esmės mažesnę žalių baltymų kiekį, palyginti su nepurkštais augalais. *M. piperita* 'Granada' veislės mėtose, tik purkštose 200 mg l⁻¹ koncentracijos tirozino tirpalu, baltymų kiekis padidėjo 1,41 karto, palyginti su nepurkštais augalais. Vertinant veislės įtaką baltymų kaupimuisi skirtingų veislių mėtose esminiai skirtumai nenustatyti, tačiau didžiausias šių junginių kiekis buvo *M. spicata* 'Moroccan', o mažiausias – *M. piperita* 'Granada' veislės mėtose, atitinkamai skirtumas sudarė 4,5 procentinius vienetus (3 pav.).

Pagrindiniai augalų ląstelių komponentai yra celiuliozė, hemiceliuliozė, pektinas, ligninas ir kt. Ląsteliene – tai augalinis pluoštas, kuris yra ne tik augalų ląstelių struktūros dalis, bet ir ląstelių apsauginė medžiaga. Didesnis ląstelių kiekis augaluose gali apsunkinti biologiškai aktyvių medžiagų išskyrimą. E. Uribe ir kt. (2016) nustatė, kad ląstelių kiekis *M. piperita* mėtose yra 2,74 g 100 g⁻¹ (n. m.). Nustačius ląstelių kiekį skirtingų veislių mėtose pastebėta, kad



3 pav. Žalių baltymų kiekis skirtingų veislių mėtose, purkštose aminorūgščių tirpalais, % (s. m.), 2017–2019 m. vidurkis

Fig. 3. Crude protein content in different varieties of mints sprayed with amino acids, % (d. m.) average 2017–2019

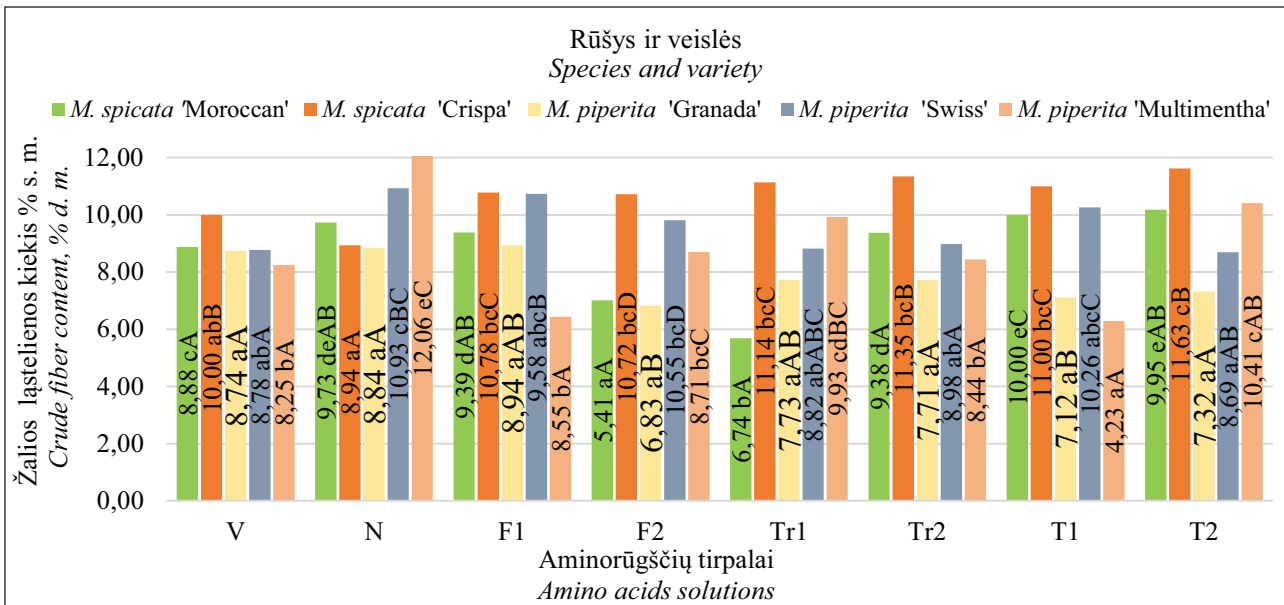
Pastaba: vidurkiai, pažymėti skirtingomis didžiosiomis raidėmis (A, B, C...), tarp veislių yra reikšmingai skirtingi, kai $p < 0,05$; vidurkiai, pažymėti skirtingomis mažosiomis raidėmis (a, b, c...), tarp purškimų yra reikšmingai skirtingi, kai $p < 0,05$. V – vanduo, N – nepurkšta, F1 – fenilalaninas 100 mg l⁻¹, F2 – fenilalaninas 200 mg l⁻¹, Tr1 – triptofanas 100 mg l⁻¹, Tr2 – triptofanas 100 mg l⁻¹, T1 – tirozinas 100 mg l⁻¹, T2 – tirozinas 200 mg l⁻¹.

Note. Means marked with different upper letters (A, B, C...) between cultivars are significantly different at $p < 0.05$; Means marked with different lower letters (a, b, c...) between spraying are significantly different at $p < 0.05$. V, water; N, not sprayed; F1, phenylalanine 100 mg l⁻¹; F2, phenylalanine 200 mg l⁻¹; Tr1, tryptophan 100 mg l⁻¹; Tr2, tryptophan 100 mg l⁻¹; T1, tyrosine 100 mg l⁻¹; T2, tyrosine 200 mg l⁻¹.

aminorūgštys daro ne tik teigiamą, tačiau ir neigiamą įtaką šių junginių kaupimuisi. Žalios ląstelienos kiekis *M. spicata* 'Moroccan' veislės mėtose iš esmės sumažėjo jas purškiant 200 mg l⁻¹ fenilalanino ir 100 mg l⁻¹ koncentracijos triptofano tirpalais, atitinkamai 2,99 ir 4,32 %. Abiejų koncentracijų triptofano tirpalai lėmė mažesnę ląstelienos kiekį ir *M. piperita* 'Swiss' mėtose, o *M. piperita* 'Multimentha' veislės mėtose, purkštose visais aromatinių aminorūgščių tirpalais, nustatytas iš esmės mažesnis ląstelienos kiekis nei nepurkštose mėtose. Visai kitokios ląstelienos kaupimosi tendencijos nustatytos *M. spicata* 'Crispa' veislės mėtose. Visi bandyme naudoti aromatinių aminorūgščių tirpalai didino ląstelienos kiekį tirtose mėtose, priklausomai nuo purškimo, 1,78 iki 2,69 procentinio vieneto (s. m.). *M. piperita* 'Granada' veislės mėtose nė vienas naudotas purškimas neturėjo esminės įtakos žalios ląstelienos kiekiui, palyginti su nepurkštais

augalais. Vertinant veislės įtaką žalios ląstelienos kiekiui nustatyta, kad didžiausias jos kiekis buvo *M. piperita* 'Multimentha' ir *M. piperita* 'Swiss', o mažiausias – *M. spicata* 'Crispa' ir *M. piperita* 'Granada' veislės nepurkštose mėtose. Augalų purškimas vandeniu iš esmės sumažino ląstelienos kiekį *M. spicata* 'Moroccan', *M. piperita* 'Swiss' ir *M. piperita* 'Multimentha' veislės mėtose atitinkamai 0,88; 2,15 ir 3,18 procentinio vieneto (4 pav.). Mokslininkų atliktais tyrimais nustatyta, kad fenilalaninas yra ypač svarbus lignino sintezei medinguose augaluose (Pascual et al., 2016). Atlikus tyrimus nebuvo nustatyta teigiama fenilalanino įtaka ląstelienos kaupimuisi mėtose.

Žalių pelenų kiekis augaluose ir atskirose jų dalyse labai skiriasi ir priklauso nuo augalų biologinių ypatybių, vystymosi tarpsnio bei mitybos. Žalių pelenų kiekis pipirmėtėse (*M. piperita* L.) buvo 3,30 g 100 g⁻¹ (s. m.), o šaltmėtėse (*M. spicata* L.) – 3,48 % (s. m.) (Suliman et al., 2011;



4 pav. Žalios ląstelienos kiekis skirtingų veislių mėtose, purkštose aminorūgščių tirpalais, % (s. m.), 2017–2019 m. vidurkis

Fig. 4. Crude fiber content in different varieties of mints sprayed with amino acids, % (d. m.) average 2017–2019

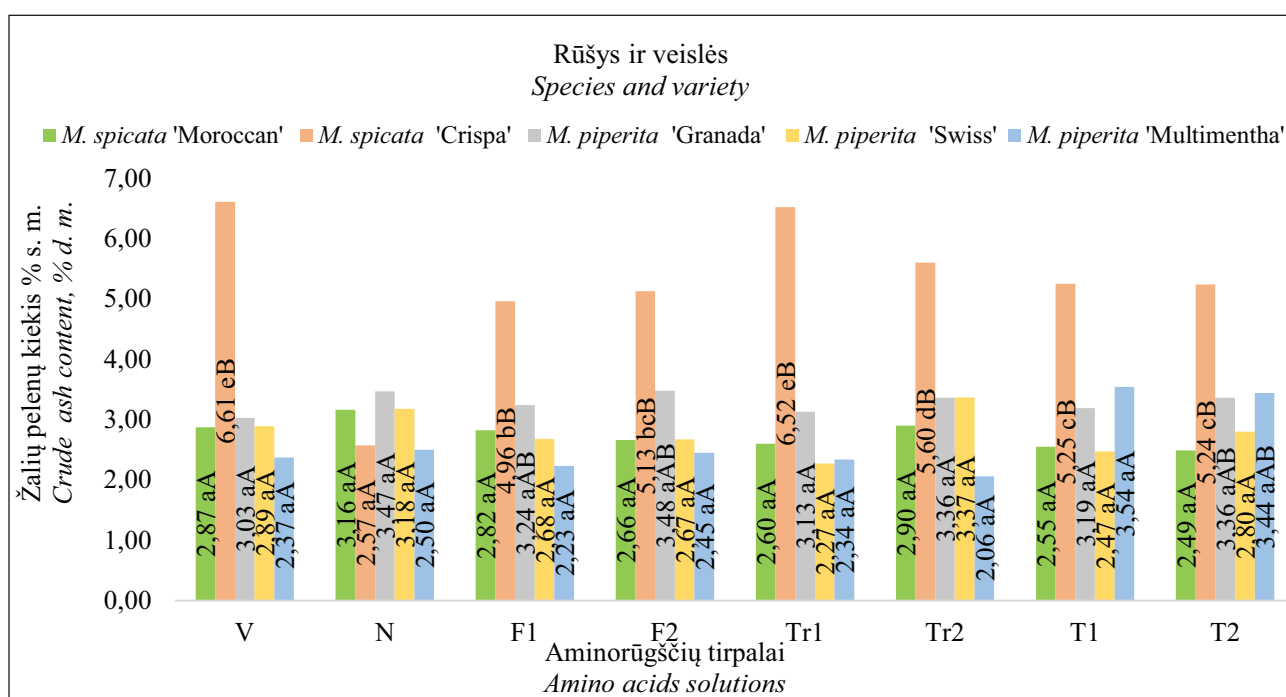
Pastaba: vidurkiai, pažymėti skirtingomis didžiosiomis raidėmis (A, B, C...), tarp veislių yra reikšmingai skirtingi, kai $p < 0,05$; vidurkiai, pažymėti skirtingomis mažosiomis raidėmis (a, b, c...), tarp purškimų yra reikšmingai skirtingi, kai $p < 0,05$. V – vanduo, N – nepurkšta, F1 – fenilalaninas 100 mg l^{-1} , F2 – fenilalaninas 200 mg l^{-1} , Tr1 – triptofanas 100 mg l^{-1} , Tr2 – triptofanas 200 mg l^{-1} , T1 – tirozinas 100 mg l^{-1} , T2 – tirozinas 200 mg l^{-1} .

Note. Means marked with different upper letters (A, B, C...) between cultivars are significantly different at $p < 0,05$; Means marked with different lower letters (a, b, c...) between spraying are significantly different at $p < 0,05$. V, water; N, not sprayed; F1, phenylalanine 100 mg l^{-1} ; F2, phenylalanine 200 mg l^{-1} ; Tr1, tryptophan 100 mg l^{-1} ; Tr2, tryptophan 200 mg l^{-1} ; T1, tyrosine 100 mg l^{-1} ; T2, tyrosine 200 mg l^{-1} .

Uribe et al., 2016). Atlikus eksperimentą nustatyta, kad purškimas aminorūgštimis esminės įtakos pelenų kiekiui *M. spicata* 'Moroccan' veislės mėtose neturėjo (5 pav.). Visai priešingi rezultatai gauti nustatant žalių pelenų kiekį *M. spicata* 'Crispa' veislės mėtose. Šios veislės mėtas purškiant visais bandyme naudotais aromatiniais aminorūgščių tirpalais ir vandenių pelenų kiekis padidėjo nuo 1,92 iki 2,64 karto, palyginti su nepurkštais augalais. Tačiau didžiausias jų kiekis susikaupė augaluose, purkštuose 100 mg l^{-1} koncentracijos triptofano tirpalu ir vandenių. *M. piperita* 'Granada', *M. piperita* 'Swiss' ir *M. piperita* 'Multimentha' veislių mėtose žalių pelenų kiekis iš esmės nesiskyrė, lyginant nepurkštą ir aminorūgščių tirpalais purkštą mėtą. Žalių pelenų kiekiui augaluose esminės įtakos neturėjo ir mėtų veislės savybės, nes jų kiekis nepurkštuose skirtingų veislių augaluose iš esmės nesiskyrė.

Chlorofilas – tai žaliasis augalų pigmentas, yra keletas skirtingų jo formų. Chlorofilas a yra gels-

vai žalias fotosintezės pigmentas, perduodantis šviesos energiją į cheminį akceptorių. Chlorofilas b yra melsvai žalias, randamas aukštesniuose augaluose ir žaliuose dumbliuose kartu su chlorofilu a. Chlorofilinas – chlorofilo darinys, naudojamas maisto pramonėje kaip maisto priedas (maisto dažiklis E141). Mokslininkai teigia, kad chlorofilai ir jų dariniai pasižymi antioksidacinėmis savybėmis (Hoshina et al., 1998; Ferruzzi et al., 2002). Pagal E. Straumitę ir kt. (2015), *M. piperita* 'Swiss' veislės mėtose chlorofilo a kiekis buvo $0,507 \text{ mg g}^{-1}$, *M. piperita* 'Granada' – $0,518 \text{ mg g}^{-1}$ ir *M. spicata* 'Moroccan' – $0,582 \text{ mg g}^{-1}$ (n. m.). Skirtingų veislių mėtose chlorofilo a kiekį lėmė tiek veislės savybės, tiek aminorūgščių tirpalai. Atliktų tyrimų rezultatai parodė, kad aromatinės aminorūgštys neigiamai veikė chlorofilo a kiekį *M. spicata* 'Moroccan' veislės mėtose. Lyginant su nepurkštomis, jo kiekis sumažėjo nuo $0,121$ iki $0,377 \text{ mg g}^{-1}$, priklausomai nuo aminorūgšties ir jos tirpalo koncentracijos



5 pav. Žalių pelenų kiekis skirtingų veislių mėtose, purkštose aminorūgščių tirpalais, % (s. m.), 2017–2019 m. vidurkis

Fig. 5. Crude ash content in different varieties of mints sprayed with amino acids, % (d. m.) average 2017–2019

Pastaba: vidurkiai, pažymėti skirtingomis didžiosiomis raidėmis (A, B, C...), tarp veislių yra reikšmingai skirtingi, kai $p < 0,05$; vidurkiai, pažymėti skirtingomis mažosiomis raidėmis (a, b, c...), tarp purškimų yra reikšmingai skirtingi, kai $p < 0,05$. V – vanduo, N – nepurkšta, F1 – fenilalaninas 100 mg l^{-1} , F2 – fenilalaninas 200 mg l^{-1} , Tr1 – triptofanas 100 mg l^{-1} , Tr2 – triptofanas 100 mg l^{-1} , T1 – tirozinas 100 mg l^{-1} , T2 – tirozinas 200 mg l^{-1} .

Note. Means marked with different upper letters (A, B, C...) between cultivars are significantly different at $p < 0.05$; Means marked with different lower letters (a, b, c...) between spraying are significantly different at $p < 0.05$. V, water; N, not sprayed; F1, phenylalanine 100 mg l^{-1} ; F2, phenylalanine 200 mg l^{-1} ; Tr1, tryptophan 100 mg l^{-1} ; Tr2, tryptophan 100 mg l^{-1} ; T1, tyrosine 100 mg l^{-1} ; T2, tyrosine 200 mg l^{-1} .

(3 lentelė). Mėtų purškimas aminorūgštimis didžiausią teigiamą įtaką turėjo chlorofilo a kiekiui *M. spicata* 'Crispa' veislės mėtose, kur jo kiekis, palyginti su nepurkštais augalais, padidėjo 1,62–2,05 karto. Iš esmės didžiausias chlorofilo a kiekis nustatytas purkštose 100 mg l^{-1} koncentracijos fenilalanino tirpalu *M. spicata* 'Crispa', 200 mg l^{-1} koncentracijos tirozino tirpalu *M. piperita* 'Granada' ir 200 mg l^{-1} koncentracijos fenilalanino tirpalu *M. piperita* 'Multimentha' veislės mėtose (3 lentelė). Chlorofilo a kiekis nepurkštose mėtose, priklausomai nuo veislės, skyrėsi 2,4 karto: mažiausias – *M. spicata* 'Crispa' ir *M. piperita* 'Granada', o didžiausias – *M. piperita* 'Multimentha'.

E. Straumitės ir kt. (2015) tyrimai parodė, kad *M. piperita* 'Swiss' veislės mėtose chlorofilo b kiekis buvo $0,066 \text{ mg g}^{-1}$, *M. piperita* 'Granada' – $0,087 \text{ mg g}^{-1}$ ir *M. spicata* 'Moroc-

can' – $0,153 \text{ mg g}^{-1}$. Atlikus tyrimus nustatyta, kad visų tirtų veislių mėtose chlorofilo b kiekį teigiamai veikė aromatinės aminorūgštys, išskyrus *M. spicata* 'Moroccan' mėtas, kaip ir chlorofilo a, kai, priklausomai nuo naudotos aminorūgšties ir tirpalo koncentracijos, chlorofilo b kiekis sumažėjo 1,44–2,48 karto, palyginti su nepurkštomis mėtomis. Chlorofilo b kiekis *M. spicata* 'Crispa' veislės mėtose, purkštose 100 mg l^{-1} koncentracijos tirozino tirpalu, palyginti su nepurkštais augalais, buvo 5,76 karto, *M. piperita* 'Granada' mėtose, purkštose 200 mg l^{-1} koncentracijos fenilalanino tirpalu, – 2,32 karto, *M. piperita* 'Multimentha' veislės mėtose, purkštose 200 mg l^{-1} koncentracijos triptofano tirpalu, – 1,57 karto didesnis (4 lentelė). Atlikus koreliacinę analizę nustatytas stiprus teigiamas koreliacinis ryšys tarp chlorofilo a ir chlorofilo b ($r = 0,604$, $p < 0,05$)

3 lentelė. Chlorofilo a kiekis skirtingų veislių mėtose, purkštose aminorūgščių tirpalais, mg g⁻¹ (n. m.), 2017–2019 m. vidurkis

Table 3. Amount of chlorophyll a in different varieties of mints sprayed with amino acids, mg g⁻¹ (f. w.) average 2017–2019

| Variantas Treatment | Rūšys ir veislės / Species/variety | | | | |
|---|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| | <i>M. spicata</i> ‘Moroccan’ | <i>M. spicata</i> ‘Crispa’ | <i>M. piperita</i> ‘Granada’ | <i>M. piperita</i> ‘Swiss’ | <i>M. piperita</i> ‘Multimentha’ |
| Vanduo / Water | 0,814 ^{dA} | 0,671 ^{aA} | 0,828 ^{dA} | 1,503 ^{cC} | 1,101 ^{cdB} |
| Nepurkšta / Not sprayed | 0,946 ^{eB} | 0,500 ^{aA} | 0,558 ^{aA} | 1,089 ^{bC} | 1,182 ^{dC} |
| Fenilalaninas 100 mg l ⁻¹ Phenylalanine, 100 mg l ⁻¹ | 0,825 ^{dB} | 1,023 ^{cC} | 0,653 ^{bcA} | 0,702 ^{aA} | 0,981 ^{bcC} |
| Fenilalaninas 200 mg l ⁻¹ Phenylalanine, 200 mg l ⁻¹ | 0,569 ^{aA} | 0,850 ^{bC} | 0,558 ^{aA} | 0,667 ^{aB} | 1,432 ^{eD} |
| Triptofanas 100 mg l ⁻¹ Tryptophan, 100 mg l ⁻¹ | 0,755 ^{cdB} | 0,860 ^{bC} | 0,582 ^{abA} | 0,824 ^{abC} | 0,819 ^{aBC} |
| Triptofanas 200 mg l ⁻¹ Tryptophan, 200 mg l ⁻¹ | 0,688 ^{bcA} | 0,858 ^{bB} | 0,866 ^{deB} | 0,838 ^{aB} | 1,373 ^{eC} |
| Tirozinas 100 mg l ⁻¹ / Tyrosine, 100 mg l ⁻¹ | 0,679 ^{bA} | 0,827 ^{bB} | 0,684 ^{cA} | 0,791 ^{aAB} | 1,025 ^{cC} |
| Tirozinas 200 mg l ⁻¹ / Tyrosine, 200 mg l ⁻¹ | 0,583 ^{aA} | 0,848 ^{bB} | 0,923 ^{eC} | 1,311 ^{bcD} | 0,880 ^{abBC} |

Pastaba: vidurkiai, pažymėti skirtingomis didžiosiomis raidėmis eilutėse (A, B, C...), yra reikšmingai skirtingi, kai $p < 0,05$; vidurkiai, pažymėti skirtingomis mažosiomis raidėmis stulpeliuose (a, b, c...), yra reikšmingai skirtingi, kai $p < 0,05$.

Note. Means marked with different upper letters (A, B, C...) in the rows are significantly different at $p < 0.05$; Means marked with different lower letters (a, b, c...) in the columns are significantly different at $p < 0.05$.

4 lentelė. Chlorofilo b kiekis skirtingų veislių mėtose, purkštose aminorūgščių tirpalais, mg g⁻¹ (n. m.), 2017–2019 m. vidurkis

Table 4. Amount of chlorophyll b in different varieties of mints sprayed with amino acids, mg g⁻¹ (f. w.), average 2017–2019

| Aminorūgščių tirpalai Amino acids solutions | Rūšys ir veislės / Species and variety | | | | |
|---|--|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| | <i>M. spicata</i> ‘Moroccan’ | <i>M. spicata</i> ‘Crispa’ | <i>M. piperita</i> ‘Granada’ | <i>M. piperita</i> ‘Swiss’ | <i>M. piperita</i> ‘Multimentha’ |
| Vanduo / Water | 0,302 ^{dA} | 0,914 ^{deD} | 0,338 ^{cA} | 0,737 ^{dC} | 0,457 ^{aB} |
| Nepurkšta / Not sprayed | 0,434 ^{eB} | 0,172 ^{aA} | 0,226 ^{abA} | 0,532 ^{cBC} | 0,603 ^{aC} |
| Fenilalaninas 100 mg l ⁻¹ Phenylalanine, 100 mg l ⁻¹ | 0,222 ^{bcA} | 0,835 ^{cdeC} | 0,268 ^{bA} | 0,482 ^{bcB} | 0,438 ^{aB} |
| Fenilalaninas 200 mg l ⁻¹ Phenylalanine, 200 mg l ⁻¹ | 0,209 ^{abA} | 0,835 ^{cdeD} | 0,525 ^{eBC} | 0,417 ^{abAB} | 0,882 ^{bD} |
| Triptofanas 100 mg l ⁻¹ Tryptophan, 100 mg l ⁻¹ | 0,251 ^{cA} | 0,754 ^{bcdC} | 0,190 ^{aA} | 0,447 ^{abcB} | 0,395 ^{aB} |
| Triptofanas 200 mg l ⁻¹ Tryptophan, 200 mg l ⁻¹ | 0,212 ^{abcA} | 0,739 ^{bcC} | 0,361 ^{aAB} | 0,414 ^{abB} | 0,948 ^{bD} |
| Tirozinas 100 mg l ⁻¹ / Tyrosine, 100 mg l ⁻¹ | 0,228 ^{bcA} | 0,990 ^{eC} | 0,358 ^{cB} | 0,362 ^{aB} | 0,448 ^{aB} |
| Tirozinas 200 mg l ⁻¹ / Tyrosine, 200 mg l ⁻¹ | 0,175 ^{aA} | 0,605 ^{bC} | 0,481 ^{dB} | 0,694 ^{dC} | 0,445 ^{aB} |

Pastaba: vidurkiai, pažymėti skirtingomis didžiosiomis raidėmis eilutėse (A, B, C...), yra reikšmingai skirtingi, kai $p < 0,05$; vidurkiai, pažymėti skirtingomis mažosiomis raidėmis stulpeliuose (a, b, c...), yra reikšmingai skirtingi, kai $p < 0,05$.

Note. Means marked with different upper letters (A, B, C...) in the rows are significantly different at $p < 0.05$; Means marked with different lower letters (a, b, c...) in the columns are significantly different at $p < 0.05$.

bei tarp chlorofilo a ir bendro chlorofilų kiekio ($r = 0,867$, $p < 0,05$).

Vertinant veislės įtaką chlorofilo b kiekiui mėtose nustatyta panaši tendencija kaip ir chlorofilui a. Iš esmės mažiausias chlorofilo b kiekis nustatytas *M. spicata* 'Crispa' ir *M. piperita* 'Granada' mėtose, o didžiausias – *M. piperita* 'Multimentha'. Mokslinių tyrimų duomenimis, Latvijoje augintose *M. piperita* 'Swiss' veislės mėtose bendras chlorofilų kiekis siekia $0,574 \text{ mg g}^{-1}$, *M. piperita* 'Granada' – $0,606 \text{ mg g}^{-1}$ ir *M. spicata* 'Moroccan' – $0,736 \text{ mg g}^{-1}$ (n. m.), Anglijoje augintose skirtingų veislių mėtose chlorofilų kiekis svyravo nuo $2,63$ iki $3,71 \text{ mg g}^{-1}$ (n. m.), Lietuvoje augintose mėtose chlorofilo kiekis priklauso nuo veislės ir svyruoja nuo $1,39$ iki $1,69 \text{ mg g}^{-1}$ (n. m.) (Singh et al., 2001; Rubinskienė ir kt., 2015; Straumite et al., 2015). Atlikus tyrimus nustatyta, kad mėtų purškimas aromatinėmis aminorūgštimis neigiamai veikia bendrą chlorofilo kiekį tik *M. spicata* 'Moroccan' veislės mėtose, jose, priklausomai nuo naudotos aminorūgšties ir tirpalo koncentracijos, bendras chlorofilo a ir b kiekis buvo nuo

$1,23$ iki $1,77$ karto mažesnis nei nepurkštose mėtose (5 lentelė).

Purškimas aminorūgštimis didino chlorofilų kiekį *M. spicata* 'Crispa' veislės augaluose, palyginti su nepurkštais, tačiau didžiausias šių junginių kiekis nustatytas augaluose, purkštuose 100 mg l^{-1} koncentracijos fenilalanino ir tirozino tirpalu bei vandeniui. Tyrimų rezultatai parodė, kad aminorūgščių tirpalų koncentracija yra svarbi bendram chlorofilo kiekiui *M. piperita* 'Granada' veislės mėtose. Didesnis bendras chlorofilų kiekis buvo augaluose, purkštuose stipresnės koncentracijos preparatais, pavyzdžiui, purškiant 100 mg l^{-1} koncentracijos triptofano tirpalu bendras chlorofilų kiekis *M. piperita* 'Granada' veislės mėtose šiek tiek sumažėjo, o purškiant didesnės koncentracijos šios aminorūgšties tirpalu $1,57$ karto, palyginti su nepurkštais augalais, padidėjo. Didžiausias bendras chlorofilų kiekis šios veislės augaluose nustatytas purškiant 200 mg l^{-1} koncentracijos tirozino tirpalu. Intensyviausia chlorofilo sintezė *M. piperita* 'Swiss' augaluose nustatyta juos purškiant 200 mg l^{-1} koncentracijos tirozino tirpalu ir vandeniui, šių junginių

5 lentelė. Bendras chlorofilo a ir b kiekis skirtingų veislių mėtose, purkštose aminorūgščių tirpalais, mg g^{-1} (n. m.), 2017–2019 m. vidurkis

Table 5. Total amount of chlorophyll a and b in different varieties of mints sprayed with amino acids, mg g^{-1} (f. w.) average 2017–2019

| Aminorūgščių tirpalai Amino acids solutions | Rūšys ir veislės / Species and variety | | | | |
|---|--|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| | <i>M. spicata</i> 'Moroccan' | <i>M. spicata</i> 'Crispa' | <i>M. piperita</i> 'Granada' | <i>M. piperita</i> 'Swiss' | <i>M. piperita</i> 'Multimentha' |
| Vanduo / Water | 1,115 ^{dA} | 1,961 ^{dC} | 1,166 ^{deA} | 2,240 ^{cD} | 1,557 ^{bcB} |
| Nepurkšta / Not sprayed | 1,380 ^{eB} | 0,671 ^{aA} | 0,784 ^{aA} | 1,621 ^{bc} | 1,785 ^{cC} |
| Fenilalaninas 100 mg l^{-1} Phenylalanine, 100 mg l^{-1} | 1,048 ^{cdAB} | 1,858 ^{dD} | 0,921 ^{ba} | 1,185 ^{ab} | 1,419 ^{abc} |
| Fenilalaninas 200 mg l^{-1} Phenylalanine, 200 mg l^{-1} | 0,779 ^{aA} | 1,554 ^{bc} | 1,083 ^{cdB} | 1,084 ^{ab} | 2,314 ^{dD} |
| Triptofanas 100 mg l^{-1} Tryptophan, 100 mg l^{-1} | 1,006 ^{cb} | 1,612 ^{bcD} | 0,773 ^{aA} | 1,272 ^{ac} | 1,214 ^{aC} |
| Triptofanas 200 mg l^{-1} Tryptophan, 200 mg l^{-1} | 0,900 ^{ba} | 1,600 ^{bcC} | 1,227 ^{eB} | 1,252 ^{ab} | 2,321 ^{dD} |
| Tirozinas 100 mg l^{-1} Tyrosine, 100 mg l^{-1} | 0,906 ^{ba} | 1,816 ^{cdD} | 1,043 ^{cAB} | 1,154 ^{ab} | 1,473 ^{abcC} |
| Tirozinas 200 mg l^{-1} Tyrosine, 200 mg l^{-1} | 0,758 ^{aA} | 1,452 ^{bc} | 1,404 ^{fBC} | 2,005 ^{cD} | 1,325 ^{abB} |

Pastaba: vidurkiai, pažymėti skirtingomis didžiosiomis raidėmis eilutėse (A, B, C...), yra reikšmingai skirtingi, kai $p < 0,05$; vidurkiai, pažymėti skirtingomis mažosiomis raidėmis stulpeliuose (a, b, c...), yra reikšmingai skirtingi, kai $p < 0,05$.

Note. Means marked with different upper letters (A, B, C...) in the rows are significantly different at $p < 0,05$; Means marked with different lower letters (a, b, c...) in the columns are significantly different at $p < 0,05$.

kiekis, palyginti su nepurkštais augalais, padidėjo 1,24–1,38 karto, o purškiant mažesnės koncentracijos tirozino ir kitų aminorūgščių tirpalais, palyginti su kontrole, iš esmės sumažėjo. Fenilalanino ir triptofano didesnės koncentracijos tirpalai didino bendrą chlorofilo kiekį *M. piperita* 'Multimentha' mėtose vienodai 1,30 karto, o mažesnės koncentracijos šių aminorūgščių ir tirozino tirpalų poveikis buvo neigiamas, palyginti su nepurkštomis mėtomis (5 lentelė). Vertinant veislės įtaką bendram chlorofilo kiekiui mėtose nustatyta, kad mažiausias šių junginių kiekis buvo nepurkštoje *M. spicata* 'Crispa', o didžiausias – *M. piperita* 'Swiss' ir *M. piperita* 'Multimentha' mėtose, kiekis skyrėsi nuo 2,42 iki 2,66 karto (5 lentelė). Atlikus koreliacinę analizę tarp chlorofilo b ir bendro chlorofilo kiekio nustatytas stiprus teigiamas ryšys ($r = 0,906$, $p < 0,05$).

Karotenoidai yra beveik visų spalvotų vaisių ir žalių lapinių daržovių pigmentai. Karotenoidų vartojimas yra siejamas su nauda sveikatai, įskaitant

sumažėjusią dėmės degeneracijos ir kataraktos riziką, kai kuriuos vėžinius susirgimus ir koronarinę širdies ligą (Milani et al., 2017). Mokslininkai nustatė, kad karotenoidų kiekis mėtose priklauso nuo jų veislės, pavyzdžiui, *M. spicata* 'Moroccan' veislės mėtos sukaupe didelį kiekį karotenoidų – 10 mg 100 g⁻¹ (n. m.), o pipirmėtėse (*M. piperita* L.) šio junginio kiekis svyravo nuo 2,8 iki 3,1 mg 100 g⁻¹ (n. m.) (Dambrauskienė ir kt., 2008; Straumite et al., 2015). Atlikus tyrimus nustatyta, kad karotenoidų kiekį mėtose jų purškimas skirtingų koncentracijų aminorūgščių tirpalais veikia nevienodai. *M. spicata* 'Moroccan' veislės mėtose didesnis karotenoidų kiekis nustatytas augaluose, purkštuose 100 ir 200 mg l⁻¹ koncentracijos triptofano ir tirozino tirpalais. Stipresnės koncentracijos triptofano tirpalas taip pat turėjo įtakos ir karotenoidų kiekiui *M. piperita* 'Granada' veislės mėtose. *M. spicata* 'Crispa' ir *M. piperita* 'Multimentha' mėtose mažesnis karotenoidų kiekis, palyginti su nepurkštais augalais, susikaupe purkštose 200 mg l⁻¹

6 lentelė. Bendras karotenoidų kiekis skirtingų veislių mėtose, purkštose aminorūgščių tirpalais, mg g⁻¹ (n. m.), 2017–2019 m. vidurkis

Table 6. Total amount of carotenoids in different varieties of mints sprayed with amino acids, mg g⁻¹ (f. w.), average 2017–2019

| Aminorūgščių tirpalai <i>Amino acids solutions</i> | Rūšys ir veislės <i>Species and variety</i> | | | | |
|---|--|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| | <i>M. spicata</i> 'Moroccan' | <i>M. spicata</i> 'Crispa' | <i>M. piperita</i> 'Granada' | <i>M. piperita</i> 'Swiss' | <i>M. piperita</i> 'Multimentha' |
| Vanduo / <i>Water</i> | 0,066 ^{ba} | 0,135 ^{cb} | 0,290 ^{dc} | 0,280 ^{bcC} | 0,298 ^{bc} |
| Nepurkšta / <i>Not sprayed</i> | 0,045 ^{aA} | 0,191 ^{cb} | 0,220 ^{abc} | 0,245 ^{abC} | 0,250 ^{bc} |
| Fenilalaninas 100 mg l ⁻¹ <i>Phenylalanine, 100 mg l⁻¹</i> | 0,069 ^{ba} | 0,136 ^{bb} | 0,249 ^{bd} | 0,217 ^{aC} | 0,283 ^{be} |
| Fenilalaninas 200 mg l ⁻¹ <i>Phenylalanine, 200 mg l⁻¹</i> | 0,038 ^{aA} | 0,116 ^{abB} | 0,219 ^{aC} | 0,241 ^{abC} | 0,188 ^{aC} |
| Triptofanas 100 mg l ⁻¹ <i>Tryptophan, 100 mg l⁻¹</i> | 0,259 ^{dc} | 0,118 ^{abA} | 0,214 ^{ab} | 0,255 ^{abcC} | 0,287 ^{bd} |
| Triptofanas 200 mg l ⁻¹ <i>Tryptophan, 200 mg l⁻¹</i> | 0,266 ^{dc} | 0,121 ^{abA} | 0,279 ^{cdC} | 0,226 ^{abcB} | 0,279 ^{bc} |
| Tirozinas 100 mg l ⁻¹ <i>Tyrosine, 100 mg l⁻¹</i> | 0,255 ^{dbc} | 0,124 ^{ba} | 0,260 ^{bcBC} | 0,239 ^{abB} | 0,274 ^{bc} |
| Tirozinas 200 mg l ⁻¹ <i>Tyrosine, 200 mg l⁻¹</i> | 0,229 ^{cb} | 0,069 ^{aA} | 0,258 ^{bcB} | 0,298 ^{cC} | 0,244 ^{abB} |

Pastaba: vidurkiai, pažymėti skirtingomis didžiosiomis raidėmis eilutėse (A, B, C...), yra reikšmingai skirtingi, kai $p < 0,05$; vidurkiai, pažymėti skirtingomis mažosiomis raidėmis stulpeliuose (a, b, c...), yra reikšmingai skirtingi, kai $p < 0,05$.

Note. Means marked with different upper letters (A, B, C...) in the rows are significantly different at $p < 0,05$; Means marked with different lower letters (a, b, c...) in the columns are significantly different at $p < 0,05$.

koncentracijos fenilalanino ir tirozino tirpalais. Augalų purškimas vandeniu lėmė nuo 1,31 iki 1,46 karto didesnę karotenoidų kiekį atitinkamai *M. piperita* 'Granada' ir *M. spicata* 'Moroccan' mėtose.

Vertinant veislės įtaką karotenoidų kiekiui tirtose mėtose nustatyta, kad iš esmės didžiausias karotenoidų kiekis buvo pipirmėtėse (*M. piperita*), o mažiausias – šaltmėtėse (*M. spicata*) (6 lentelė).

IŠVADOS

1. Skirtingų koncentracijų aromatinių aminorūgščių tirpalų poveikis mėtų cheminei sudėčiai priklausė nuo mėtų veislės. Purškimas visų aminorūgščių tirpalais iš esmės didino sausųjų medžiagų, ląstelienos ir pelenų kiekį *M. spicata* 'Crispa' veislės mėtose, o teigiamas poveikis baltymų kiekiui nustatytas *M. piperita* 'Granada' veislės mėtose, purkštose 200 mg l⁻¹ koncentracijos tirozino tirpalu. Jose baltymų kiekis 1,41 karto padidėjo, palyginti su nepurkštais augalais.

2. Chlorofilo ir pirminio metabolito kiekis mėtose priklausė nuo naudotos aromatinės aminorūgšties ir jos tirpalo koncentracijos bei mėtų veislės. Purškimas vandeniu ir visais aminorūgščių tirpalais iš esmės mažino chlorofilo a ir b kiekius *M. spicata* 'Moroccan', tačiau didino šių pigmentų kiekį *M. spicata* 'Crispa' veislės mėtose.

3. Karotenoidų ir antrinių metabolitų kiekį tirtų veislių mėtose purškimas aromatinių aminorūgščių tirpalais veikė skirtingai. Purkštose abiejų koncentracijų triptofano ir tirozino tirpalais *M. spicata* 'Moroccan' veislės mėtose susikaupė didesnis karotenoidų kiekis. 200 mg l⁻¹ koncentracijos triptofano tirpalas turėjo teigiamos įtakos karotenoidų kiekiui ir *M. piperita* 'Granada' veislės mėtose.

Gauta 2021 07 01

Priimta 2021 07 30

LITERATŪRA

1. Abd El-Aziz N., Balbaa L. K. 2007. Influence of tyrosine and zinc on growth, flowering and chemical constituents of *Salvia farinacea* plants. *Journal of Applied Sciences Research*. Vol. 3. No. 11. P. 1479–1489.
2. Abdel N. G., Azza A., Mazher A. M., Farahat M. M. 2010. Response of vegetative growth and chemical constituents of *Thuja orientalis* L. plant to foliar application of different amino acids at Nubaria. *Journal of American Science*. Vol. 6. No. 3. P. 295–301.
3. Abdel-Mawgoud A. M. R., El-Bassiouny A. M., Ghoname A., Abou-Hussein S. D. 2011. Foliar application of amino acids and micronutrients enhance performance of green bean crop under newly reclaimed land conditions. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. Vol. 5. No. 6. P. 51–55.
4. Abou Dahab T. A. M., Abd El-Aziz H. G. 2006. Physiological effect of diphenylamin and tryptophan on the growth and chemical constituents of *Philodendron erubescens* plants. *World Journal of Agricultural Sciences*. Vol. 75. P. 75–81.
5. Aghaieia K., Pirbaloutib A. G., Mousavic A., Badid H. N., Mehnatkesh A. 2019. Effects of foliar spraying of L-phenylalanine and application of bio-fertilizers on growth, yield, and essential oil of hyssop (*Hyssopus officinalis* L. subsp. *Angustifolius* (Bieb.)). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. Vol. 21. No. 2. P. 101318.
6. Alfosea-Simon M., Simón-Grao S., Zavala-Gonzalez E. A., Cámara-Zapata J. M., Simón I., Martínez-Nicolás J. J., Lidón V., Rodríguez-Ortega W. M., García-Sánchez F. 2020. Application of biostimulants containing Amino Acids to tomatoes could favor sustainable cultivation: implications for Tyrosine, Lysine, and Methionine. *Sustainability*. Vol. 12. P. 9729.
7. Al-Said M. A., Kamal A. M. 2008. Effect of foliar spray with folic acid and some amino acids on flowering, yield and quality of sweet pepper. *The Journal of Agricultural Science, Mansoura University*. Vol. 3. No. 10. P. 7403–7412.
8. Awad M. M., Abd El-Hameed A. M., Shall Z. S. 2007. Effect of glycine, lysine and nitrogen fertilizer rates on growth, yield and chemical composition of potato. *The Journal of Agricultural Science Mansoura University*. Vol. 32. No. 10. P. 8541–8551.
9. Dambrauskienė E., Viškelis P., Karklelienė R. 2008. Productivity and biochemical composition of *Mentha piperita* L. of different origin. *Biologija*. Vol. 54. No. 2. P. 105–107.
10. El-Shennawy O. A., El-Torky M. G., El-Mokadem H. E., Abass B. I. 2017. Effect of NaCl and Phenylalanine on the production of some secondary metabolites in *In Vitro* cultures of *Mentha longifolia*. *Alexandria Science Exchange Journal*. Vol. 38. No. 3. P. 577–587.
11. El-Sherbeny M. R., Teixeira Da Silva J. A. 2013. Foliar treatments with proline and tyrosine affect the growth and yield of beetroot and some pigments in beetroot leaves. *Journal of Horticultural Research*. Vol. 21. No. 2. P. 95–99.
12. Ferruzzi M. G., Bohm V., Courtney P. D., Schwartz S. J. 2002. Antioxidant and antimutagenic activity of dietary chlorophyll derivatives determined by radical scavenging and bacterial reverse

- mutagenesis assays. *Journal of Food Science*. Vol. 67. No. 7. P. 2589–2595.
13. Gendy A. S. H., Nosir W. S. 2016. Improving productivity and chemical constituents of Roselle plant (*Hibiscus sabdariffa* L.) as affected by phenylalanine, L-tryptophan and peptone acids foliar application. *Middle East Journal of Agriculture Research*. Vol. 5. No. 4. P. 701–708.
 14. Ghoname A. A., El-Nemr M. A., Abdel-Mawgoud A. M. R., El-Tohamy W. A. 2010. Enhancement of sweet pepper crop growth and production by application of biological, organic and nutritional solutions. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. Vol. 6. No. 3. P. 349–355.
 15. Hack H., Bleiholder H., Buhr L., Meier U., Schnock-Fricke U., Weber E., Witzenberger A. 1992. Einheitliche codierung der phänologischen entwicklungsstadien mono und dikotyler pflanzen entweirterte BBCH-Skala. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*. Vol. 44. No. 12. P. 265–270.
 16. Hassanein R. A. M. 2003. *Effect of Some Amino Acids, Trace Elements and Irradiation on Fennel (Foeniculum Vulgare L.)*: PhD Thesis. Faculty Agriculture Cairo, University.
 17. Hoshina C., Tomita K., Shioi Y. 1998. Antioxidant activity of chlorophylls: its structure–activity relationship. *Photosynthesis: Mechanisms Effects*. Vol. 4. P. 3281–3284.
 18. Jiao Y., Chen Y., Ma C., Qin J., Nguyen T. H. N., Liu D., Gan H., Shen Ding S., Luo Z. B. 2018. Phenylalanine as a nitrogen source induces root growth and nitrogen-use efficiency in *Populus × canescens*. *Tree Physiology*. Vol. 38. No. 1. P. 66–82.
 19. Khan S., Yu H., Li Q., Gao Y., Sallam B. M., Wang H., Liu P., Jiang W. 2019. Exogenous application of amino acids improves the growth and yield of lettuce by enhancing photosynthetic assimilation and nutrient availability. *Agronomy*. Vol. 9. No. 5. P. 266.
 20. Lawrence B. M. 2006. *Mint: the Genus Mentha (Medicinal and Aromatic Plants – Industrial Profiles)*. CRC Press. P. 147–148.
 21. *Methodenbuch 1983–1999. Band III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln*. Verlag-Darmstadt.
 22. Milad S. M. N. 1998. *Effect of Tryptophan and Methionine on the Productivity of Two Mentha Species and American Ocimum Plants*: M. Sc. Thesis. Faculty Agriculture, Cairo University.
 23. Milani A., Basirnejad M., Shahbazi S., Bolhassani A. 2017. Carotenoids: biochemistry, pharmacology and treatment, *British Journal of Pharmacology*. Vol. 174. P. 1290–1324.
 24. Mirtaleb S. H., Niknejad Y., Fallah H. 2021. Foliar spray of amino acids and potassic fertilizer improves the nutritional quality of rice. *Journal of Plant Nutrition*. Available at: <https://doi.org/10.1080/01904167.2021.1889588>
 25. Nahed G., Abdel A., Balbaa, Laila K. 2007. Influence of tyrosine and zinc on growth, flowering and chemical constituents of *Salvia farinacea* plants. *Journal of Applied Sciences Research*. Vol. 3. No. 11. P. 1479–1489.
 26. Pascual M. B., El-Azaz J., de la Torre F. N., Cañas R. A., Avila C., Cánovas F. M. 2016. Biosynthesis and metabolic fate of phenylalanine in conifers. *Frontiers in Plant Science*. Vol. 7. P. 1030.
 27. Rahmatzadeh S., Khara J., Kazemitabar S. K. 2014. The study of in vitro regeneration and growth parameters in *Catharanthus roseus* L. under application of tryptophan. *Journal of Science Kharazmi University*. Vol. 14. No. 3.
 28. Rubinskienė M., Viškelis P., Dambrauskienė E., Viškelis J., Karklelienė R. 2015. Effect of drying methods on the chemical composition and colour of peppermint (*Mentha × piperita* L.) leaves. *Žemdirbystė-Agriculture*. Vol. 102. No. 2. P. 223–228.
 29. Singh P., Misra A., Srivastava N. K., Sharma S. 2001. Response of mentha (*Mentha spicata* L.) cultivars to low iron nutrition. *Journal of Applied Horticulture*. Vol. 3. No. 2. P. 85–87.
 30. Skowera B., Puła J. 2004. Pluviometric extreme conditions in spring season in Poland in the years 1971–2000. *Acta Agrophysica*. Vol. 3 No. 1. P. 171–177.
 31. Staugaitis G., Vaišvila Z. J. 2019. *Dirvožemio agrocheminiai tyrimai*. Kaunas: Spalvų kraitė. 112 p.
 32. Straumite E., Kruma Z., Galoburda R. 2015. Pigments in mint leaves and stems. *Agronomy Research*. Vol. 13. No. 4. P. 1104–1111.
 33. Sulieman A. M. E., Abdelrahman S. E., Abdel Rahim A. M. 2011. Phytochemical analysis of local spearmint (*Mentha spicata*) leaves and detection of the antimicrobial activity of its oil. *Journal of Microbiology Research*. Vol. 1. No. 1. P. 1–4.
 34. Talaat I. M., Khattabb H. I., Ahmeda A. M. 2014. Changes in growth, hormones levels and essential oil content of *Ammi visnaga* L. plants treated with some bioregulators. *Saudi Journal of Biological Sciences*. Vol. 21. P. 355–365.
 35. Uribe E., Marín D., Vega-Gálvez A., Quispe-Fuentes I., Rodríguez A. 2016. Assessment of vacuum-dried peppermint (*Mentha piperita* L.) as a source of natural antioxidants. *Food Chemistry*. Vol. 190. No. 1. P. 559–565.
 36. Wellburn A. R. 1994. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *Plant Physiology*. Vol. 144. No. 3. P. 307–313.

Aloyzas Velička, Živilė Tarasevičienė,
Honorata Danilčenko

**THE INFLUENCE OF AROMATIC AMINO ACIDS
ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF MINT
PLANTS GENUS (*MENTHA* L.)**

S u m m a r y

The aromatic amino acids, tryptophan, phenylalanine and tyrosine, are not only components of proteins, but also precursors of many compounds in plants that have a significant impact on their growth, development, reproduction and protective function against various abiotic and biotic factors. With the growing demand for plant-derived chemical compounds, much *in vitro* and *in vivo* research is being conducted to intensify the synthesis of these compounds or to change their qualitative composition in plants. The aim of the research was to evaluate the influence of aromatic amino acids on the chemical composition of different varieties of *Mentha* L. plants. The field experiment was conducted at Aleksandras Stulginskis University (ASU) in 2017–2019, since 2019 at the Vytautas Magnus University Agricultural Academy Experimental Station, which is located in Ringaudai Eldership, Kaunas District (coordinates 54 ° 53' 08.9" N, 23° 50' 08.02" E). The effect of different concentrations of amino acid solutions on the chemical composition of mints depended on the mint variety. Spraying with all amino acids solutions significantly increased the dry matter, crude fiber and crude ash content in *M. spicata* 'Crispa' mints while a positive effect of amino acids solutions on the protein content was found only in *M. piperita* 'Granada' mints sprayed only with 200 mg l⁻¹ tyrosine solution, where the amount of protein increased significantly by 1.41-fold compared to that of non-sprayed plants. The intensity of the synthesis of photosynthetic pigments depended on the amino acid solutions used and the variety of mint. There were both inhibitory and stimulatory effects.

Keywords: phenylalanine, tryptophan, tyrosine, chemical composition, *Mentha*, photosynthetic pigments