



HORTILED

Salotos – žalumyninės daržovės, intensyviai auginamos žiemos/pavasario sezonu, kai natūralus apšvietimas nėra pakankamas. Siekiant optimalaus produktyvumo, naudojamas papildomas dirbtinis apšvietimas, kuris kartu padeda reguliuoti ir nitratų kiekį, kuriuos salotos, auginamos intensyvios daržininkystės sistemose, itin linkusios kaupti.

HLFC serijos apšvietimas, baby leaf' salotoms

Mažosios salotos – (angl. „baby leaf“) itin populiarios dėl jų smulkesnių lapų, dekoratyvių formų ir spalvų įvairovės. Maistui jų lapeliai vartojami nepjaustyti, todėl tikima, kad išsaugomos aukštesnės žmogaus mitybai naudingų biologiškai aktyvių medžiagų koncentracijos. Visgi, šiam salotų tipui kartu taikomi ir aukštesni kokybės reikalavimai. Specifinių „baby leaf“ veislių salotos fiziologiškai greičiau senėja, yra jautresnės aplinkai.

Taikant HLFC serijos LED apšvietimą mažosioms salotoms auginti, nustatyta, kad šis LED apšvietimas lemia kompaktišką salotų morfologiją, lapų garbiniuotumą ir nusispalvinimą (1 pav.).

1 pav. Žalialapės 'Letony' ir raudonlapės 'Redlo' mažosios salotos, išaugintos auginimo kameroje po HLFC serijos LED arba didžiaslėgiais natrio (HPS) šviestuvais, kai fotosintetiškai aktyvios spinduliuotės srautas 150 ir 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$



1 lentelė. Biometriniai mažųjų salotų, išaugintų po HPS ir HLFC serijos LED šviestuvais auginimo kameroje, rodikliai. Fotosintetiškai aktyvios spinduliuotės srautas 150 ir 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Biometriniai rodikliai	HPS 150	LED 150	LED 250
Žalialapės mažosios salotos 'Lettony'			
Augalo aukštis, cm	8,8±0,5	6,6±0,7 ^b	5,0±0,5 ^b
Lapų skaičius, vnt.	4,2±0,1	5,3±0,3 ^a	5,6±0,9 ^a
Lapų plotas, cm ²	32±6	42±8	32±9
Žalia masė, g	0,9±0,1	1,3±0,1	1,4±0,2
Sausa masė, g	0,08±0,01	0,10±0,02	0,18±0,03 ^a

Breslaujos 3-115
LT-44403 Kaunas
Lietuva / Lithuania

phone +370 37 401978
cell +370 698 87770

info@hortiled.lt
www.hortiled.lt



HORTILED

Raudonlapės mažosios salotos 'Redlo'			
Augalo aukštis, cm	9,1±0,6	7,9±0,5 ^b	5,7±0,5 ^b
Lapų skaičius, vnt.	4,4±0,14	5,3±0,2 ^a	5,8±0,5 ^a
Lapų plotas, cm ²	52±8	62±16	47±9
Žalia masė, g	1,0±0,1	1,3±0,3	1,4±0,2
Sausa masė, g	0,08±0,01	0,08±0,02	0,15±0,03 ^a

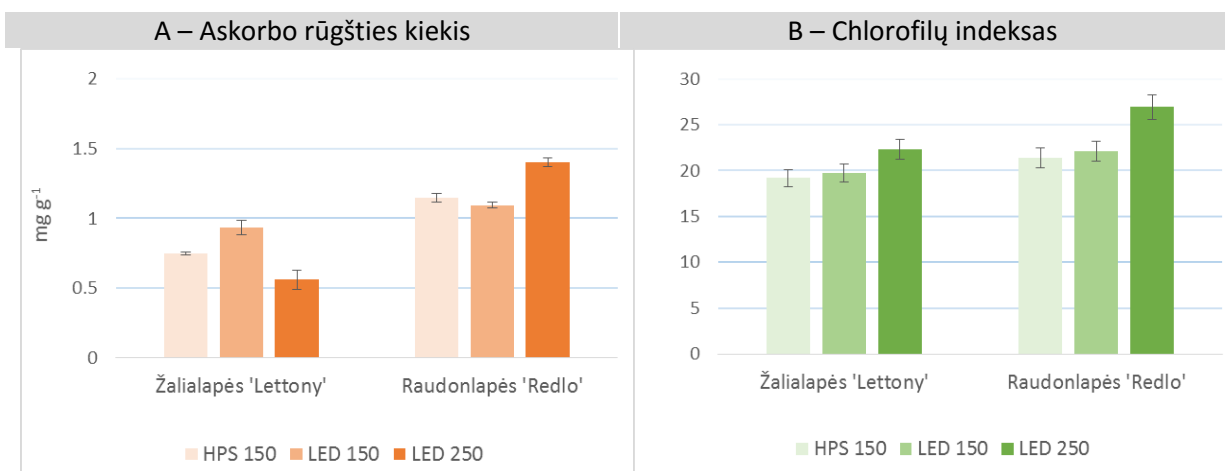
a - patikimai daugiau, b - patikimai mažiau nei HPS 150; kai $p \leq 0,05$.

Mėlynos šviesos spinduliuotės trūkumas didžiaslėgių natrio lempų spektre lemia, kad po jomis išaugintos salotos formuoja ilgus, tačiau glėžnus lapus (1 lent.). Tinkamai subalansuotas, reikiamo bangos ilgio mėlyna šviesa praturtintas HLFC serijos LED šviestuvų spektras lemia mažesnį augalo aukštį tačiau didesnį lapų plotą ir produktyvumą (1 lent., LED 150). Tačiau aplinkos sąlygoms jautrioms mažosioms salotoms pakanka mažesnio, 150 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ LED šviesos srauto, nes toliau didinant jį reikšmingai mažėja salotų lapų plotas ir sparčiau pasireškia senėjimo požymiai.

Svarbus ir šviesos efektais pigmentų kiekiui salotų lapuose: HLFC LED šviesa bei didesnis jos srautas lėmė reikšmingai didesnį antocianų kiekį salotų lapuose ir ryškesnę raudoną jų spalvą (1 pav.). Chlorofilų indeksas salotose, išaugintose po LED ir HPS lempomis, nesiskyrė, tačiau didesnis LED srautas lėmė ir didesnį chlorofilų kiekį lapuose (2 pav. B).

Paminėtina, kad žalia lapės salotos yra jautresnės šviesos sąlygoms, ir 250 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ LED šviesos srautas veikė kaip fotostresas. Tuo tarpu raudonlapės salotos, natūraliai pasižyminčios aukštesnėmis antioksidacinėmis savybėmis pasižyminčių medžiagų (antocianų, askorbo rūgšties, fenolinių junginių) koncentracijomis, gerai toleruoja aukštą apšvietimo srautą, kuris net paskatina askorbo rūgšties kaupimąsi jų lapuose (2 pav. A).

2 pav. Biocheminiai mažųjų salotų, išaugintų po HPS ir HLFC serijos LED šviestuvais, rodikliai. Fotosintetiškai aktyvios spinduliuotės srautas 150 ir 250 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Rezultatai pateikiami žaliajoje augalų masėje.





HORTILED

HLFC serijos apšvietimas salotų daigams ir jų kokybei šiltnamyje

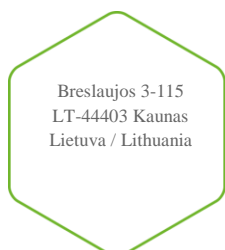
Intensyvios šiltnamių daržininkystės sistemose dažniausiai siekiama minimizuoti auginimo kaštus atsisakant papildomo apšvietimo ar naudojant jį minimaliai, priklausomai nuo sezono. Visgi, pakankamas tinkamo apšvietimo srautas auginant žalumynines daržoves lemia jų bendrą produktyvumą, derliaus kokybę. Ypač tai aktualu auginant jų daigus, net jei tolesniame auginimo tarpsnyje dirbtinis apšvietimas ir nebūtų naudojamas.

LAMMC Sodininkystės ir daržininkystės instituto gamybiniame šiltnamyje atlikti tyrimai rodo, kad raudonlapių ir žalialapių salotų daigai, išauginti po HLFC serijos LED šviestuvų šviesa, buvo mažiau ištįsę, tačiau suformavo tokią pat antžeminę masę, kaip ir po didžiaslėgėm natrio lempom (HPS) auginti daigai (2 lent.). Į taikytą LED apšvietimą skirtingai reagavo raudonlapių ir žalialapių salotų daigų šaknys: žalialapės salotos suformavo 56% daugiau šaknų žaliosios masės, ir net 2 kartus daugiau sausosios šaknų masės lyginant su augintomis po HPS lempomis tuo pačiu srautu. Raudonlapių salotų daigai suformavo kiek mažesnę šaknų žaliąją masę, tačiau sausoji šaknų masė nustatyta vienoda. Tai rodo, kad LED apšvietimas lėmė intensyvesnį medžiagų transportą į šaknis, todėl, nepriklausomai nuo suformuotos šaknų žaliosios masės, šaknys buvo tvirtesnės. Kompaktiška salotų daigų morfologija lėmė geresnį jų prigijimą ir startinį augimą po išsodinimo šiltnamyje ir lauke. Didinant LED apšvietimo srautą iki $250 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, teigiamo efekto salotų augimui nepasiekta.

2 lentelė. Biometriniai salotų daigų, išaugintų po HPS ir HLFC serijos LED šviestuvais šiltnamyje, rodikliai. Fotosintetiškai aktyvios spinduliuotės srautas 150 ir $250 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

Biometriniai rodikliai	HPS 150	LED 150	LED 250
Žalialapių salotų 'Lollo Bionda' daigai			
Augalo aukštis, cm	9,4±1,2	5,9±0,5 ^b	6,4±0,4 ^b
Lapų skaičius, vnt.	5,1±0,2	5,3±0,3	5,3±0,1
Lapų plotas, cm ²	123±18	91±25	100±25
Antžeminė žalia masė, g	3,8±0,4	3,8±1,1	2,5±0,3 ^b
Šaknų žalia masė, g	0,8±0,1	1,2±0,2 ^a	1,2±0,1 ^a
Šaknų sausa masė, g	0,04±0,02	0,08±0,01 ^a	0,08±0,01 ^a
Raudonlapių salotų 'Lollo Rosa' daigai			
Augalo aukštis, cm	11,6±1,2	8,7±0,6 ^b	7,9±0,9 ^b
Lapų skaičius, vnt.	5,3±0,3	5,4±0,3	5,7±0,6
Lapų plotas, cm ²	176±30	127±11 ^b	122±23 ^b
Antžeminė žalia masė, g	3,3±0,1	3,0±0,7	3,4±0,3
Šaknų žalia masė, g	0,9±0,3	0,7±0,1	0,7±0,0
Šaknų sausa masė, g	0,04±0,14	0,04±0,00	0,05±0,01

a - patikimai daugiau, b - patikimai mažiau nei HPS 150; kai $p \leq 0,05$.



Breslaujos 3-115
LT-44403 Kaunas
Lietuva / Lithuania

phone +370 37 401978
cell +370 698 87770

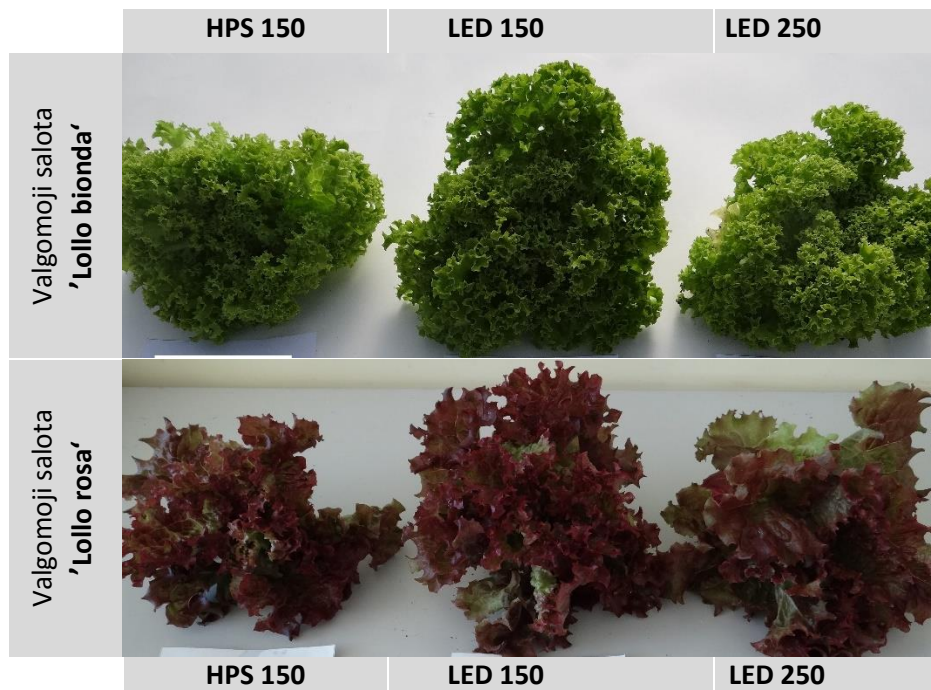
info@hortiled.lt
www.hortiled.lt



HORTILED

Toliau auginant salotas po HLFC serijos LED šviestuvais šiltnamyje (3 pav.), reikšmingai skirtingo efekto, lyginant su HPS lempomis, jų produktyvumui negauta (3 lent.), tačiau optimalus $150 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ LED srautas lėmė aukštesnį chlorofilų indeksą, askorbo rūgšties koncentraciją lapuose bei mažesnį nitratų kiekį lapuose. $250 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ šviesos srautas salotoms visą augimo ciklą buvo perteklinis ir galimai paskatino natūralius senėjimo procesus.

3 pav. Skirtingų veislių salotos, išaugintos po HLFC serijos LED arba aukšto slėgio natrio (HPS) šviestuvais, kai fotosintetiškai aktyvios spinduliuotės srautas 150 ir $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$



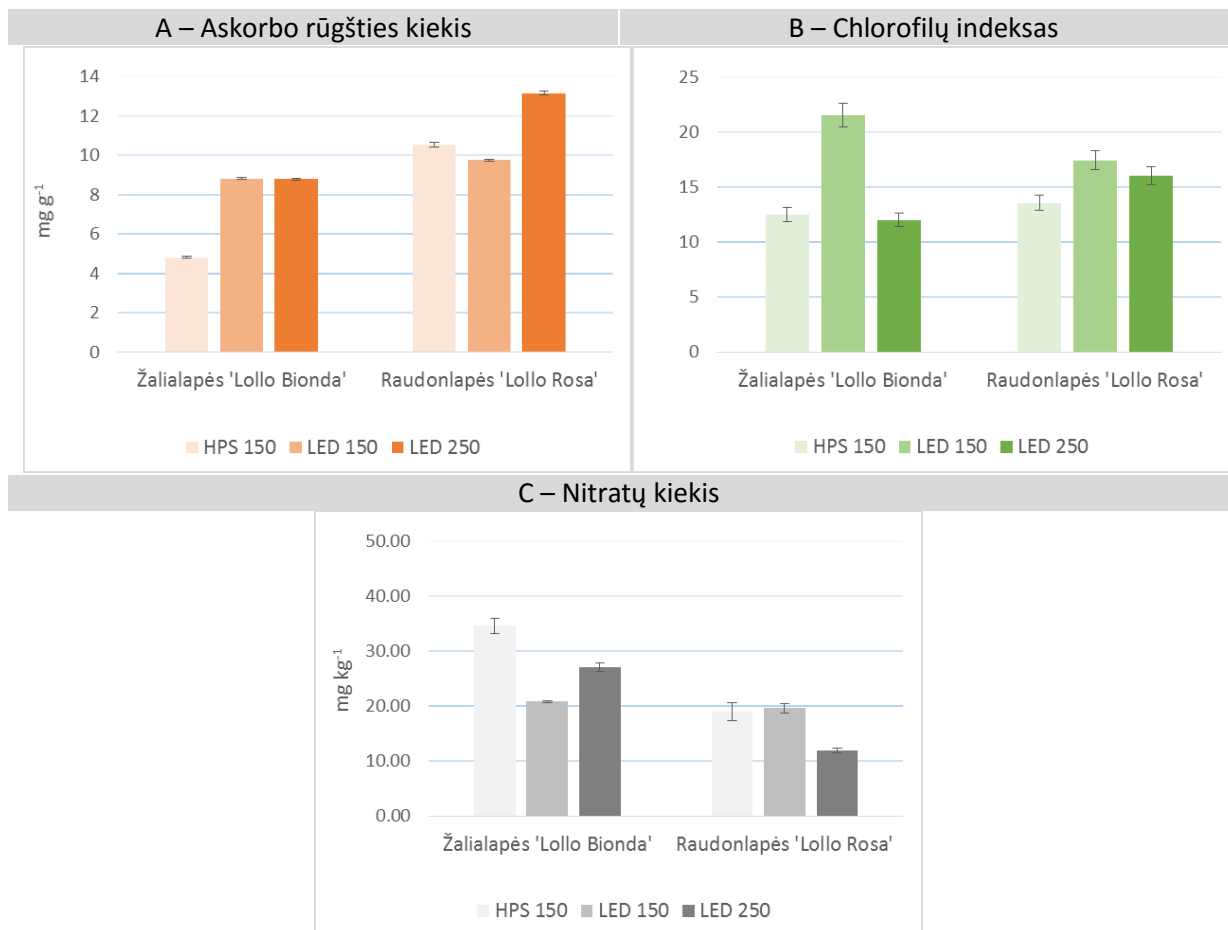
3 lentelė. Antžeminė masė salotų, išaugintų po HPS ir HLFC serijos LED šviestuvais šiltnamyje, rodikliai. Fotosintetiškai aktyvios spinduliuotės srautas 150 ir $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Biometriniai rodikliai	HPS 150	LED 150	LED 250
Žalialapės salotos 'Lollo Bionda'			
Antžeminė žalia masė, g	85,1±11,6	75,3±12,6	82,2±17,2
Raudonlapės salotos 'Lollo Rosa'			
Antžeminė žalia masė, g	90,3±11,2	79,4±15,6	88,6±14,1



HORTILED

4 pav. Biocheminiai salotų, išaugintų po HPS ir HLFC serijos LED šviestuvais šiltnamyje, rodikliai. Fotosintetiškai aktyvios spinduliuotės srautas 150 ir 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Rezultatai pateikiami žaliojoje augalų masėje.



Išvados

- Salotas auginant po didžiaslėgių natrio lempų (HPS) ir HLFC serijos LED šviesa palaikant vienodą ($150 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) fotosintetiškai aktyvios spinduliuotės srautą, nustatyta, kad HLFC serijos LED lempų spektras lemia kompaktišką salotų morfologiją (visuose amžiaus tarpsniuose), neigiamai neveikiant bendro augalo produktyvumo.
- HLFC serijos LED šviesos spektras paskatina asimiliatų transportą į šaknis, todėl šaknyse sukaupiama santykinai daugiau sausųjų medžiagų. Šviesos įtaka šaknų žaliosios masės suformavimui yra specifiška salotų veislei.
- HLFC serijos LED šviesos spektras paskatina salotų lapuose kauptis pigmentus chlorofilus, askorbo rūgštį bei lemia spartesnę nitratų redukciją, taip pagerindami salotų maistinės kokybės rodiklius.
- Didinti LED srautą iki $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ salotoms netikslinga, nes didesnis LED srautas nebepaskatina salotų augimo parametrų ir produktyvumo, o galimai paankstina



HORTILED

natūralius fiziologinio senėjimo procesus, kas ypač aktualu auginant mažąsias ‚baby leaf‘ salotas.

- Siekiant optimalios naudos, kietakūnio apšvietimo spektras ir srautas turi būti tinkamai parinkti atsižvelgiant į salotų tipą, veislę.

Tyrimų metodika

Tyrimų objektas - mažosios žalialapės salotos ‚Lettony‘ ir raudonlapės ‚Redlo‘ bei žalialapės ‚Lollo Bionda‘ ir raudonlapės ‚Lollo Rosa‘ salotos, augintos LAMMC Sodininkystės ir dažininkystės instituto gamybiniame šiltnamyje, dengtame dviguba polimerine plėvele. Salotos augintos neutralizuotame durpių substrate PG mix. Dienos/nakties temperatūra ~21/17±2°C.

Papildomam apšvietimui (natūralios saulės spinduliuotės fone) nuo sėjos naudoti HLFC serijos LED šviestuvai (Hortiled), fotosintetiškai aktyvios spinduliuotės srautas 150 ir 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Palyginimui - aukšto slėgio natrio lempos (HPS; Son-T Agro, Philips), 150 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ srautas, 16 h fotoperiodu.

Biometriniams matavimams atsitiktinai pasirinkta dešimt tinkančių reprezentuoti tiriamą variantą augalų. Biocheminėms analizėms naudotas konjuguotas bandinys, paruoštas iš eksperimento variantą galinčių reprezentuoti augalų. Askorbo rūgšties kiekis nustatytas spektrofotometrinio metodu. Nitratų kiekis – potenciometrinio metodu, naudojant nitratams atrankų elektrodą, chlorofilų indeksas – Dualex matuokliu (Force-A). Rezultatai pateikiami kaip matavimų vidurkis ±standartinis nuokrypis.



HORTILED

Šaltiniai:

PRAMONINIŲ ŠILTNAMEIŲ ŠVIESOKULTŪROS OPTIMIZAVIMAS KIETAKŪNIU APŠVIETIMU AUGINANT DAIGUS BEI SALOTINES DARŽOVES. Tyrimai atlikti 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>

Breslaujos 3-115
LT-44403 Kaunas
Lietuva / Lithuania

phone +370 37 401978
cell +370 698 87770

info@hortiled.lt
www.hortiled.lt