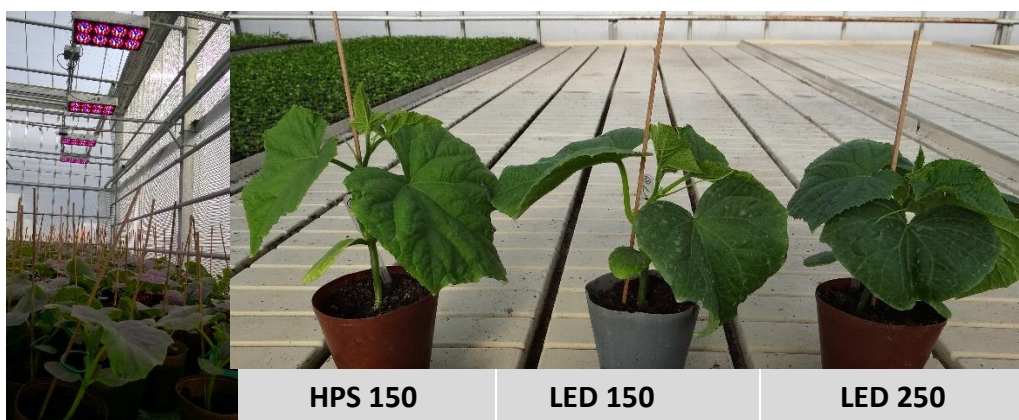


## HLFC serijos apšvietimas agurkų daigams

**Kokybiški agurkų daigai** turi būti žemi (hipokotilio aukštis iki 5 cm), stipriu ir storu stiebu, trumpais tarpambliais ir tamsiai žaliais lapais. Norint užauginti tokius daigus šiltnamiuose, vienas iš svarbiausių veiksnių yra tinkamai parinktas papildomas apšvietimas.

UAB Energenas užsakymu atlikti tyrimai LAMMC Sodininkystės ir daržininkystės institute, gamybinuose šiltnamiuose, rodo, kad auginant agurkų daigus, HLFC serijos LED apšvietimas yra pranašesnis už didžiaslėgių natrio lempų (HPS) apšvietimą tiek šviesos spektro įtaka daigų kokybei, tiek elektros energijos sąnaudomis (1 pav.).

**1 pav.** Agurkų 'Mandy' F1 daigai, išauginti po HLFC serijos LED arba didžiaslėgiais natrio (HPS) šviestuvais 2014 m. pavasarį, kai fotosintetiškai aktyvios spinduliuotės srautas 150 ir 250  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .



Po HLFC serijos LED apšvietimu išauginti 'Mandy' F1 agurkų daigai pasižymėjo reikšmingai trumpesniais hipokotiliais (stiebo dalis nuo šaknies kaklelio iki skilčialapių), nors tai reikšmingai neįtakojo bendro augalo aukščio. Didesnis hipokotilio skersmuo, kaip ir didesnis lapų plotas, antžeminė ir šaknų žalia masė patvirtina aukštesnę, nei išaugintų po HPS lempomis, daigų kokybę (1 lent.). Didinant HLFC serijos LED šviesos srautą nuo 150 iki 250  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , teigiami efektai biometriniams agurkų daigų rodikliams dar ryškesni.

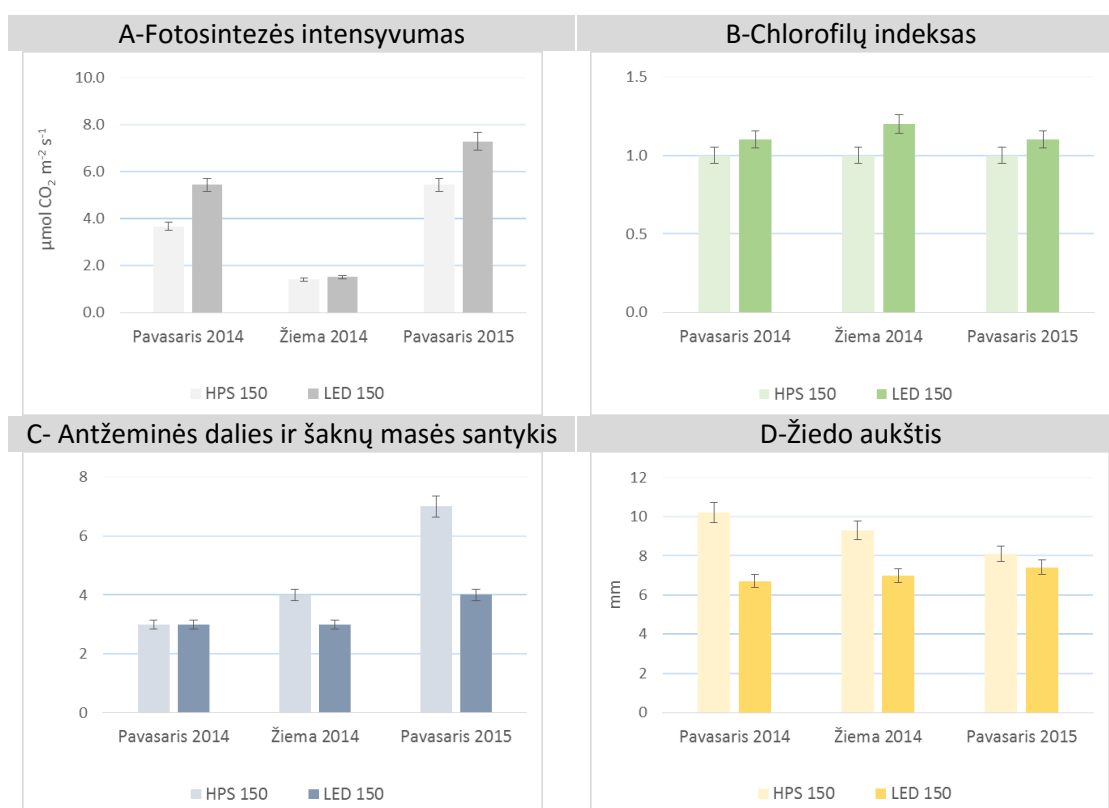
**1 lentelė.** Biometriniai agurkų 'Mandy' F1 daigų, išaugintų po HLFC serijos LED arba didžiaslėgiais natrio (HPS) šviestuvais 2014 m. pavasarį, kai fotosintetiškai aktyvios spinduliuotės srautas 150 ir 250  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , rodikliai.

Biometriniai rodikliai	Apšvietimo derinys šiltnamyje		
	HPS 150	LED 150	LED 250
Hipokotilio aukštis, cm	5,6 $\pm$ 0,8	<b>4,7<math>\pm</math>0,5<sup>b</sup></b>	<b>4,1<math>\pm</math>0,5<sup>b</sup></b>
Hipokotilio skersmuo, cm	0,4 $\pm$ 0,0	<b>0,5<math>\pm</math>0,0<sup>a</sup></b>	<b>0,6<math>\pm</math>0,0<sup>a</sup></b>
Antžeminės augalo aukštis, cm	17,5 $\pm$ 2,8	17,0 $\pm$ 2,3	17,1 $\pm$ 2,5
Lapų skaičius, vnt.	4,4 $\pm$ 0,2	4,3 $\pm$ 0,1	4,3 $\pm$ 0,1
Lapų plotas, cm <sup>2</sup>	656 $\pm$ 56	<b>735<math>\pm</math>45</b>	<b>789<math>\pm</math>29</b>
Antžeminė žalia masė, g	23,5 $\pm$ 2,2	27,3 $\pm$ 1,9	<b>30,4<math>\pm</math>0,6<sup>a</sup></b>
Šaknų žalia masė, g	8,0 $\pm$ 0,8	<b>8,7<math>\pm</math>0,7</b>	<b>9,4<math>\pm</math>1,3</b>

a - patikimai daugiau, b - patikimai mažiau;  $p \leq 0,05$ .

Kartojant auginimo eksperimentus skirtingais sezonais su tos pačios veislės agurkų daigais (2 pav.), nustatyta, kad daigų fotosintezės intensyvumas žiemos mėnesiais yra 2-4 k. mažesnis nei pavasarį. Kai bendras augalo gyvingumas yra aukštesnis, išryškėja ir teigiamas LED šviesos poveikis: po LED išaugintų daigų fotosintezės intensyvumas pavasarį ~30% didesnis, lyginant su išaugintais po HPS lempomis tuo pačiu srautu. Nepriklausomai nuo sezono, HLFC serjos LED apšvietimas didina chlorofilų santykį lapuose, kas taip pat atspindi geresnį šių daigų fotosintetinį potencialą. Antžeminės dalies ir šaknų masės santykis, atspindintis biomasės pasiskirstymą tarp šaknų ir lapų, stiebų, priklausė ne tiek nuo skirtingo metų laiko, bet kiekvieno auginimo eksperimento individualių mikroklimato sąlygų. Stebima tendencija, kad LED lemia didesnės šaknų biomasės suformavimą, lyginant su lapais, kas gerina jų prigijimą po persodinimo. Taip pat, nepriklausomai nuo sezono, stebimas ir slopinantis LED šviesos efektas žiedų formavimo tempams.

**2 pav.** Fiziologiniai agurkų 'Mandy' F1 daigų, išaugintų skirtingais sezonais po HPS ir HLFC serijos LED šviestuvais rodikliai. Fotosintetiškai aktyvios spinduliuotės srautas  $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .



### HLFC serijos apšvietimas agurkų derliui ir vaisių kokybei

Daigus, išaugintus po HPS ir LED lempomis persodinus gamybiniame šiltnamyje, ir toliau jų neapšviečiant, pastebėtas tik trumpalaikis liekamasis LED šviesos efektas. Sulėtėjęs daigų žiedų vystymasis po LED lėmė ir mažesnį ankstyvąjį derlių (2 lent.), tačiau bendro derliaus ar vaisiaus masės tai neįtakojė.

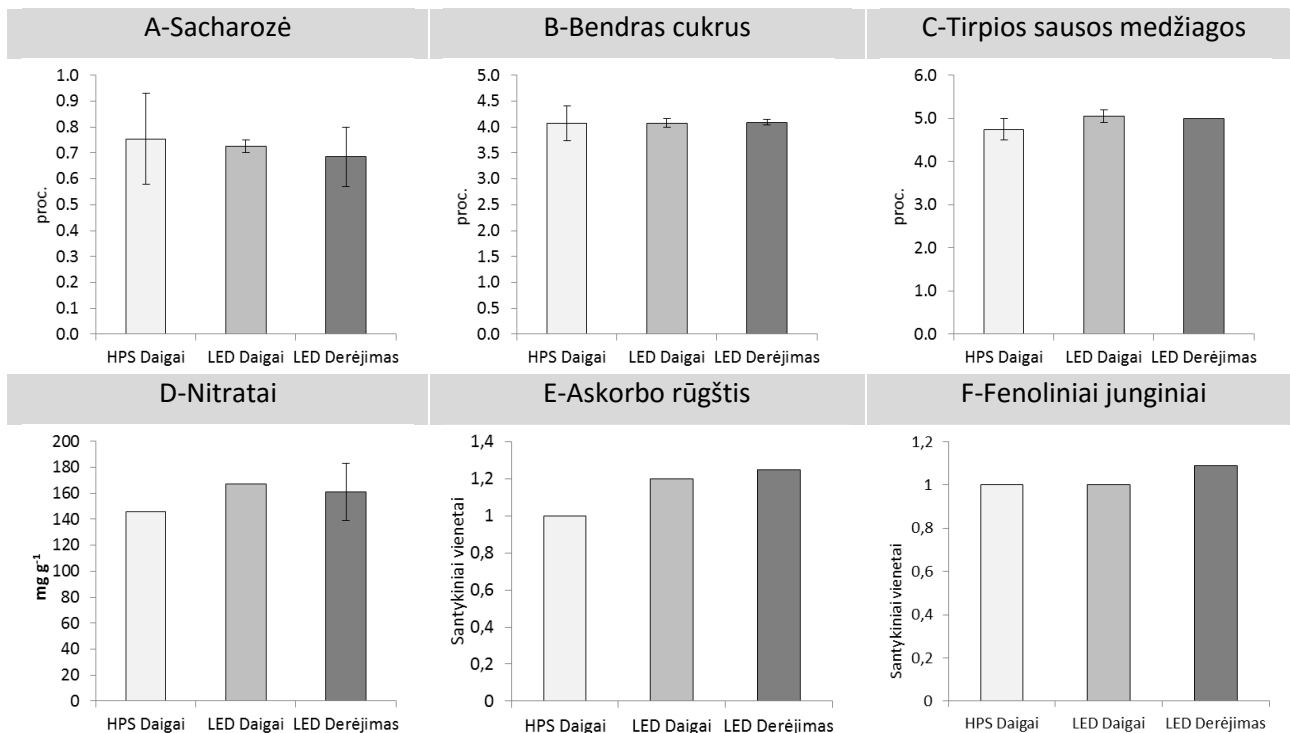
**2 lentelė.** Agurkų 'Mandy' F1 derliaus rodikliai, kai daigai išauginti po HPS ir HFLC serijos LED šviestuvais (HPS Daigai ir LED Daigai), ir kai augalai apšviečiami ir derėjimo metu (LED Derėjimas). Fotosintetiškai aktyvios spinduliuotės srautas  $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

Derliaus rodikliai	HPS Daigai	LED Daigai	LED Derėjimas
<b>Derlius ankstyvas</b> , kg augalui <sup>-1</sup>	2,3±0,2	1,9±0,2	1,9±0,2
<b>Bendras derlius</b> , kg augalui <sup>-1</sup>	9,0±0,5	9,0±0,5	<b>8,0±0,5</b>
<b>Vaisiaus masė</b> , g	75±2	75±2	76±2

Agurkus apšviečiant ir derėjimo metu, stebėtas jų augimo į aukštį slopinimas, taip pat neigiama įtaka bendram agurkų derliui. Pavasario-vasaros sezonu Lietuvos klimato sąlygomis dirbtinis LED apšvietimas agurkams nėra tikslingas, nes natūrali spinduliuotė šiltnamyje yra pakankama.

Vertinant LED apšvietimo efektus vaisių kokybei, daigų apšvietimo tipas vėliau nebeapšviečiant augalų šiltnamyje dirbtine šviesa, įtakos vaisių kokybei neturėjo. Vertinant taikyto LED apšvietimo derėjimo metu poveikį vaisių kokybei, pastebimos tik didesnės sukauptų antioksidacinėmis savybėmis pasižyminčių askorbo rūgšties ir fenolinių junginių koncentracijos (3 pav.).

**3 pav.** Biocheminiai agurkų 'Mandy' F1 vaisių, kurių daigai išauginti po HPS ir HFLC serijos LED šviestuvais (HPS Daigai ir LED Daigai), ir kai augalai apšviečiami ir derėjimo metu (LED Derėjimas) rodikliai. Fotosintetiškai aktyvios spinduliuotės srautas  $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Rezultatai pateikiami žaliojoje masėje.



**3 lentelė.** Mineralinių elementų kiekis agurkų lapuose ir vaisiuose derėjimo metu. Daigai išauginti po HPS ir HFLC serijos LED šviestuvais (HPS Daigai ir LED Daigai), arba augalai apšviečiami ir derėjimo metu (LED

Derėjimas). Fotosintetiškai aktyvios spinduliuotės srautas  $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Rezultatai pateikiami žaliojoje masėje.

	HPS Daigai	LED Daigai	LED Derėjimas	HPS Daigai	LED Daigai	LED Derėjimas
Elementai	Lapai			Vaisiai		
$\text{mg g}^{-1}$						
Ca	13,8±0,2	12,9±0,1 <sup>b</sup>	<b>14,3±0,1<sup>a</sup></b>	0,2±0,0	<b>0,3±0,0<sup>a</sup></b>	<b>0,3±0,0<sup>a</sup></b>
K	2,6±0,0	<b>2,7±0,0<sup>a</sup></b>	<b>2,8±0,0<sup>a</sup></b>	1,7±0,0	1,7±0,0	1,7±0,0
Mg	2,7±0,0	2,7±0,0	<b>2,8±0,0<sup>a</sup></b>	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0
P	0,5±0,0	0,4±0,0 <sup>b</sup>	<b>0,6±0,0<sup>a</sup></b>	0,3±0,0	0,3±0,0	0,3±0,0
Na	1,4±0,0	<b>1,5±0,0<sup>a</sup></b>	<b>1,5±0,0<sup>a</sup></b>	0,4±0,0	0,4±0,0	0,4±0,0
$\mu\text{g g}^{-1}$						
Fe	27,7±0,3	<b>33,5±0,1<sup>a</sup></b>	24,8±0,1 <sup>b</sup>	0,9±0,0	<b>1,4±0,1<sup>a</sup></b>	<b>1,1±0,0<sup>a</sup></b>
Zn	1,3±0,1	<b>1,8±0,1<sup>a</sup></b>	<b>2,4±0,1<sup>a</sup></b>	0,9±0,0	0,8±0,0 <sup>b</sup>	<b>1,1±0,0<sup>a</sup></b>
Mn	39,4±0,2	29,9±0,4 <sup>b</sup>	36,9±0,0 <sup>b</sup>	0,6±0,0	0,6±0,0	<b>0,9±0,0<sup>a</sup></b>
B	8,1±0,2	<b>11,3±0,2<sup>a</sup></b>	<b>10,2±0,1<sup>a</sup></b>	-	-	-

a - patikimai daugiau, b - patikimai mažiau;  $p \leq 0,05$ .

HLFC serijos LED apšvietimas daugeliu atvejų lėmė geresnio agurkų daigų šaknyso suformavimą bei mineralinių elementų įsisavinimą lapuose (3 lent.). Kokybiški agurkų daigai, išauginti po LED, net ir toliau augalų neapšviečiant, geriau įsisavino daugelį mineralinių elementų, o ypač geležies, cinko. Tai sietina su bendru geresniu augalo gyvybingumu. Apšviečiant agurkus LED derėjimo metu, lapuose sukaupiama daugiau kalcio, kalio, magnio, fosforo, lyginant su neapšviestais augalais. Tuo tarpu vertinant mineralinių elementų kiekį vaisiuose, gauta, kad agurkų, kurių daigai išauginti po LED, vaisiuose sukaupta tik kiek daugiau kalcio ir geležies, o augalus apšviečiant ir derėjimo metu, geriau įsisavinami kalis, geležis, cinkas, manganas.

### Išvados

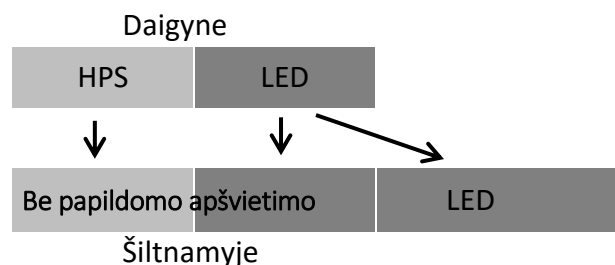
- Vertinant HLFC serijos šviestuvų panaudojimą agurkų daigų auginimui šiltnamyje, nustatyti ryškūs sezoniškumo efektai, susiję su bendru augalo gyvybingumu. Žiemos sezonu daigų fiziologiniai rodikliai jautriau kito priklausomai nuo taikyto LED apšvietimo srauto. Nepaisant šių tendencijų, tiek žiemos, tiek pavasario metu pakankamas yra mažesnio,  $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  srauto HLFC LED apšvietimas.
- Nepriklausomai nuo taikyto LED šviesos šaltinio, apšvietimo spektro ir srauto efektai yra saviti augalo rūšiai, veislei, išsivystymo lygiui ir parenkant rekomendacijas apšvietimui gamybinėmis sąlygomis, būtina jas suderinti su augalo morfologinėmis, fiziologinėmis savybėmis.
- Papildomas LED apšvietimas lėmė didesnės agurkų šaknų masės suformavimą, kas lėmė geresnį jų prigijimą bei geresnį mineralinių medžiagų įsisavinimą.
- Nors agurkų ir pomidorų daigai, šviečiant LED lempomis, pavasario laikotarpiu augo bei vystėsi lėčiau, tačiau praėjus dviem trimis savaitėm po persodinimo, augimo skirtumų tarp augalų, kurių daigai augo šviečiant skirtingais šviesos šaltiniais, neliko arba jie buvo nežymūs. Papildomo LED apšvietimo efektus gamybiniame šiltnamyje vegetacijos metu slopino aukšto intensyvumo natūrali saulės šviesa šiltnamyje.

- Sulėtėjęs daigų augimas ir vystymąsis, juos apšviečiant LED, lėmė ir šiek tiek vėlesnį ir mažesnį ankstyvąjį agurkų bei pomidorų derlių, tačiau neturėjo reikšmingos įtakos bendram derliui. Reikšmingos įtakos derėjimo trukmei nenumatyta.
- Papildomas kietakūnis apšvietimas derėjimo metu gamybiniame šiltnamyje neturėjo reikšmingos ar tendencingos įtakos vaisių kokybės parametrams.

### Tyrimų metodika

**Tyrimų objektas** – agurkų hibridas 'Mandy'. Tyrimai atlikti 2014 m. balandžio-gegužės mėn., 2014 m. lapkričio-gruodžio mėn., 2015 m. balandžio – gegužės mėn. Agurkų daigai auginti šildomame plastiko lakštais dengtame V-tipo šiltnamyje ant stelažų polimeriniuose puodeliuose, pripildytuose paruoštu durpių substratu (nurūgštintas, su trąšomis PG MIX (NPK 14-16-18; 1,3 kg/m<sup>3</sup>)). Daigai kartu su natūralia dienos šviesa papildomai švitinti HLFC 08 (230 W) LED lempomis 150 ar 250 μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> arba didžiaslėgėmis natrio lempomis - kontrolei (HPS, Son-T Agro 400 W, Philips). Fotoperiodas 16 val. Dienos/nakties temperatūra 21/17°C.

Agurkų daigai išsodinti ir toliau auginti (2015 m. gegužės – liepos mėn.) dviguba polimerine plėvele dengtame šiltnamyje (šiltnamio šonai – plastiko lakštai). Agurkai auginti 25 l talpos durpių maišuose (1 maišas – 2 augalai). Augalų tankis – 2,5 aug./m<sup>2</sup>. Laistymui ir maitinimui naudota lašelinė laistymo sistema. Tręšti „Nutrifol“ (žalias ir rudas) trąšomis, magnio sulfatu, kalcio bei amonio salietra pagal augimo tarpsnį. Druskų koncentracija maitinamajame tirpale – EC 2,5–2,8, rūgštingumas – pH 5,5–5,8. Stebėtas išliekamasis LED ir HPS apšvietimo efektas daigams po išsodinimo augalų neapšviečiant, bei apšviečiant LED. Daigyne LED apšvietimo FAS srautas taip pat apie 150 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>.



Po apšvietimo eksperimento, vertinta **daigų kokybė**. Nustatytas fotosintezės pigmentų kiekis lapuose (spektrofotometriškai), atlikti biometriniai matavimai, Matuotas fotosintezės intensyvumas (Licor LI6400 XT įranga). Nustatytas mikro ir makro elementų kiekis lapuose (ICP-OES metodu), sacharidų sudėtis (HPLC metodu).

Po daigų išsodinimo šiltnamyje, atlikti biometriniai stebėjimai, vertinas chlorofilų kiekis lapuose. Atlikta derliaus apskaita. Nustatyta vaisių kokybės parametrai (askorbo rūgštis, fenolinių junginių, sacharidų kiekiai). Visi matavimai atlikti ne mažiau kaip trimis pakartojimais, duomenys pateikiami kaip vidurkis±standartinis nuokrypis.

## Šaltiniai:

PRAMONINIŲ ŠILTNAMIŲ ŠVIESOKULTŪROS OPTIMIZAVIMAS KIETAKŪNIŲ APŠVIETIMU AUGINANT DAIGUS BEI SALOTINES DARŽOVES. 2014. Tyrimai atlikti UAB „Energenas“ užsakymu Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro Sodininkystės ir daržininkystės institute, Augalų fiziologijos laboratorijoje. Vadovas Prof.habil.dr. P.Duchovskis.

KIETAKŪNIO APŠVIETIMO SISTEMOS OPTIMIZAVIMAS GAMYBINIUOSE ŠILTNAMIUOSE: FOTOFIZIOLOGINIAI EFEKTAI SKIRTINGAIS POMIDORŲ IR AGURKŲ ORGANOGENEZĖS ETAPAIS. 2015. Tyrimai atlikti Tyrimai atlikti UAB „Energenas“ užsakymu Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro Sodininkystės ir daržininkystės institute, Augalų fiziologijos laboratorijoje. Vadovė dr. A.Viršilė.

A. Bagdonavičienė, A.Brazaitytė, J.Jankauskienė, V.Vaštakaitė, P.Duchovskis. 2015. LED ŠVIESTUVŲ FOTONŲ SRAUTO TANKIO POVEIKIS SALOTŲ IR DARŽOVIŲ DAIGŲ FOTOSINTETINIAMS RODIKLIAMS. Žemės ūkio mokslai, 22(4) p. 173-180.

<http://www.lmaleidykla.lt/ojs/index.php/zemesukiomokslai/article/view/3211/2016>

A. Bagdonavičienė, A.Brazaitytė, J.Jankauskienė, V.Vaštakaitė, P.Duchovskis. 2015. PRAMONINIŲ LED ŠVIESTUVŲ FOTONŲ SRAUTO TANKIO POVEIKIS AGURKŲ DAIGAMS. Žemės ūkio mokslai, 22(1) p. 1-7.

<http://www.lmaleidykla.lt/ojs/index.php/zemesukiomokslai/article/view/3060/1887>