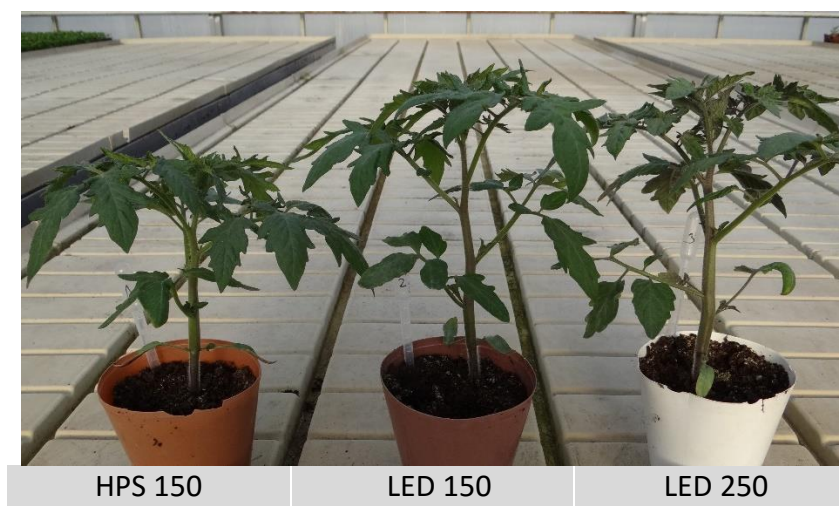


## HLFC serijos apšvietimas pomidorų daigams

Kokybiškų pomidorų daigų išauginimui labai svarbus yra mėlynos šviesos indėlis į bendrą apšvietimo srautą. HLFC serijos LED šviestuvų spektras yra universaliai pritaikomas įvairiems augalams, tačiau mėlynos šviesos proporcijos pomidorams yra ypač tinkamos. Tai parodo ir LAMMC Sodininkystės ir daržininkystės institute UAB Energenas užsakymu atliktų tyrimų rezultatai (1 pav.).

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



**1 lentelė.** Biometriniai pomidorų 'Cunero' 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 ilgis, cm	3,6±0,3	<b>3,0±0,4<sup>b</sup></b>	<b>2,5±0,3<sup>b</sup></b>
Hipokotilio skersmuo, cm	0,40±0,02	<b>0,52±0,03<sup>a</sup></b>	<b>0,57±0,03<sup>a</sup></b>
Antžeminės augalo dalies aukštis, cm	19,3±4,0	21,5±2,3	20,1±0,8
Lapų skaičius, vnt.	6,4±0,1	6,4±0,2	6,4±0,2
Lapų plotas, cm <sup>2</sup>	544,2±43,9	<b>477,5±43,5<sup>b</sup></b>	<b>464,4±20,6<sup>b</sup></b>
Antžeminės augalo dalies žalia masė, g	22,59±1,24	14,29±2,02	22,27±1,44
Šaknų žalia masė, g	5,48±0,34	4,80±0,82	5,86±0,89

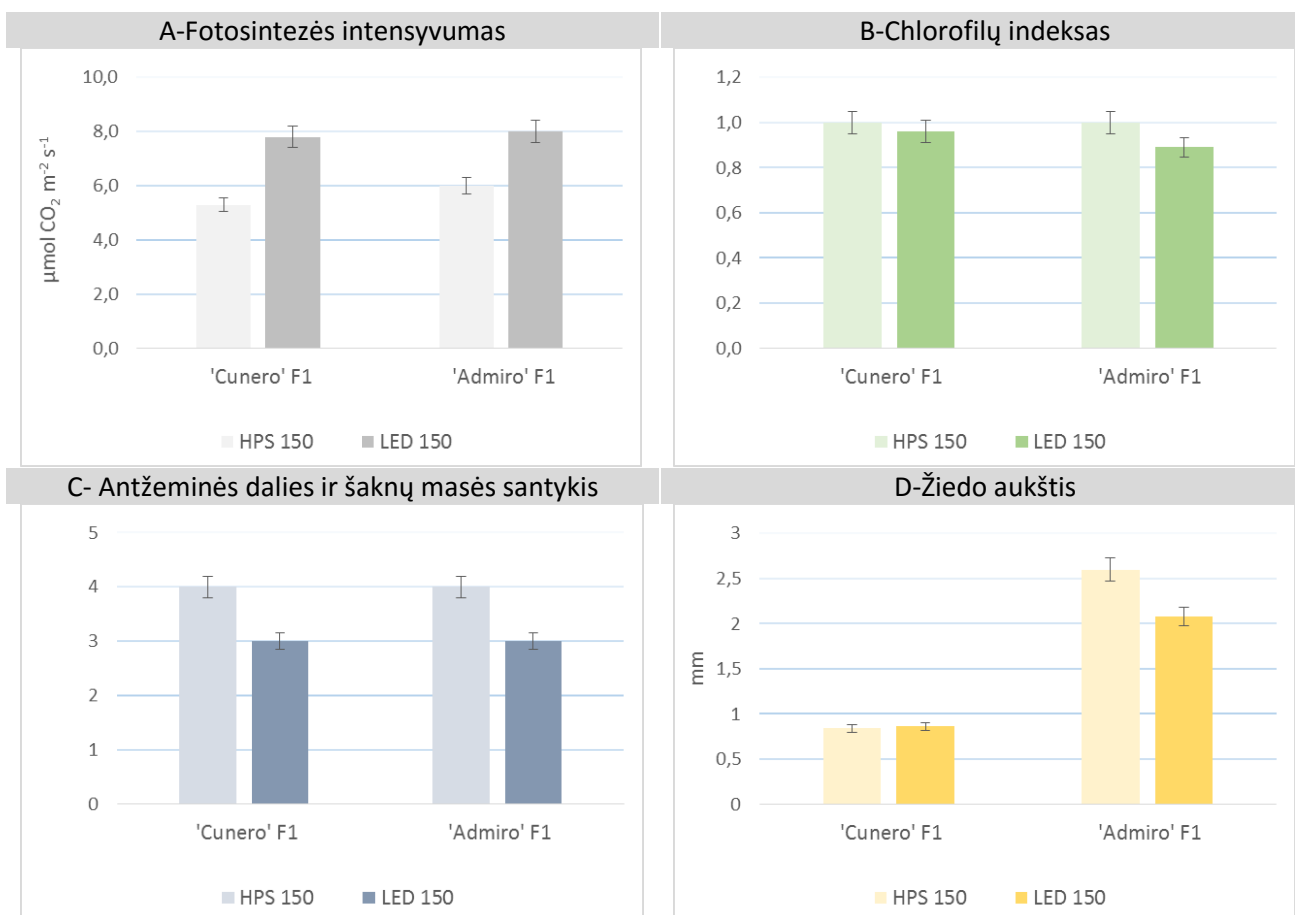
a - patikimai daugiau, b - patikimai mažiau, kai  $p \leq 0,05$

Po HLFC serijos LED šviestuvais išauginti pomidorų daigai buvo kiek aukštesni, palyginus su daigais, apšviestais didžiaslėgėmis natrio lempomis (HPS), tačiau jų hipokotilis (stiebo dalis nuo šaknies kaklelio iki skilčialapių) buvo reikšmingai trumpesnis ir storesnis. Tai rodo aukštą daigų kokybę, auginant juos po 150  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  fotosintetiškai aktyvios spinduliuotės srautu, o didinant srautą iki 250, pomidorų hipokotilis suformuojamas dar storesnis ir trumpesnis. LED šviesos poveikyje pomidorų daigai suformuoja 12-15% mažesni

lapų plotą, tačiau tai neturi patikimai neigiamo efekto daigų antžemeinei ir šaknų biomasei (1 lent.).

Tyrimai, atlikti su skirtingų veislių pomidorų daigais (2 pav.) rodo, kad LED pašvietimas yra pranašesnis fotosintezės sistemai bei kero morfologijai. Didesnis fotosintezės intensyvumas esant mažesniai fotosintezės pigmentų indeksui lapuose, taip pat intensyvesnis pirminių fotosintezės produktų – monosacharidų kaupimasis lapuose, mažesnis antžeminės dalies ir šaknų masės santykis, kaip ir mikro bei makro elementų geresnis įsisavinimas rodo augalui fiziologiškai palankias apšvietimo sąlygas, kurios dirbtinai neskatina natūralių senėjimo procesų (spartesnio vystymosi, struktūrinių angliavandenių kaupimosi ir kt.). Išsiskyrė tik dirbtinio apšvietimo efektai daigų vystymosi tempams ir žiedų aukščiui: aplinkos sąlygoms labai atsparūs 'Cunero' pomidorų daigai vystėsi vienodai, nepriklausomai nuo taikyto apšvietimo tipo. Tuo tarpu 'Admiro' pomidorų daigai, išauginti po LED suformavo mažesnius žiedus, lyginant su HPS apšvietimu – jų vystymasis kiek atsiliko.

**2 pav.** Fiziologiniai skirtingų veislių pomidorų daigų, išaugintų pavasario sezonu po HPS ir HFLC serijos LED šviestuvais rodikliai. Fotosintetiškai aktyvios spinduliuotės srautas  $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .



## HLFC serijos apšvietimas pomidorų derliui ir vaisių kokybei

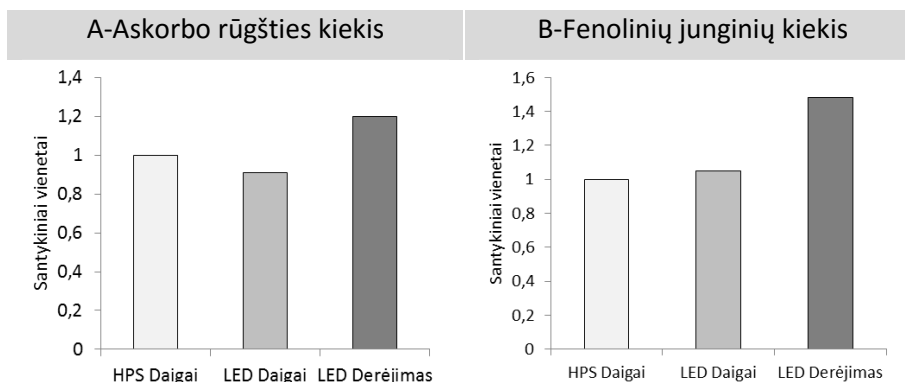
Išsodinus pomidorų daigus gamybiniame šiltnamyje, reikšmingo liekamojo daigų apšvietimo efekto pomidorų derliaus rodikliams nenustatyta (2 lent.). Apšviečiant pomidorus ir derėjimo metu, nustatytas mažesnis ankstyvas derlius, tačiau bendras derlius – net kiek didesnis, nei neapšviestų augalų.

**2 lentelė.** Pomidorų 'Admiro' 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, kg augalui<sup>-1</sup></b>	0,9±0,1	0,9±0,1	<b>0,6±0,1</b>
<b>Bendras derlius, kg augalui<sup>-1</sup></b>	10±0,8	10±0,5	11±0,5
<b>Vaisiaus masė, g</b>	135±4	130±2	140±4

Vertinant apšvietimo efektą askorbo rūgšties ir fenolinių junginių kiekiui vaisiuose, liekamojo daigų apšvietimo tipo įtakos nenustatyta. Antioksidacinėms savybėms pasižyminčius junginius kauptis vaisiuose paskatino tik LED apšvietimas, taikytas derėjimo metu (2 pav.)

**2 pav.** Biocheminiai pomidorų 'Admiro' 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.



Bendras šviesos efektas pomidorų daigų kokybei, nulėmė ir geresnį mineralinių elementų įsisavinimą LED apšviestų pomidorų daigų lapuose (3 lent.). Po išsodinimo augalų neapšviečiant šiltnamyje, nustatytas geresnis kalcio, kalio, cinko, mangano, o ypač – geležies įsisavinimas pomidorų lapuose jų derėjimo metu. Visgi, šie elementai nėra transportuojami į vaisius. Pomidorus apšviečiant derėjimo metu, mineralinių elementų lapuose sukaupiama reikšmingai mažiau, nei augaluose, kurių tik daigai išauginti po HLFC serijos LED apšvietimu.



**3 lentelė.** Mineralinių elementų kiekis pomidorų 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	5,1±0,1	<b>10,2±0,1<sup>a</sup></b>	<b>6,4±0,1<sup>a</sup></b>	0,2±0,0	0,2±0,0	<b>0,1±0,0<sup>b</sup></b>
	K	3,3±0,0	<b>5,6±0,0<sup>a</sup></b>	<b>3,5±0,0<sup>a</sup></b>	3,3±0,0	<b>1,9±0,0<sup>b</sup></b>	2,3±0,0 <sup>b</sup>
	Mg	1,4±0,0	<b>2,7±0,0<sup>a</sup></b>	1,7±0,0 <sup>a</sup>	0,2±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
	P	0,1±0,0	0,2±0,0 <sup>a</sup>	0,2±0,0 <sup>a</sup>	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
	Na	1,1±0,0	<b>1,6±0,0<sup>a</sup></b>	1,0±0,0 <sup>b</sup>	0,4±0,0	<b>0,2±0,0<sup>b</sup></b>	0,3±0,0 <sup>b</sup>
$\mu\text{g g}^{-1}$	Fe	9,6±0,1	<b>26,2±0,1<sup>a</sup></b>	<b>17,6±0,0<sup>a</sup></b>	-	0,1±0,0	<b>1,4±0,0</b>
	Zn	1,7±0,1	<b>2,1±0,1<sup>a</sup></b>	<b>1,1±0,0<sup>b</sup></b>	1,4±0,0	1,4±0,0	1,3±0,0 <sup>b</sup>
	Mn	21,7±0,4	<b>48,4±0,5<sup>a</sup></b>	28,7±0,2 <sup>a</sup>	0,6±0,0	<b>0,9±0,0<sup>a</sup></b>	<b>1,0±0,0<sup>a</sup></b>
	B	1,4±0,1	<b>2,9±0,0<sup>a</sup></b>	<b>6,4±0,0<sup>a</sup></b>	-	-	-

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

### Išvados

- 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. Bendru atveju, agurkai yra jautresni šviesai nei natūraliai iš kalnuotų, aukšto apšviestumo regionų kilę pomidorai, o nepalankioms aplinkos sąlygoms mažiau jautrios veislės indiferentiškos ir taikomam apšvietimui.
- Papildomas LED apšvietimas lėmė didesnės agurkų ir pomidorų šaknų masės suformavimą, kas lėmė geresnį jų prigijimą bei geresnį mineralinių medžiagų įsisavinimą.
- Nors pomidorų daigai, šviečiant LED lempomis, pavasario laikotarpiu augo bei vystėsi lėčiau, tačiau praėjus dviem trimis savaitėms po persodinimo, augimo skirtumų tarp augalų, kurių daigai augo šviečiant skirtingais šviesos šaltiniais, neliko arba jie buvo nežymūs, o bendras derlius LED apšviestų augalų nustatytas net didesnis.
- Tyrimais nustatyta, kad LED apšvietimas keitė asimiliatų pasiskirstymo kryptį. Ir agurkuose, ir pomidoruose nustatytas mažesnis antžeminės daigo dalies ir šaknų masės santykis. Tai rodo, kad daugiau asimiliatų pateko į šaknis negu į antžeminę dalį. Todėl daigai užaugino didesnes šaknis, kas paprastai nulemia geresnį daigų prigijimą po persodinimo.
- Tinkamai parinkus apšvietimo parametrus, dėl geresnio mineralinių elementų įsisavinimo galima minimizuoti augalų tręšimo kaštus.

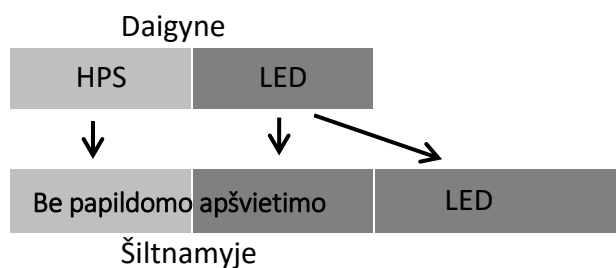


HORTILED

## Tyrimų metodika

**Tyrimų objektai** – pomidorų hibridai 'Cunero' F1 ir 'Admiro' F1. Tyrimai atlikti 2014 ir 2015 m. balandžio-gegužės mėn. Daigai auginti šildomame plastiko lakštais dengtame V-tipo šiltnamyje ant stelažų polimeriniuose puodeliuose, pripildytuose paruoštu durpių substratu (nurūgštintas, su trąšomos PG MIX (NPK 14-16-18; 1,3 kg/m<sup>3</sup>)). Kartu su natūralia dienos šviesa papildomai švitinti HLFC 08 (230 W) LED lempomis 150 ir 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.

Pomidorų daigai išsodinti ir toliau auginti (2015 m. gegužės – spalio mėn.) dviguba polimerine plėvele dengtame šiltnamyje (šiltnamio šonai – plastiko lakštai). Pomidorai 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). Visi matavimai atlikti ne mažiau kaip trimis pakartojimais, duomenys pateikiami kaip vidurkis±standartinis nuokrypis.



HORTILED

## Šaltiniai:

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

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 POMIDORŲ DAIGAMS. Žemės ūkio mokslai, 22(2) p. 57-64.

<http://www.lmaleidykla.lt/ojs/index.php/zemesukiomokslai/article/view/3110/1937>

Breslaujos 3-115  
LT-44403 Kaunas  
Lietuva / Lithuania

phone +370 37 401978  
cell +370 698 87770

info@hortiled.lt  
www.hortiled.lt