

PAPILDOMO AGURKŲ DAIGŲ APŠVIETIMO *Hortiled* TIPO LEMPOMIS ĮTAKA VAISIŲ KOKYBEI IR DERLIUI

Donatas Klimavičius, Dalė Šumskienė, Lina Skinulienė,
Živilė Juknevičienė, Paulius Mozūraitis

Kauno kolegija

Anotacija. Šviesa yra pagrindinis energijos šaltinis augalams. Visos šviesos savybės įtakoja augalų vystymąsi ir organų formavimąsi. Papildomas dirbtinis apšvietimas tampa vis populiaresniu pasirinkimu. Įvairiems augalams galima užtikrinti geriausias apšvietimo sąlygas ir net padidinti derlių bei kokybę. Tyrimai atlikti Kauno kolegijos Informatikos, inžinerijos ir technologijų fakulteto, Maisto ir agrotechnologijų katedros laboratorijose 2022 metais. Darbo tikslas buvo įvertinti papildomo apšvietimo *Hortiled* tipo lempomis įtaką agurkų daigų ir vaisių kokybei bei derliaus kiekiui. Tyrimo objektas – paprastojo agurko (*Cucumis sativus* L.) hibridas „Wisconsin SMR 58“. Kontrolė laikyta įprastomis sąlygomis, be papildomo apšvietimo. Auginant daigus ir augalus buvo naudojamas $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ fotonų srauto tankis, puslaidininkių lempų skleidžiama šviesa kartu su lauko šviesa dienos metu. Naudojant laiko reguliatorių apšvietimas automatiškai buvo įjungiamas 14 valandų laikotarpiui. Eksperimentas atliktas trimis pakartojimais. Augalų biometriniai parametrai vertinti nuo gegužės 2 d. iki birželio 11 d. Fiksuota daigų kokybė, sverti ir vertinti vaisiai. Taip pat buvo nustatytas tirpiųjų sausųjų medžiagų (proc.), nitratų $\text{NO}_3\text{-N}$ (ppm) kiekis vaisiuose, chlorofilo kiekio indekso pokyčiai lapuose. Atlikto tyrimo duomenimis, kontrolinio varianto daigai buvo labiau ištįsę, o naudojant papildomą apšvietimą 16 proc. žemesni. Hipokotilio skersmuo tarp variantų skyrėsi 0,19 cm. Naudojant *Hortiled* tipo lempų apšvietimą, agurkų daigų skersmuo buvo didesnis. Nustatyta, kad papildomas apšvietimas lėmė didesnę chlorofilo kiekį – 299. Tačiau didelio pokyčio lyginant su kontroliniu variantu nebuvo. Kontroliniai augalai buvo labiau ištįsę, todėl užmezgė mažiau vaisių. Su papildomu apšvietimu augintų agurkų daigai buvo kompaktiškesni, suformavo daugiau žiedų, o tai įtakojo didesnę vaisių kiekį. Nitratų $\text{NO}_3\text{-N}$ (ppm) kiekis vaisiuose skyrėsi beveik 2 kartus (lyginant su kontrole). Su *Hortiled* tipo lempomis apšviesti agurkai nitratų sukaupė reikšmingai mažiau.

Reikšminiai žodžiai: apšvietimo sistemos, agurkai, „Wisconsin SMR 58“, vaisių kokybė

Įvadas

Paprastasis agurkas (*Cucumis sativus* L.) kilęs iš šiaurės vakarų Indijos, labai paplitęs visame pasaulyje. Į Europą atvežtas daugiau kaip prieš 4 000 metų (Vaidelys ir Jukštienė, 2023). Šiuo metu išvesta daug skirtingų veislių ir hibridų, kurie skirti auginti lauke ir šiltnamiuose (Jaime ir kt., 2012; Neufeld ir kt., 2017).

Agurkai nekaloringi, bet juose gausu maistinių medžiagų: baltymų, kalcio, fosforo, geležies, kalio, karotino; vitaminų: B₂, C, E, niacino. Agurkai gali sumažinti cukraus kiekį kraujyje, gerina apetitą, virškinimą (Zhang ir kt., 2024).

Renkantis veisles svarbu, kad vaisiai turėtų išskirtinių savybių: tinkamą išvaizdą, gerą skonį, greitai pritaptų prie vietos sąlygų ir gausiai derėtų (Klimavičius, 2013). Gausų vaisių derlių lemia gera sėklų bei daigų kokybė, taikomos auginimo technologijos ir tinkamos veislės pasirinkimas. Sėklų dygimui ir augimui būtinas vanduo, optimali temperatūra, deguonis ir šviesa (Huq ir kt., 2024; Mankotia ir kt., 2024; Šumskienė, 2023). Skirtingiems augalams šviesos reikia nevienodai. Normaliai augti ir vystytis augalai gali tik tada, kai suderinti ir tam tikri aplinkos veiksniai: temperatūra, drėgmė ir kita (Kasulevičiūtė, 2013). Papildomas daigų apšvietimas turi įtakos augalų fiziologiniam vystymuisi, produktyvumui ir vaisių kokybei (Bliznikas ir kt., 2009; Juknevičienė ir kt., 2011). Todėl kuriamos vis naujos puslaidininkės lempos (Brazaitytė ir kt., 2009). Papildomų šviesos diodų (LED) technologija gali būti naudojama kaip papildoma priemonė pagerinti skirtingų augalų maistinę kokybę (Brazaitytė ir kt., 2021; Vaštakaitė-Kairienė ir kt., 2016). Ieškant inovacijų kuriamos naujo tipo lempos, pasižyminčios naujais šviesos spektrinių komponentų deriniais (Bagdonavičienė ir kt., 2015). Auginant agurkus svarbiausios šviesos spektro komponentės – raudona ir mėlyna šviesa (Wenke, 2012). Raudonos šviesos spektras įtakoja fotomorgenezės procesus ir skatina chlorofilo *b* sintezę augaluose (Olle, Viršilė, 2013). Ji taip pat reguliuoja hopokotilio skersmenį ir aukštį, didina sausųjų medžiagų kiekį augale, lapų skaičių ir jų plotą bei skatina augimą ir vystymąsi.

1 lentelė. Skirtingo šviesos spektro įtaka augalų metabolitų kiekiui (Hortiled, 2014)

Šviesos spektras	Sacharidai	Nitratai	Antioksidantai	Fenoliai	Antocianai	Karotinoidai	Askorbo rūgštys
Raudona	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑
Geltona / oranžinė				↑		↑	
Žalia		↓		↑		↑	
Mėlyna	↑						↑
UV-A			↑	↑			
UV-B			↑	↑	↑		

Mėlyna šviesa įtakoja chlorofilo *a* sintezę, didina fotosintezės intensyvumą, susilpnina augalų tįsimą ir didina sausųjų medžiagų kiekius skirtingose augalo dalyse (Urbonavičiūtė ir kt., 2008; Kasulevičiūtė, 2013).



1 pav. Hortiled tipo papildomo apšvietimo lempos

Šviesos spektras ir intensyvumas lemia daigų augimą, derlių, jo kokybę ir yra svarbus fotosintetiniams rodikliams (Fan ir kt., 2013). Agurkų daigų fotosintezės intensyvumas ir žiedynų išsivystymas priklauso nuo papildomo apšvietimo lempos tipo parinkimo. Tyrimais įrodyta, kad naudojant *Hortiled* tipo lempas augalai geriau įsisavina mineralines maisto medžiagas, mažėja energijos sąnaudos ir didėja augalų produktyvumas (Vaštakaitė ir kt., 2016).

Veislių pasirinkimas, auginimo technologijos ir daigų kokybė yra svarbiausi augalų derlingumui. Daigų kokybei daug reikšmės turi ir tokios sąlygos kaip temperatūra, drėgmė, apšviestumas ir maisto medžiagos. Vidutiniškai agurkų daigai užauga per mėnesį (25–30 dienų), todėl pavasarinio tipo plėvele dengtuose šiltnamiuose jų sėklos yra sėjamos kovo pabaigoje arba balandžio pradžioje. Sėklų sėjimui naudojami specialiai agurkams paruošti durpiniai mišiniai, kurių rūgštumas pH_{KCH} 6,2–6,8, substrato struktūra 0–20 mm, į daigyklas arba 10–12 cm skersmens indus. „Dažniausiai sėklos sėjamos po vieną, gulsčiai, 1–2 cm gyliu. Optimali temperatūra sėklų dygimui turi būti apie 24–26 °C šilumos. Sudyigus sėkloms, po 2–3 dienų, temperatūra sumažinama 2–3 laipsniais. Išaugus pirmajam tikrajam lapeliui, po 7–10 dienų, aplinkos temperatūra sumažinama iki 20 °C šilumos“ (Klimavičius, 2013, p. 71–72). Substrato temperatūra turi būti 20–24 °C šilumos, santykinė aplinkos oro drėgmė 60–70 proc. Augimo laikotarpiu daigai laistomi šiltu 22–25 °C vandeniu ir labai svarbu neperlieti augalų bei laikyti purų substratą.

Esant poreikiui tręšiami kompleksinių trąšų 0,1–0,15 proc. koncentracijos tirpalu. Agurkų daigai ypač jautrūs azoto trąšų pertekliui ir substrato pertekliniam rūgštingumui.

Tyrimo rezultatai bus aktualūs daržininkystės versle siekiant optimizuoti auginimo technologijas, gerinant derliaus kokybę.

Tyrimo tikslas – įvertinti papildomo apšvietimo *Hortiled* tipo lempomis įtaką agurkų daigų, vaisių kokybei ir derliaus kiekiui.

Tyrimo objektas – paprastojo agurko (*Cucumis sativus* L.) hibridas „Wisconsin SMR 58“ ir kontrolė.

Tyrimo metodika

Ekspertas buvo atliktas 2022 metais Kauno kolegijos Inžinerijos, informatikos ir technologijų fakulteto Maisto ir agrotechnologijų katedros agrotechnologijų laboratorijose. Tirtas paprastojo agurko (*Cucumis sativus* L.) hibridas „Wisconsin SMR 58“, jo daigų auginimo, derėjimo, vaisių kokybės priklausomybė nuo *Hortiled* tipo šviestuvo naudojimo. Kontrolė laikyta įprastomis sąlygomis, be papildomo apšvietimo. Veislė ankstyva, dera praėjus 58 dienoms nuo sėjos, atspari ligoms ar nepalankioms oro sąlygoms.

Augalai buvo auginami polimeriniuose vazonuose (10 l), pripildytuose nurūgštintų durpių substratu ir papildytuose ilgo veikimo trąšomis NPK 14-16-18, 1,2 kg/m³. Auginant daigus ir augalus buvo naudojamas 250 μmol m⁻² s⁻¹ fotonų srauto tankis, puslaidininkių lempų skleidžiama šviesa kartu su lauko šviesa dienos metu. Naudojant laiko reguliatorių apšvietimas automatiškai įjungiamas 14 valandų laikotarpiui.

Eksperimentas atliktas trimis pakartojimais. Augalų biometriniai parametrai vertinti nuo gegužės 2 d. iki birželio 11 d. Augalų augimo metu buvo nustatytas drėgmės kiekis ir jie laistomi pagal poreikį. Taip pat nustatyta daigų kokybė, sverti ir įvertinti vaisiai. Matuotas hipokotilio aukštis (cm) ir skersmuo (cm), augalų aukštis (cm), lapų plotas (cm²), lapų skaičius (vnt).

Įvertinant kokybinius rodiklius buvo nustatinėjami įvairūs parametrai, kurie pateikti 2 lentelėje.

2 lentelė. Kokybinių rodiklių nustatymas agurkų vaisiuose (sudaryta autorių)

Nr.	Kokybinių rodiklių pavadinimas	Nustatymo metodas
1.	Atitiktis vaisių klasei	Vizualiai (Viškelis, 2003)
2.	Vaisių skaičius nuo augalo	Vizualiai, skaičiuojant
3.	Vaisiaus svoris	Sveriant
4.	Forma	Vizualiai (Viškelis, 2003)
5.	Tirpiųjų sausųjų medžiagų kiekis	Refraktometru (PAL-1)
6.	Nitratų kiekis	Elektroniniu matavimo prietaisu (B-343), jonų elektronų metodu
7.	Chlorofilo kiekio indekso pokyčiai lapuose	Skaitmeniniu matavimo prietaisu CM1000

Tyrimai atlikti pagal LAMMC filialo Sodininkystės ir daržininkystės instituto 2003 metais sukurta tyrimo metodiką „Kokybės reikalavimų taikymas šviežiems vaisiams ir daržovėms“ (Viškelis, 2003).

Analizė

Agurkai buvo auginami remiantis bendra Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro Sodininkystės ir daržininkystės instituto (LAMMC SDI) mokslininkų parengta auginimo metodika (Sasnauskas ir kt., 2013). Agurkų veislės „Wisconsin SMR 58“ sėklos buvo sėtos daigyklose balandžio 2 dieną į specialiai agurkams paruoštą durpinį mišinį, kurio rūgštumas pH_{KCH} 6,2–6,8, substrato struktūra 0–20 mm.

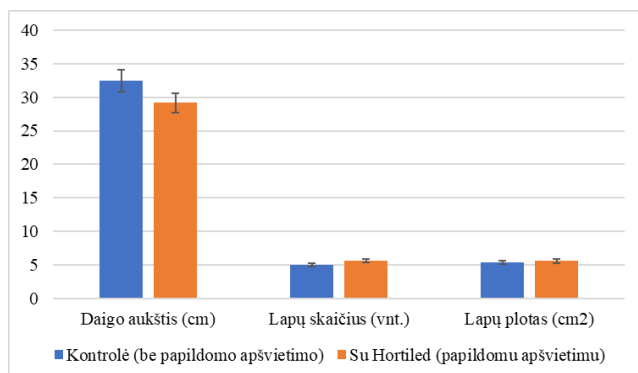


2 pav. Agurkų daigai

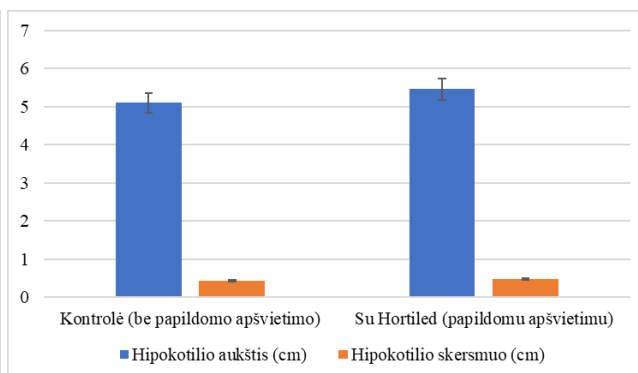
Daigų auginimo metu buvo reguliuojama dirvožemio substrato drėgmė, augalai papildomai tręšiami 0,1 proc. koncentracijos kompleksinėmis NPK trąšomis. Daigai, atitinkantys standartą, užaugo per 25 dienas. Daigų, augintų naudojant *Hortiled* lempas, ir kontrolės variantų be papildomo apšvietimo kokybės vertinimo duomenys pateikti 3–5 paveiksluose.

Pagrindiniai agurkų daigų kokybiniai rodikliai: daigo aukštis, lapų skaičius, lapų plotas, hipokotilio aukštis ir hipokotilio skersmuo.

Agurkų daigų aukštis, lapų skaičius bei lapų plotas buvo panašūs. Šiems agurkų kokybiniais rodikliais naudojamos *Hortiled* tipo lempos esminės įtakos neturėjo.



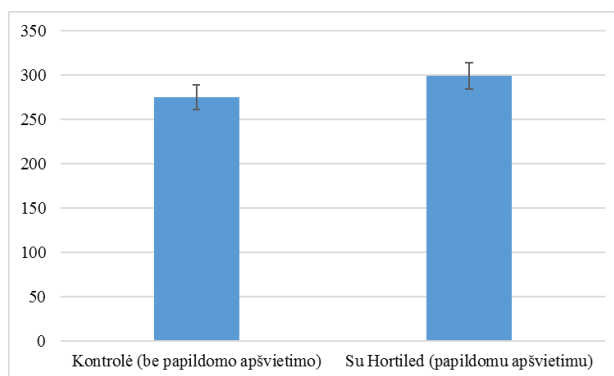
3 pav. Agurkų daigų kokybiniai rodikliai



4 pav. Agurkų daigų kokybiniai rodikliai

(*3–5 pav. mėlyna spalva – kontrolė, oranžinė – su *Hortiled* tipo lempomis)

Kokybiški agurkų daigai turi būti žemi (hipokotilio aukštis iki 5 cm), stipriu ir storu stiebu, trumpais tarpbambliais ir tamsiai žaliais lapais. Norint užauginti tokius daigus šiltnamiuose, vienas iš svarbiausių veiksnių yra tinkamai parinktas papildomas apšvietimas (Hortiled, 2014). Atlikto tyrimo duomenimis, kontrolinio varianto daigai buvo labiau ištįsę, o naudojant papildomą apšvietimą 16 proc. žemesni. Hipokotilio skersmuo tarp variantų skyrėsi 0,19 cm. Naudojant *Hortiled* tipo lempas, agurkų daigų skersmuo buvo didesnis. Nors tai, manoma, neįtakojo augalo aukščio.



5 pav. Chlorofilo indekso kiekis agurkų daiguose

Svarbiausią vaidmenį fotosintezėje atlieka žali pigmentai – chlorofilai. Chlorofilo indeksas parodo chlorofilo kiekį daržovių / agurkų lapuose. Pagal tai galima spręsti apie pačio augalo būklę, mitybos sąlygas bei galima nuspėti derlingumą (Romaneckas, 2018). Tyrimo duomenimis, papildomas apšvietimas lėmė didesnę chlorofilo kiekį – 299. Tačiau didelio pokyčio lyginant su kontroliniu variantu nebuvo. Nors galima teigti, kad sudarius optimalų šviesos režimą galima pagreitinti fotosintezės procesą, kuomet augalai geriau auga ir dera, kaip teigiama ir Kasiulevičiūtės (2013) atliktuose tyrimuose.

Visi augalai, auginti naudojant *Hortiled* lempas, atitiko standarte numatytus reikalavimus. Agurkai derėti pradėjo gegužės 2 dieną ir produktyvūs buvo iki birželio 11 dienos. Duomenys apie agurkų derlingumo rodiklius pateikti 3 lentelėje.

3 lentelė. Agurkų vaisių derliaus vertinimas

Pakartojimai	Kontrolė	su <i>Hortiled</i>
Bendras vaisių kiekis (vnt.)	8	19
Suminis vaisių svoris (g)	616,24	1 406,57
Vidutinė vaisiaus masė (g)	77,03	74,03

Naudojant *Hortiled* tipo lempų papildomą apšvietimą agurkams nustatyta, kad papildomas apšviestumas turėjo įtakos augalų žydėjimo intensyvumui ir vaisių gausai derėjimo pradžioje, gegužės 1–15 dienomis. Kontroliniai augalai (2 lentelė) buvo labiau ištįsę, todėl užmezgė mažiau vaisių. Su papildomu apšvietimu augintų agurkų daigai buvo kompaktiškesni, suformavo daugiau žiedų, kas įtakojo didesnę vaisių kiekį. Vertinant vidutinį vaisių svorį, kontroliniame variante jis buvo didesnis. Tai galima paaiškinti tuo, kad vaisių kiekis buvo mažesnis, bet vidutinio vaisiaus svoris – didesnis apie 3–14 g.

Agurkų dydžiai yra įvertinami sveriant, o trumpavaisiams agurkams šie reikalavimai yra netaikomi.

4 lentelė. Vaisių kokybės vertinimas

Pakartojimai	Kontrolė	Su Hortiled
Svorio vidurkis, g	77,03	74,03
Formos tipiskumas	tipiška	tipiška
Vaisiaus ilgis, cm	14,26	14,36
Sausųjų tirpiųjų medžiagų kiekis	3,18	3,56
Deformacijos	nėra	nėra
Kartumas	ne	ne
NO ₃ -N (ppm) kiekis	71,35	36,66
Atitiktis klasei	1	1

Agurkų vaisių požymiai atitiko veislei būdingus požymius: tipiška forma, nėra deformacijų, be apkartimo, priklauso pirmajai klasei. Vaisių spalva atitiko veislei būdingus požymius. Svorio vidurkis, vaisių ilgis bei sausųjų tirpiųjų medžiagų kiekis (žr. 3 lentelę) beveik nesiskyrė. Nitrato NO₃-N (ppm) kiekis vaisiuose skyrėsi beveik 2 kartus. Su Hortiled tipo lempomis apšviesti agurkai nitrato sukaupė reikšmingai mažiau, kaip ir kitų mokslininkų tyrimuose (Bagdonavičienė ir kt., 2015; Brazaitytė ir kt., 2009). Skirtingas šviesos spektras didina metabolitų kiekį augaluose, o nitrato kiekį mažina (ypač raudona ir žalia spektro spalva) (Hortiled, 2014; Wu ir kt., 2025; Hashemi ir kt., 2025).

Išvados

Agurkų daigų aukštis, lapų skaičius bei lapų plotas buvo panašūs. Šiems agurkų kokybiniais rodikliais naudojamos Hortiled tipo lempos esminės įtakos neturėjo. Atlikto tyrimo duomenimis, kontrolinio varianto daigai buvo labiau ištiesę, o naudojant papildomą apšvietimą 16 proc. žemesni.

Visi augalai, auginti naudojant Hortiled lempas, atitiko standarte numatytus reikalavimus. Su papildomu apšvietimu augintų agurkų daigai buvo kompaktiškesni, suformavo daugiau žiedų, kas įtakojo didesnę vaisių kiekį.

Agurkų vaisių požymiai atitiko veislei būdingus požymius. Svorio vidurkis, vaisių ilgis bei sausųjų tirpiųjų medžiagų kiekis buvo panašūs. Nitrato NO₃-N (ppm) kiekis vaisiuose skyrėsi beveik 2 kartus. Su Hortiled tipo lempomis apšviesti agurkai nitrato sukaupė reikšmingai mažiau, kaip ir kitų mokslininkų atliktuose tyrimuose.

Literatūra

1. Bagdonavičienė, A., Brazaitytė, A., Jankauskienė, J., Vaštakaitė, V., & Duchovskis, P. (2015). Pramoninių LED šviestuvų fotonų srauto tankio poveikis pomidorų daigams. *Žemės ūkio mokslai*, 22(2). <https://doi.org/10.6001/zemesukiomokslai.v22i2.3110>
2. Bagdonavičienė, A., Jankauskienė, J., Brazaitytė, A., Duchovskis, P., Novičkovas, A., & Dabašinskas, L. (2014). Comparison of light-emitting diodes and high-pressure sodium lamps on cucumber transplants grown in different substrates. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 33(1/2), 61–73. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20143319019>
3. Bliznikas, Z., Breivė, K., Novičkovas, A., Vitta, P., Žukauskas, A., & Duchovskis, P. (2009). Solid-state lamp for the improvement of nutritional quality of leafy vegetables. *Elektronika ir Elektrotechnika*, 96(8), 85–88. <https://eejournal.ktu.lt/index.php/elt/article/view/9959>
4. Brazaitytė, A., Duchovskis, P., Urbonavičiūtė, A., Samuolienė, G., Jankauskienė, J., Kasiulevičiūtė-Bonakėrė, A., ... & Žukauskas, A. (2009). The effect of light-emitting diodes lighting on cucumber transplants and after-effect on yield. *Žemdirbyste-Agriculture*, 96(3), 102–110. [https://www.zemdirbyste-agriculture.lt/96\(3\)tomas/96_3_tomas_102_118.pdf](https://www.zemdirbyste-agriculture.lt/96(3)tomas/96_3_tomas_102_118.pdf)
5. Brazaitytė, A., Miliauskienė, J., Vaštakaitė-Kairienė, V., Sutulienė, R., Laužikė, K., Duchovskis, P., & Małek, S. (2021). Effect of different ratios of blue and red led light on brassicaceae microgreens under a controlled environment. *Plants*, 10(4), 801. <https://doi.org/10.3390/plants10040801>
6. Fan, H. F., Du, C. X., & Guo, S. R. (2013). Nitric oxide enhances salt tolerance in cucumber seedlings by regulating free polyamine content. *Environmental and Experimental Botany*, 86, 52–59. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2010.09.007>
7. Hashemi, S. M., Kurenda, A., Karatepe, S., & Savidov, N. A. (2025). Balancing Yield and Sustainability: A Comparative Analysis of Supplemental Lighting in Commercial-Scale Cucumber Cultivation. *Horticulturae*, 11(1), 79. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11010079>
8. Hortiled. 2014. *Šviesa – įrankis augalų morfogenezei, produktyvumui ir kokybei valdyti (2 dalis)*. https://www.hortiled.lt/file/repository/Sviesos_itaka_LT.pdf

9. Huq, E., Lin, C., & Quail, P. H. (2024). Light signaling in plants—a selective history. *Plant Physiology*, 195(1), 213–231. <https://doi.org/10.1093/plphys/kiae110>
10. Jaime, M.; Lucero, J. M.; Sánchez, M. (2012). Innovación Tecnológica de Sistemas de Producción y Comercialización de Especies Aromáticas y Cultivos Élite en Agricultura Orgánica Protegida con Energías Alternativas de bajo Costo: Inteligencia de Mercado de Pepino; Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste S. C.: La Paz, Mexico. <https://www.cibnor.gob.mx/personal/bmurillo/hierbas/docs/inteligencia-mercado-pepino.pdf>
11. Juknevičienė, Ž., Samuolienė, G., Viršilė, A., Duchovskis, P., & Venskutoniene, E. (2011). Šviesos spektro sudėties įtaka bulvių (*Solanum tuberosum* L.) stiebagumbių apikalinio dominavimo slopinimui. *Žemės ūkio mokslai*, 18(1), 1–8. <https://doi.org/10.6001/zemesukiomokslai.v18i1.2182>
12. Kasiulevičiūtė, A. (2013). Šviesos spektro sudėties įtaka agurkų (*Cucumis sativus* L.) daigų auginimui ir fotosintezės pigmentų kiekiui. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 32(1/2), 67–76. <https://www.researchgate.net/publication/260369729>
13. Klimavičius D. (2013). *Sodininkystės ir daržininkystės technologijos II dalis*. Mastaičiai, Kauno kolegijos leidybos centras.
14. Mankotia, S., Jakhar, P., & Satbhai, S. B. (2024). HY5: a key regulator for light-mediated nutrient uptake and utilization by plants. *New Phytologist*, 241(5), 1929–1935. <https://doi.org/10.1111/nph.19516>
15. Neufeld, K. N.; Keinath, A. P.; Ojiambo, P. S. (2017). A model to predict the risk of infection of cucumber by *Pseudoperonospora cubensis*. *Microbial Risk Analysis*, 6, 21–30. <https://doi.org/10.1016/j.mran.2017.05.001>
16. Palaima, K., & Svetika, P. (1995). *Daržininkystė: vadovėlis aukštosios mokykloms*. Academia.
17. Šumskienė, D. (2023). *Augalinių ekstraktų įtaka biologiškai aktyvių medžiagų kiekiui daigintose pupinių augalų sėklose: daktaro disertacija*. Vytauto Didžiojo universitetas.
18. Olle, M., Viršilė, A. (2013). The effects of light-emitting diode lighting on greenhouse plant growth and quality. *Agricultural and Food Science*, 22(2), 223–234. <https://doi.org/10.23986/afsci.7897>
19. Urbonavičiūtė, A., Samuolienė, G., Brazaitytė, A., Jankauskienė, J., Kurilčik, A., Duchovskis, P., & Žukauskas, A. (2008). Augalų fotofiziologiniai tyrimai aukštosios technologijoms. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 27(3), 253–261. <https://www.researchgate.net/publication/237578134>
20. Romaneckas, K. (2018). *Tvaraus ūkininkavimo ir trumpos rotacijos su pupomis poveikis aplinkai, pasėlių produktyvumui ir bioekonominiam potencialui realizuojant ES Žalinimo programą*. Žemės ūkio, maisto ir žuvininkystės projektas. ASU, Akademija.
21. Sasnauskas, S. A., Tilvikienė, V., & Mašalaite, R. (2013). Mokslinės metodikos inovatyviems sodininkystės ir daržininkystės tyrimams. Iš *Mokslinės metodikos inovatyviems žemės ir miškų tyrimams*. Kaunas: Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry.
22. Vaidelys, J., & Jurkštienė, A. (2021). *Daržas mažame sklype: nuo agurkų iki žirnelių*. Terra Publica.
23. Vaštakaitė, V., Viršilė, A., Brazaitytė, A., Samuolienė, G., Jankauskienė, J., Novičkovas, A., & Duchovskis, P. (2017). Pulsed light-emitting diodes for a higher phytochemical level in microgreens. *Journal of agricultural and food chemistry*, 65(31), 6529–6534. DOI:10.1021/acs.jafc.7b01214
24. Viškelis, P. (2003). *Kokybės reikalavimų taikymas šviežiems vaisiams ir daržovėms*. LSDI.
25. Zhang, Z., Yang, X., Gao, Z., Zhang, M., Mu, S., Cheng, Y., & Qu, K. (2024). Effects of modification methods on the structural characteristics and functional properties of dietary fiber from cucumber. *Food Chemistry: X*, 24. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101808>
26. Wenke, L. (2012). Light environmental management for artificial protected horticulture. *Agrotechnology*, 1, 101. DOI:10.4172/2168-9881.1000101
27. Wu, W., Chen, L., Liang, R., Huang, S., Li, X., Huang, B., ... & Zhu, H. (2025). The role of light in regulating plant growth, development and sugar metabolism: a review. *Frontiers in Plant Science*, 15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1507628>

IMPACT OF ADDITIONAL LIGHTING OF CUCUMBER SEEDLINGS WITH *HORTILED-TYPE* LAMPS ON FRUIT QUALITY AND YIELD

Summary

Light is the main source of energy for plants. All properties of light influence plant development and organ formation. Additional artificial lighting is becoming an increasingly popular choice. The best lighting conditions for various plants can be ensured while simultaneously increasing yield and quality. The research was conducted in 2022 at the laboratories of the Department of Food and Agrotechnology at the Faculty of Computing, Engineering, and Technologies, Kauno kolegija Higher Education Institution. The study aimed to assess the impact of supplementary lighting with Hortiled-type lamps on the quality and yield of cucumber seedlings and fruit. The subject of the study was the hybrid of common cucumber (*Cucumis sativus* L.) 'Wisconsin SMR58'. The control group was kept under normal conditions without additional lighting. A photon flux density of $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ was used for growing seedlings and plants, with light from semiconductor lamps combined with natural daylight during the day. The lighting was automatically switched on for a 14-hour period using a timer. The experiment was carried out with three repetitions. The biometric parameters of the plants were evaluated from May 2 to June 11. Seedling quality was recorded, and fruits were weighed and evaluated. The content of soluble dry matter (in per cent), nitrates $\text{NO}_3\text{-N}$ (ppm) in fruits, and changes in chlorophyll content index in leaves were also determined. According to the study results, the control group seedlings were more elongated, while those with additional lighting were 16 per cent shorter. The hypocotyl diameter between the variants differed by 0.19 cm. With the Hortiled-type lighting, the diameter of the cucumber seedlings was larger. It has been found that the chlorophyll content was higher with additional lighting, i.e., 299. However, there was no significant change compared to the control group. The control plants were more elongated and, therefore, produced fewer fruits. Seedlings grown with additional lighting were more compact, and they formed more blossoms, which contributed to a higher fruit yield. The nitrate $\text{NO}_3\text{-N}$ (ppm) content in fruits differed almost twofold (compared to the control). The cucumbers grown with Hortiled-type lamps accumulated significantly fewer nitrates.

Keywords: lighting systems, cucumber, 'Wisconsin SMR 58', fruit quality

Informacija apie autorius

Donatas Klimavičius. Kauno kolegijos Informatikos, inžinerijos ir technologijų fakulteto Maisto ir agrotechnologijų katedros dėstytojas praktikas. Mokslinių tyrimų kryptys: žemės ūkis, agronomija.
El. pašto adresas: donatas.klimavicius@go.kauko.lt

dr. Dalė Šumskienė. Kauno kolegijos Informatikos, inžinerijos ir technologijų fakulteto Maisto ir agrotechnologijų katedros vyr. lektorė. Mokslinių tyrimų kryptys: žemės ūkis, agronomija.
El. pašto adresas: dale.sumskiene@go.kauko.lt

dr. Lina Skinulienė. Kauno kolegijos Informatikos, inžinerijos ir technologijų fakulteto Maisto ir agrotechnologijų katedros prodekanė mokslui. Mokslinių tyrimų kryptys: žemės ūkis, agronomija.
El. pašto adresas: lina.skinuliene@go.kauko.lt

dr. Živilė Juknevičienė. Kauno kolegijos Informatikos, inžinerijos ir technologijų fakulteto Maisto ir agrotechnologijų katedros dėstytoja praktikė. Mokslinių tyrimų kryptys: žemės ūkis, agronomija.
El. pašto adresas: zivile.jukneviciene@go.kauko.lt

Paulius Mozūraitis. Kauno kolegijos Informatikos, inžinerijos ir technologijų fakulteto Maisto ir agrotechnologijų katedros, Agroverslų technologijų antro kurso studentas. Mokslinių tyrimų kryptys: žemės ūkis, agronomija.
El. pašto adresas: paulius.moz247@go.kauko.lt