

Itin didelį fotosintetinį fotonų srautą generuojantis kietakūnis šviesos šaltinis nitratų redukcijos valdymui augaluose

Solid-state lighting source producing extra high photosynthetic photon flux for control of nitrate reduction in plants

Algirdas Novičkovas¹, Akvilė Viršilė², Aušra Brazaitytė², Viktorija Vaštakaitė², Julė Jankauskienė², Jurga Miliauskienė²

¹Vilniaus universitetas, Taikomųjų mokslų institutas, Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius

²Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro Sodininkystės ir daržininkystės institutas, Kauno g. 30, LT- 54333 Babtai, Kauno raj.

algirdas.novickovas@tmi.vu.lt

Vidutinis žemės paviršių pasiekiančios saulės fotosintetiškai aktyvios spinduliuotės fotonų srauto tankis (PPFD) yra $2000 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ($450 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$). Lietuvos geografinėje platumoje itin dideliu galima vadinti fotosintetinį fotonų srauto tankį didesnį už $500 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Per pastaruosius 5-8 metus įvyko didelė pažanga augalininkystei skirtų šviesos diodų srityje. Sukurti našūs didelės galios gilios raudonosios (650-670 nm) bei tolimosios raudonosios (730-750 nm) spektro sričių šviesos diodai puslaidininkinių AllnGaP junginių pagrindu, jų gamybą įsisavino dauguma gamintojų. Tai atvėrė galimybes sukurti itin didelį fotosintetinį fotonų srautą generuojančius kietakūnius šviesos šaltinius augalininkystei. Nitratų kiekis augaluose priklauso nuo apšvietimo sąlygų, ypač nuo spinduliuotės srauto dydžio. Šviesa tiesiogiai ir per fotosintezės biocheminius signalus įtakoja nitratų metabolizmą.

Pranešime pristatomas itin didelį fotosintetinį fotonų srautą generuojantis kietakūnis šviesos šaltinis, skirtas trumpalaikiam žalumyninių daržovių švitinimui prieš derliaus nuėmimą fitotrone – nitratų redukcijos šviesos pagalba augaluose padidinimui.

Šviesos diodai buvo parenkami atsižvelgiant į augalų vystymuisi svarbią šviesos spektrinę sudėtį ir remiantis mūsų daugiamečių tyrimų rezultatais. Buvo pasirinkti šviesos diodai: LED Engin LZ1-00B202 (JAV) mėlynai spektro sričiai, Luxeon Rebel LXM2-PD01-0050 (JAV) raudonai spektro sričiai, Luxeon Rebel LXM3-PD01 (JAV) gilios raudonosios šviesos spektro sričiai ir Cree XPEFAR-L1-0000-00601 (JAV) tolimosios raudonosios šviesos spektro sričiai. Kietakūnį šviesos šaltinį sudaro šviestuvas su šviesos diodais bei maitinimo ir valdymo blokas. Šviestuvas pagrindą sudaro metalinis stovas, ant kurio sumontuotas radiatorius su šoniniais reflektoriais iš lakštinio aliuminio lydinio. Prie radiatoriaus pritvirtintos spausdintinės plokštės su aliuminio pagrindu, ant kurių prilituoti šviesos diodai, bei apsauginis PMMA stiklas. Šviestuve taip pat sumontuoti šviesos diodų apsaugos nuo viršįtampio, viršsrovio ir perkaitimo elementai. Šviesos diodai aušinami ventiliatoriais.

Maitinimo ir valdymo blokas sukonstruotas kaip atskiras prietaisas, kuris dviem maitinimo kabeliais sujungiamas su šviestuvu. Valdymas atliekamas per maitinimo kabelius. Valdymo bloke sumontuoti du impulsiniai įtampos šaltiniai, srovės stabilizatoriai, kurie

tiekia valdomo stiprio srovės šviestuvo šviesos diodų vienspalvėms grupėms, šviesos diodų grupių srovės matavimo prietaisai bei kitos veikimą ir valdymo funkcijas užtikrinančios elektroninės grandinės.

Keturi reguliuojami srovės stabilizatoriai nepriklausomai valdo atitinkamą vienspalvių šviesos diodų grupę maitinančios srovės stiprį, o tuo pačiu ir grupių spinduliuojamo fotosintetinio srauto tankį. Visų srovės stabilizatorių schemos yra analogiškos, tačiau surinktos atsižvelgiant į stabilizuojamos srovės maksimalią vertę, kuri lemia stabilizatorių aušinimo realizavimo ypatumus. Pradiniame eksperimentų etape naudojamas analoginis šviesos diodų maitinimo srovių valdymas potenciometrų ir ampermetrų pagalba, tačiau yra realizuota galimybė srovės valdymą vėliau atlikti programiškai su HMI (Human Machine Interface) valdymo paneliu, o per pastarąjį – kompiuteriu ar išmaniuoju telefonu, sukūrus reikiamą programinę įrangą.

Šviestuvo apšviečiamas plotas – $0,2 \text{ m}^2$, šviesos diodų naudojama elektrinė galia – iki 350 W , bendra naudojama elektros galia iš tinklo – iki 500 W . Šviesos diodų generuojamo fotosintetinio fotonų srauto vertės pateiktos 1 lentelėje (matuota 28 cm atstumu). Bendras šviestuvo fotosintetinis fotonų srauto tankis siekia $1000 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, apšvietimo netolygumas – 15% .

1 lentelė. Šviesos diodų bangos ilgiai, kiekis šviestuve ir fotosintetinio srauto tankis.

Spektro sritis	λ (nm)	Kiekis (vnt.)	PPFD ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)
Mėlyna	455	18	20
Raudona	638	81	350
Gili raudona	662	108	580
Tolimoji raudona	737	9	50

Buvo sukonstruoti du identiški kietakūniai šviesos šaltiniai. Jie yra naudojami atliekant eksperimentus LAMMC Sodininkystės ir daržininkystės instituto fitotrone.

Pristatomi tyrimai remiami Lietuvos mokslo tarybos (sutarties Nr. MIP-060/2015).

Reikšminiai žodžiai: šviesos diodas, kietakūnis apšvietimas, augalininkystė.