

## AUGINIMO TERPIŲ ĮTAKA LAPINIŲ RIDIKĖLIŲ KOKYBINIAMS RODIKLIAMS IR PRODUKTYVUMUI

**Aušrinė SIMONAVIČIŪTĖ**, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas [ausrine.simonaviciute@vdu.lt](mailto:ausrine.simonaviciute@vdu.lt)

**Rita ČEPULIENĖ**, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas [rita.cepuliene@vdu.lt](mailto:rita.cepuliene@vdu.lt)

### Santrauka

Eksperimentas vykdytas 2022 m. birželio mėn. mažosios bendrijos „Grainis“ hidroponikoje. Tyrimo tikslas – ištirti skirtingų auginimo terpių įtaką dviejų veislių lapinių ridikėlių fotosintetiniams rodikliams ir produktyvumui. Eksperimento variantai: veiksnys A – auginimo terpės: 1) mineralinė vata, 2) medžių plaušas, 3) kokosų plaušas, 4) Growfoam granulės, 5) agroperlitas; veiksnys B – lapinių ridikėlių veislės: 1) lapiniai ridikėliai ‘Sango’, 2) lapiniai ridikėliai ‘China rose’.

Visose tirtose auginimo terpėse, išskyrus agroperlitą, augintuose ridikėliuose ‘China rose’ buvo nustatytas esmingai didesnis chlorofilo a, b ir karotinoidų kiekis nei ridikėliuose ‘Sango’. Didžiausias chlorofilo a kiekis nustatytas ‘China rose’ mikrožalumynuose, augintuose Growfoam granulėse ir buvo esmingai – 12 ir 25 proc. didesnis už atitinkamai kokoso plaušė ir agroperlite augintuose ridikėliuose nustatytą chlorofilo a kiekį. Auginimo terpės ir ridikėlių veislės reikšmingos įtakos chlorofilo a ir b santykiui mikrožalumynuose neturėjo. Visose tirtose terpėse auginti veislės ‘China rose’ ridikėliai buvo esmingai produktyvesni už veislės ‘Sango’ ridikėlius. Kokosų plaušė auginti abiejų veislių ridikėlių mikrožalumynai turėjo didžiausią antžeminės dalies masę ir buvo esmingai ( $P < 0,05$ ) produktyvesni už kitose terpėse augusius ridikėlius.

**Reikšminiai žodžiai:** ridikėlių mikrožalumynai, auginimo terpės, fotosintezės pigmentai.

### Įvadas

Mikrožalumynai – specifinis maisto produktas, kuris šiais laikais populiarėja ir sulaukia vis didesnio vartotojų dėmesio (Mir ir kt., 2017). Tai jauni daržovių, prieskoninių augalų ar įvairių grūdų daigai, turintys du ar daugiau išsivysčiusius skilčialapius (Xiao ir kt., 2012). Priklausomai nuo rūšies, mikrožalumynai skinami praėjus 7–14 dienų po sudygimo, vidutiniškai 2,5–7,5 cm aukščio (Murphy ir kt., 2010). Nors mikrožalumynai yra nedideli, jie gali patiekalams suteikti intensyvių skonį, ryškias spalvas ir traškų tekstūrą, patiekiami kaip garnyras ir gali būti naujas salotų ingredientas (Brentlinger, 2005).

Mikrožalumynams gali būti auginama apie 100 augalų rūšių. Populiariausios rūšys yra iš bastutinių šeimos, pavyzdžiui, lapiniai kopūstai, ridikėliai, garstyčios, gražgarstės (Ying ir kt., 2020). Šios šeimos augalai kaupia daug antioksidacinių biocheminių medžiagų, tokių kaip askorbo rūgštis, karotinoidai, fenolio junginiai, gliukozinolatai (Mithen ir kt., 2000; Verkerk ir kt., 2009; Domínguez-Perles ir kt., 2014).

Mikrožalumynai gali būti auginami įvairiose erdvėse – nuo didelių šiltnamių iki buto palangės (Mir ir kt., 2017). Žolelės auginamos sekliame dirvožemio sluoksnyje arba hidroponinėse sistemose naudojant auginimo terpes, įskaitant durpes, perlitą, vermikulitą, įvairius pluoštus (Di Gioia ir kt., 2017; Xiao ir kt., 2015). Kintančios gamtinės sąlygos kelia sunkumų ūkininkaujant tradiciškai, tad hidroponinės sistemos tampa vis aktualesnės (Sardare, Admane, 2013). Mikrožalumynų auginimas hidroponiškai yra gana naujas ir neplačiai paplitęs Lietuvoje. Trūksta informacijos apie tinkamas auginimo terpes, augalų pasirinkimą siekiant aukštos kokybės ir produktyvumo.

**Tyrimo tikslas** – ištirti skirtingų auginimo terpių (mineralinės vatos, Growfoam granuliu, medžių plaušo, kokosų plaušo, agroperlito) įtaką lapinių ridikėlių (*Raphanus sativus* L.) veislių ‘China rose’ ir ‘Sango’ fotosintetiniams rodikliams ir produktyvumui.

### Tyrimo uždaviniai:

1. Nustatyti skirtingų auginimo terpių įtaką lapinių ridikėlių chlorofilo a ir chlorofilo b kiekiui bei jų santykiui;
2. Ištirti skirtingų auginimo terpių įtaką karotinoidų kiekiui lapiniuose ridikėliuose;
3. Įvertinti skirtingų auginimo terpių įtaką lapinių ridikėlių mikrožalumynų produktyvumui.

### Tyrimų metodai ir sąlygos

Eksperimentas vykdytas 2022 m. birželio mėn. mažosios bendrijos „Grainis“ hidroponikoje. Oro temperatūra buvo 23–25 °C, santykinė oro drėgmė – 75 ± 5 proc. Apšvietimui naudoti liuminescenciniai šviestuvai. Valstybinėje maisto ir veterinarijos tarnybos laboratorijoje buvo atliktas ridikėlių sėklų mikrobiologinis tyrimas. Bakterijų *Escherichia coli* ir *Salmonella spp* nenustatyta.

Vegetaciniuose indeliuose (275 ml talpa, 6,5 cm ilgis, plotis ir aukštis) buvo pasėtos lapinių ridikėlių (*Raphanus sativus* L.) veislės ‘China rose’ ir ‘Sango’. Į indelį sėta po 2,5 g sėklų. Augalai auginti skirtingose terpėse: mineralinėje vatoje, medžių plauše, kokosų plauše, Growfoam granulėse ir agroperlite. Augalai buvo laistomi vandeniu du kartus per dieną (8 ir 16 val.), trąšos nenaudotos. Mikrožalumynų derlius ir ėminiai analizėms imti augalų technologinės brandos tarpsniu (8 dienos po sėjos).

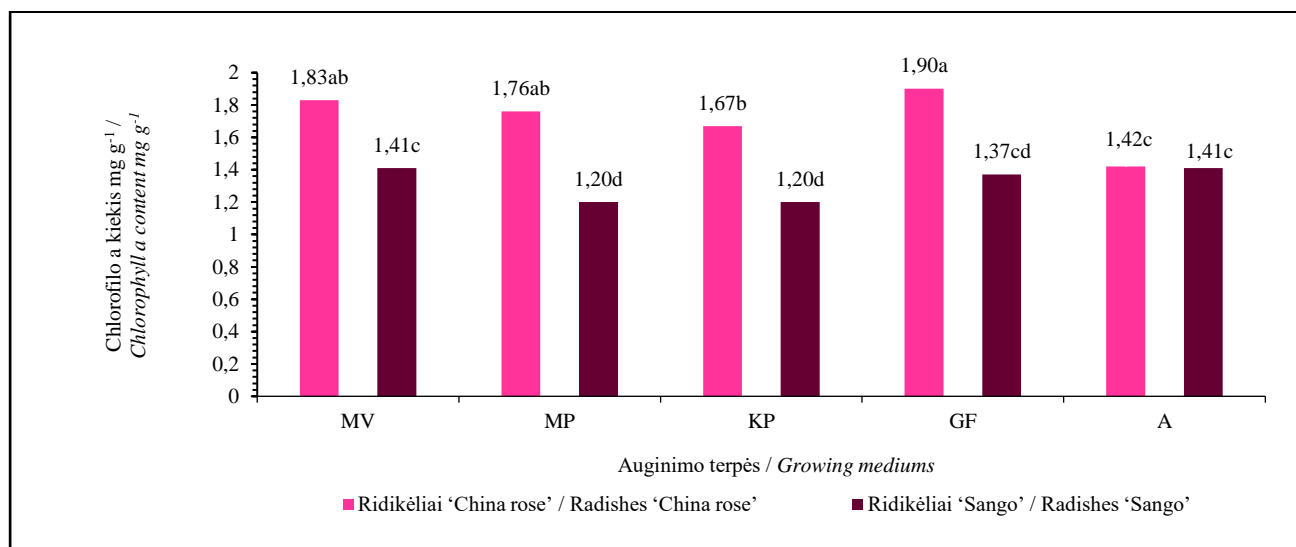
Eksperimento planas: veiksnys A – auginimo terpės: 1) mineralinė vata, 2) medžių plaušas, 3) kokosų plaušas, 4) Growfoam granulės, 5) agroperlitas; veiksnys B – lapinių ridikėlių veislės: 1) lapiniai ridikėliai ‘Sango’, 2) lapiniai ridikėliai ‘China rose’. Eksperimentas atliktas keturiais pakartojimais. Kiekvieno varianto vienam pakartojimui buvo užsėta 10 vegetacinių indelių. Iš viso eksperimente jų buvo 400 vnt.

Fotosintezės pigmentų (chlorofilų a ir b bei karotinoidų) kiekis ( $\text{mg g}^{-1}$ ) žalioje mikrožalumynų masėje nustatytas spektrofotometriniu metodu. Spektrofotometru JENWAY 7300 matuota šviesos absorbcija, bangos ilgis 662 nm, 644 nm ir 441 nm atitinkamai chlorofilo a, chlorofilo b ir karotinoidų koncentracijoms mikrožalumynuose nustatyti (Del Caro ir kt., 2006). Lapinių ridikėlių produktyvumas nustatytas nupjovus ir pasvėrus kiekviename vegetaciniame inde užaugusių mikrožalumynų antžeminę dalį.

Tyrimai atlikti VDU ŽŪA Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų katedros Žemės ūkio augalų mitybos laboratorijoje. Tyrimų duomenys įvertinti dviejų veiksnių dispersinės analizės metodu DISVEG, iš programų paketo „Selekcija“. Esminiai skirtumai tarp variantų vidurkių nustatomi pagal Fišerio kriterijų ir mažiausio esminio skirtumo ribą  $R_{0,05}$  (Tarakanovas, Raudonius, 2003).

## Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Tiriant auginimo terpių įtaką dviejų veislių lapinių ridikėlių chlorofilo a kiekiui nustatyta, kad ridikėliuose ‘China rose’ chlorofilo a buvo esmingai daugiau, nei ridikėliuose ‘Sango’ juos auginant visose auginimo terpėse, išskyrus agroperlitą (1 pav.). Growfoam granulės, mineralinė vata ir medžio plaušas lėmė esmingai ( $P < 0,05$ ) didesnę chlorofilo a kiekį ridikėlių ‘China rose’ mikrožalumynuose, lyginant su chlorofilo a kiekiu, sukauptu ridikėliuose ‘China rose’, kurie augo agroperlite. Didžiausią kiekį ( $1,41 \text{ mg g}^{-1}$ ) chlorofilo a ridikėliai ‘Sango’ sukauptė auginami mineralinėje vatoje ir agroperlite. Chlorofilo a kiekis buvo statistiškai patikimai ( $P < 0,05$ ) 15 proc. didesnis nei chlorofilo a kiekis ridikėliuose ‘Sango’, auginuose medžių ir kokosų plaušuose. Ridikėlius ‘Sango’ auginant medžių plauše, Growfoam granulėse ir kokosų plauše chlorofilo a kiekis mikrožalumynuose esmingai nesiskyrė.



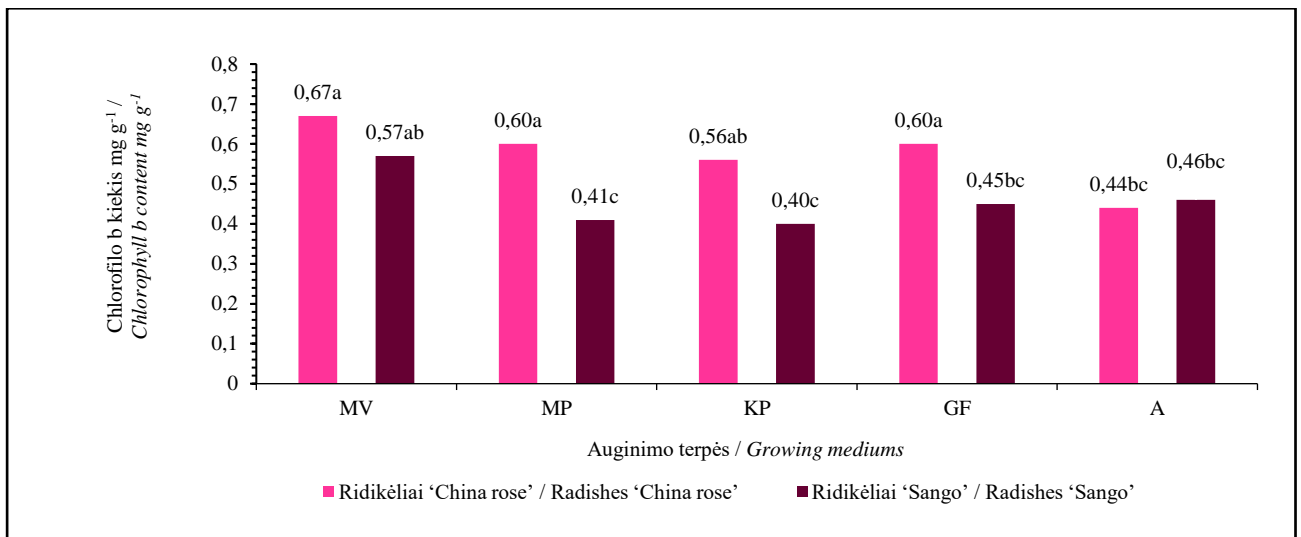
Pastaba. Tarp variantų vidurkių, pažymėtų skirtingomis raidėmis (a, b, c, d), skirtumai yra esminiai.  $R_{0,05(A \times B)} = 0,18$ . Auginimo terpės: MV – mineralinė vata, MP – medžių plaušas, KP – kokosų plaušas, GF – Growfoam, A – agroperlitas.

Note: averages of treatments, which are marked with different letters (a, b, c, d) are significant.  $R_{0,05(A \times B)} = 0,18$ . Growing mediums: MV – rock wool, MP – wood fiber, KP – coconut fiber, GF – ‘Growfoam’, A – agroperlite.

**1 pav.** Chlorofilo a kiekis skirtingose terpėse auginamų lapinių ridikėlių mikrožalumynuose

**Fig. 1.** Chlorophyll a content in leafy radish microgreens grown in different media

Auginimo terpės turėjo įtakos chlorofilo b kiekiui lapiniuose ridikėliuose (2 pav.). Mineralinėje vatoje auginami ridikėliai ‘China rose’ ir ‘Sango’ sukauptė didžiausius chlorofilo b kiekius, atitinkamai  $0,67 \text{ mg g}^{-1}$  ir  $0,57 \text{ mg g}^{-1}$ . Esminių skirtumų chlorofilo b kaupimui nenustatyta ridikėlius ‘China rose’ auginant mineralinėje vatoje, medžio plauše, kokosų plauše ar Growfoam granulėse.



Pastaba. Tarp variantų vidurkių, pažymėtų skirtingomis raidėmis (a, b, c), skirtumai yra esminiai.  $R_{0,05(A \times B)} = 0,134$ . Auginimo terpės: MV – mineralinė vata, MP – medžių plaušas, KP – kokosų plaušas, GF – Growfoam, A – agroperlitas.

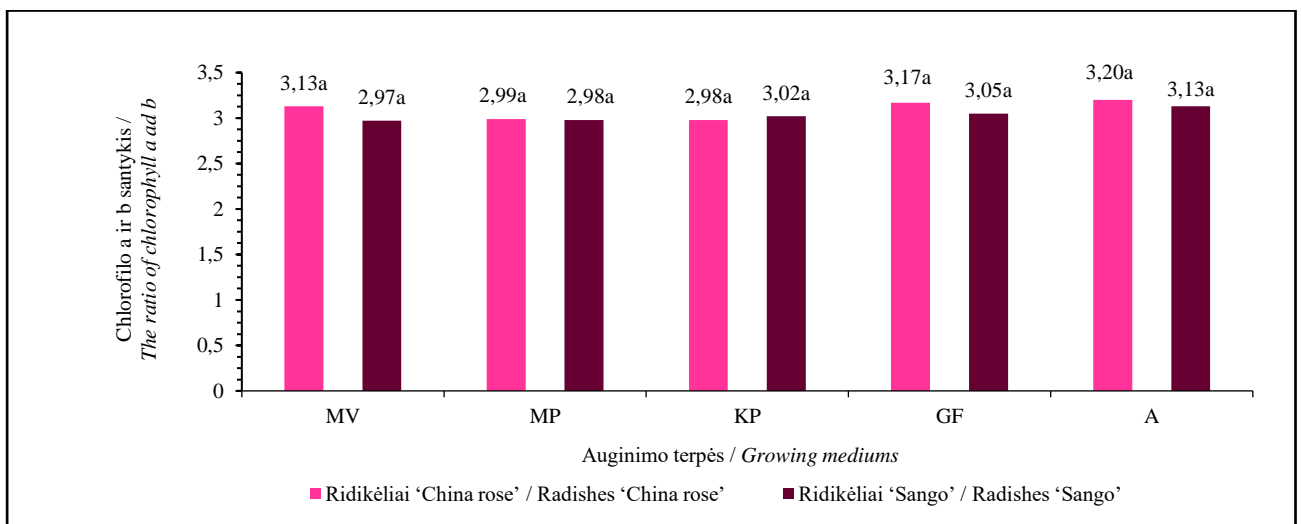
Note: averages of treatments, which are marked with the different letters (a, b, c) are significant.  $R_{0,05(A \times B)} = 0,134$ . Growing mediums: MV – rock wool, MP – wood fiber, KP – coconut fiber, GF – 'Growfoam', A – agroperlite.

### 2 pav. Chlorofilo b kiekis skirtingose terpėse augintų lapinių ridikėlių mikrožalumynuose

Fig. 2. Chlorophyll b content in leafy radish microgreens grown in different media

Ridikėlius 'Sango' auginant medžių plauše, kokosų plauše, Growfoam granulėse ir agroperlite nustatyta, kad šios auginimo terpės esminės įtakos chlorofilo b kaupimuisi ridikėlių lapuose neturėjo. Agroperlite augusių ridikėlių 'Sango' sukauptas chlorofilo b kiekis buvo 13 proc. didesnis, lyginant su ridikėlių 'Sango' sukauptu chlorofilo b kiekiu, kurie augo kokosų plauše, tačiau šis skirtumas nebuvo statistiškai reikšmingas. Mažiausias chlorofilo b kiekis (0,40 mg g<sup>-1</sup>) nustatytas ridikėlių 'Sango' mikrožalumynuose, juos auginant kokoso plauše.

Tyrimuose naudotos auginimo terpės – mineralinė vata, medžių plaušas, agroperlitas, kokosų plaušas, Growfoam granulės, reikšmingos įtakos chlorofilo a ir b santykiui lapiniuose ridikėliuose neturėjo (3 pav.).



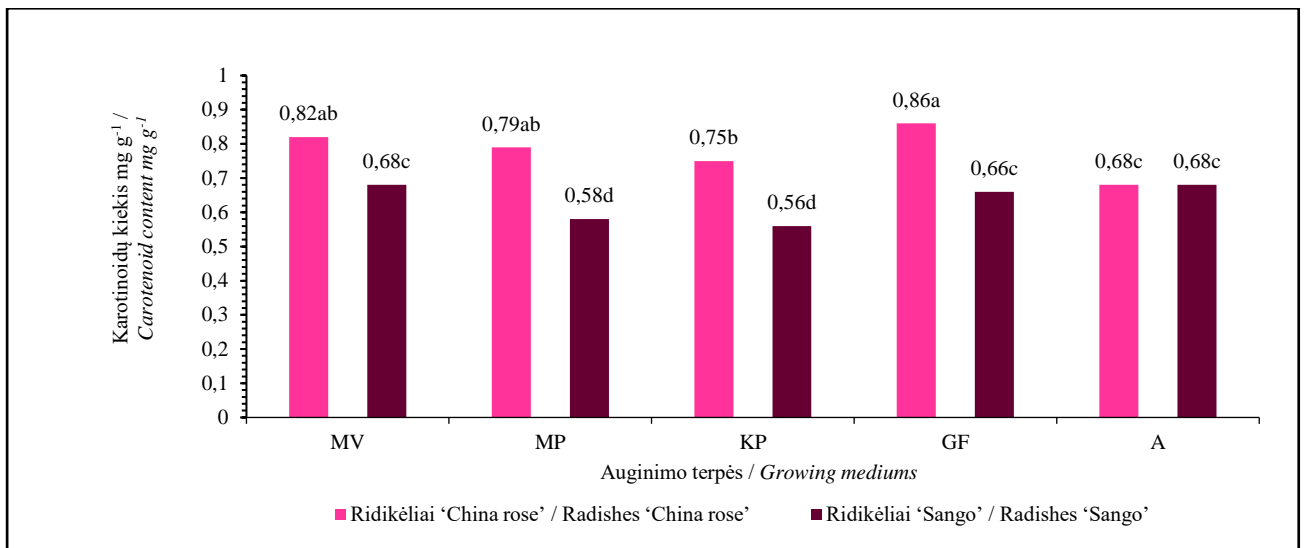
Pastaba. Tarp variantų vidurkių esminių skirtumų nėra ( $P > 0,05$ ).  $R_{0,05(A \times B)} = 0,317$ . Auginimo terpės: MV – mineralinė vata, MP – medžių plaušas, KP – kokosų plaušas, GF – Growfoam, A – agroperlitas.

Note: there are no significant differences between the means of the variants ( $P > 0,05$ ).  $R_{0,05(A \times B)} = 0,317$ . Growing mediums: MV – rock wool, MP – wood fiber, KP – coconut fiber, GF – 'Growfoam', A – agroperlite.

### 3 pav. Chlorofilo a ir b santykis skirtingose terpėse augintų lapinių ridikėlių mikrožalumynuose

Fig. 3. The ratio of chlorophyll a and b in leafy radish microgreens grown in different media

Ištyrus, kaip skirtingos auginimo terpės veikia karotinoidų kiekį lapiniuose ridikėliuose, nustatyta, kad didžiausias vidutinis karotinoidų kiekis buvo lapiniuose ridikėliuose 'China rose', juos auginant Growfoam granulėse, tačiau šis kiekis esmingai nesiskyrė nuo karotinoidų kiekio ridikėliuose 'China rose', kurie augo mineralinėje vatoje ir medžių plauše. Kokosų plauše augintuose ridikėliuose 'China rose' karotinoidų kiekis nustatytas beveik 13 proc. – esmingai ( $P < 0,05$ ) mažesnis nei auginant mikrožalumynus Growfoam granulėse. Mažiausi karotinoidų kiekiai susikaupė kokosų ir medžių plaušuose augintuose ridikėliuose 'Sango', atitinkamai 0,56 mg g<sup>-1</sup> ir 0,58 mg g<sup>-1</sup>.



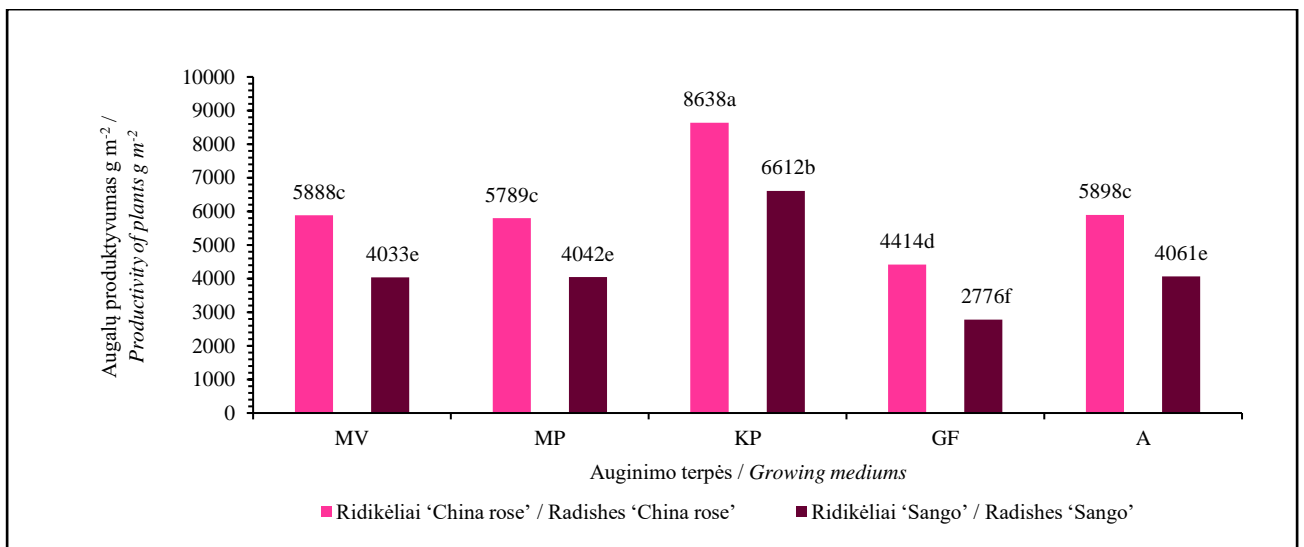
Pastaba. Tarp variantų vidurkių, pažymėtų skirtingomis raidėmis (a, b, c, d), skirtumai yra esminiai.  $R_{0,05(A \times B)} = 0,069$ . Auginimo terpės: MV – mineralinė vata, MP – medžių plaušas, KP – kokosų plaušas, GF – Growfoam, A – agroperlitas.

Note: averages of treatments, which are marked with different letters (a, b, c, d) are significant.  $R_{0,05(A \times B)} = 0,069$ . Growing mediums: MV – rock wool, MP – wood fiber, KP – coconut fiber, GF – 'Growfoam', A – agroperlite.

**4 pav.** Karotinoidų kiekis skirtingose terpėse augintų lapinių ridikėlių mikrožalumynuose

**Fig. 4.** The content of carotenoids in leafy radish microgreens grown in different media

Esminę įtaką lapinių ridikėlių mikrožalumynų produktyvumui turėjo ridikėlių veislė (5 pav.). Visose tirtose auginimo terpėse auginami veislės 'China rose' ridikėliai buvo esmingai produktyvesni už veislės 'Sango' ridikėlius. Kokosų plauše auginti ridikėliai 'China rose' ir 'Sango' sukaupė didžiausią antžeminės dalies masę, atitinkamai 8638 ir 6612 g m<sup>-2</sup>. Ridikėliai 'China rose', augdami kokosų plauše, užaugino esmingai beveik 2 kartus daugiau masės, lyginant su mase ridikėlių 'China rose', augusių Growfoam granulėse.



Pastaba. Tarp variantų vidurkių, pažymėtų skirtingomis raidėmis (a, b, c, d, e, f), skirtumai yra esminiai.  $R_{0,05(A \times B)} = 244,44$ . Auginimo terpės: MV – mineralinė vata, MP – medžių plaušas, KP – kokosų plaušas, GF – Growfoam, A – agroperlitas.

Note: averages of treatments, which are marked with different letters (a, b, c, d, e, f) are significant.  $R_{0,05(A \times B)} = 244,44$ . Growing mediums: MV – rock wool, MP – wood fiber, KP – coconut fiber, GF – 'Growfoam', A – agroperlite

**5 pav.** Auginimo terpių įtaka lapinių ridikėlių produktyvumui

**Fig. 5.** The influence of growing mediums on the productivity of leafy radish

Ridikėlius 'China rose' ir 'Sango' auginant mineralinėje vatoje, medžių plauše ir agroperlite nustatyta, kad šiose auginimo terpėse augintų kiekvienos veislės ridikėlių antžeminės dalies masė esmingai nesiskyrė. Growfoam granulėse augę ridikėliai 'China rose' užaugino 37 proc. esmingai daugiau masės nei šioje terpėje augę ridikėliai 'Sango'.. Esmingai mažiausią antžeminės dalies masę (2776 g m<sup>-2</sup>) užaugino ridikėliai 'Sango', augę Growfoam granulėse.

## Išvados

1. Visose tirtose auginimo terpėse, išskyrus agroperlitą, augintuose ridikėliuose 'China rose' buvo nustatytas esmingai didesnis chlorofilo a, b ir karotinoidų kiekis nei ridikėliuose 'Sango'.

2. Auginimo terpės ir ridikėlių veislė chlorofilo a ir b santykiui mikrožalumynuose reikšmingos įtakos neturėjo.
3. Visose tirtose auginimo terpėse auginami veislės 'China rose' ridikėliai buvo esmingai produktyvesni už 'Sango' veislės ridikėlius. Kokosų plauše augę abiejų veislių ridikėlių mikrožalumynai užaugino esmingai didesnę antžeminės dalies masę nei ridikėliai, augę kitose auginimo terpėse.

## Literatūra

1. Brentlinger D. J. 2005. New trends in hydroponic crop production in the US. In *International Conference and Exhibition on Soilless Culture*, p. 31–33.
2. Del Caro A., Vacca V., Poiana M., Fenu P., Piga A. 2006. Influence of technology, storage and exposure on components of extra virgin olive oil (Bosana cv) from whole and de-stoned fruits. *Food Chemistry*, Vol. 98(2), p. 311–316.
3. Di Gioia F.; De Bellis P., Mininni C., Santamaria P., Serio F. 2017. Physicochemical, agronomical and microbiological evaluation of alternative growing media for the production of rapini (*Brassica rapa* L.) microgreens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 97(4), p. 1212–1219.
4. Domínguez-Perles R., Mena P., Garcia-Viguera C., Moreno D. A. 2014. Brassica foods as a dietary source of vitamin C: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, Vol. 54(8), p. 1076–1091.
5. Ying Q.; Kong Y.; Jones-Baumgardt C.; Zheng Y. 2020. Responses of yield and appearance quality of four Brassicaceae microgreens to varied blue light proportion in red and blue light-emitting diodes lighting. *Scientia Horticulturae*, Vol. 259, 108857.
6. Mir S. A.; Shah M. A.; Mir M. M. 2017. Microgreens: Production, shelf life, and bioactive components. *Critical reviews in food science and nutrition*, Vol. 57(12), p. 2730–2736.
7. Mithen, R. F.; Dekker, M.; Verkerk, R.; Rabot, S.; Johnson, I. T. 2000. The nutritional significance, biosynthesis and bioavailability of glucosinolates in human foods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 80(7), p. 967–984.
8. Murphy, c. J. L.; Iort, k. F.; pill, w. G. 2010. Factors affecting the growth of microgreen table beet. *International journal of vegetable science*, Vol. 16(3), p. 253–266.
9. Sardare, M. D., Admane, S. V. 2013. A Review on Plant without Soil-Hydroponics. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, Vol. 2(3), p. 299–304.
10. Tarakanovas, P., Raudonius, S. 2003. *Agronominių tyrimų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, STAT-PLOT iš paketo „Selekcija“ ir „Irristat“*. Akademija, Kėdainių r., p. 57.
11. Verkerk, R.; Schreiner, M.; Krumbein, A.; Ciska, E.; Holst, B.; Rowland, I.; De Schrijver, R.; Hansen, M.; Gerhäuser, C.; Mithen, R.; Dekker, M. 2009. Glucosinolates in Brassica vegetables: the influence of the food supply chain on intake, bioavailability and human health. *Molecular nutrition and food research*, Vol. 53(S2), p. 219–220.
12. Xiao, Z.; Bauchan, G.; Nichols-Russell, L.; Luo, Y.; Wang, Q.; Nou, X. 2015. Proliferation of *Escherichia coli* O157:H7 in soil-substitute and hydroponic microgreen production systems. *Journal of food protection*, Vol. 78(10), p. 1785–1790.
13. Xiao, Z.; Lester, G. E.; Luo, Y.; Wang, Q. 2012. Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible microgreens. *Journal of agricultural and Food Chemistry*, Vol. 60(31), p. 7644–7651.

## THE INFLUENCE OF GROWING MEDIUMS ON THE QUALITATIVE INDICATORS AND PRODUCTIVITY OF LEAFY RADISH

### Summary

The experiment was carried out in June 2022 in hydroponics of the small partnership 'Grainis'. The aim of the research – to investigate the influence of different growing media on the photosynthetic indicators and productivity of two varieties of leafy radish. Experiment variants: factor A - growing media: 1) mineral wool, 2) wood fiber, 3) coconut fiber, 4) Growfoam granules, 5) agropperlite; factor B – leafy radish varieties: 1) leafy radish 'Sango', 2) leafy radish 'China rose'.

In all studied growing media, except for agropperlite, significantly higher levels of chlorophyll a, b and carotenoids were found in radishes 'China rose' than in radishes 'Sango'. The highest amount of chlorophyll a was determined in 'China rose' microgreens grown in 'Growfoam' granules and was substantial - 12 and 25 percent higher than the amount of chlorophyll a found in radish grown in coconut fiber and agropperlite, respectively. Growing media and radish variety had no significant effect on the ratio of chlorophyll a and b in microgreens. Radishes of the variety 'China rose' grown in all studied media were significantly more productive than radishes of the variety 'Sango'. Radish microgreens of both varieties grown in coconut fiber had the highest mass of above ground part and were significantly ( $P < 0.05$ ) more productive than radishes grown in other media.

**Keywords:** radish microgreens, growing media, photosynthetic pigments.