

УДК 621.327

В.А.Андрійчук, д.т.н., проф., М.І.Котик, Л.М.Костик, к.т.н., доц., Я.О.Філюк, к.т.н.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗМІННІ СВІТЛОВІ ПОЛЯ ПРИ ВИРОЩУВАННІ РОСЛИН ЗАКРИТОГО ГРУНТУ

V.Andriiuchuk, Dr., Prof., M.Kotyk, L.Kostyk, Ph.D, Assoc.Prof., Ya.Filiuk, Ph.D
VARIABLE LIGHT FIELDS AT INDOOR PLANTS GROWING

Для вирощування рослин в умовах закритого ґрунту, окрім створення належних агротехнічних умов, важливим є забезпечення світлового режиму їх росту. При недостатньому сонячному опроміненні необхідно застосовувати досвічування штучними джерелами світла. При постійно зростаючих тарифах на енергоносії, застосування оптичного випромінювання в АПК необґрунтовано поменшало. Однак відомо, що в технологічному процесі культиваційних споруд оптичному випромінюванню немає альтернативи. Воно є найважливішим фактором, що створює мікроклімат для нормального розвитку рослин.

При виборі джерел світла важливу роль відіграє спектральний склад, інтенсивність потоку та розподіл випромінювання. Для рослин найбільш оптимальним є такі співвідношення окремих ділянок спектру: 30% - в синій області (390–490 нм); 20% - в зеленій області (490 – 590 нм); 50% - в червоній області (600 – 700 нм). Саме таке випромінювання найбільш ефективно сприяє процесам фотосинтезу, росту, морфогенезу та продуктивності рослин [1]. Звичайно для світлокультури рослин застосовують ксенонові лампи типу ДКСТ, натрієві лампи типу ДНаТ, металогалогенні типу ДРИ та значно рідше люмінесцентні лампи. Всі ці джерела світла мають складний спектр випромінювання, в якому фотосинтезна ділянка займає від 30 до 50%. ККД світлотехнічних установок з такими джерелами не перевищує 20-25%. Крім того вони споживають багато електроенергії і є складними для експлуатації та керування їх параметрами. В даний час найбільш енергоощадними є світлодіодні опромінювальні установки (ОУ). Вони дозволяють здійснювати підбір спектрального складу випромінювання як для певного типу рослин, так і на різних фазах їх розвитку, мають високу світловіддачу і є зручними при експлуатації та керуванні умовами опромінення.

Крім вибору джерел випромінювання у світлокультури рослин важливу роль відіграє режим опромінення. Перспективним напрямком є змінне та імпульсне опромінення, яке базується на двох стадіях процесу фотосинтезу – світловій і темновій [2]. В науково-дослідній лабораторії кафедри електричної інженерії були розроблені науково-технічні основи побудови засобів створення змінних світлових полів з широким діапазоном зміни параметрів. У різний час було виготовлено та випробувано кілька типів конструкцій опромінювальних установок: з обертанням опромінювача або його відбиваючого елемента навколо однієї чи двох осей; з прецесійним рухом опромінювача навколо вертикальної осі; зі зворотно-поступальним рухом та коливальним рухом опромінювача [3-4].

Заслужують на увагу роботи, присвячені моделюванню опромінювальних установок для світлокультури рослин та оцінки їх ефективності. Запропоновано математичні моделі опромінювальних приладів з круглосиметричним та несиметричним світловим розподілом, особливістю яких є взаємозв'язок їх трьох структурних елементів – джерела випромінювання, приймача опромінення та посівної ділянки. В експериментальних роботах по вирощуванню рослини у вегетаційно-кліматичних камерах при цілодобовому змінному опроміненні було доведено ефективність застосування змінного світлового поля з погляду підвищення продуктивності

фотосинтезу та зменшення енерговитрат на опромінення рослин. Встановлено, що річна економія електроенергії у результаті використання опромінювальної установки із зворотньо-поступальним рухом опромінювача з лампою ДНаТ-400 замість аналогічної опромінювальної установки неперервної дії на площі 230 м² при рівні опромінення ФАР 30 Вт/м² становить більше 10 тис. кВт·год. [5].

Новим напрямком у світлокультурі рослин є імпульсне опромінення. Відомо, що тривалість світлової фази в процесі фотосинтезу становить близько 0,00001 с, а темної - 0,01 с [1,2]. З появою світлодіодних джерел світла з дуже коротким часом післясвічення з'явилася можливість створення імпульсних опромінювальних пристроїв із заданою тривалістю світлового імпульсу та його шпаруватістю.

В НДІ кафедри було розроблено та змонтовано ОУ із регульованими параметрами світлового імпульсу [6, 7]. Експериментальні дослідження проведено з використанням міні-тепліць типу «Флора». В якості рослин використано відбірне насіння перцю типу Claudio. Як джерела випромінювання використовували компактні люмінесцентні лампи (КЛЛ) Osram (як контроль та постійне опромінення), червоні та сині світлодіодні матриці потужністю 10 Вт для імпульсного опромінення (50% заповненість, період 0,1 с). Такі комбінації джерел випромінювання добре себе зарекомендували при вирощуванні рослин при постійному опроміненні. В експерименті проводили при трьох режимах опромінення: 1) КЛЛ (контроль, постійне випромінювання), рівень опромінення 3 клк; 2) КЛЛ+СД матриця червоного кольору свічення, рівень СД опромінення 2,04 мкмоль/(м²·с); 3) КЛЛ + СД матриця синього кольору свічення, рівень СД опромінення 16,34 мкмоль/(м²·с). Оцінка ефективності імпульсного випромінювання проводилась за флюоресценцією листка рослини та її ростових і морфометричних параметрах: суха та сира маса, площа листка, хлорофіли *a* та *b* та основні каротиноїди. Дані показники виявились найвищими в теплицях, де на фоні постійного опромінення білим світлом використовувалось імпульсне монохроматичне, що свідчить про позитивний вплив додаткового імпульсного опромінення на ріст і розвиток рослин [6, 7].

Література

1. Степанчук Г.В., Ключка Е.П., Пономарева Н.Е. Оптические электротехнологии переменного облучения растений в культивационных сооружениях: монография. – Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2013. – 208 с.
2. Биофизика фотосинтеза. / Под ред. А.Б.Рубина. – М.: Изд-во МГУ. 1975. – 224с.
3. Пат. UA № 46878, 7 A01G9/28. Опрямінююча установка для світлокультури рослин / Андрійчук В.А., Воркун С.В. – № 99063707; заявл.30.06.1999; опубл. 17.06.2002, Бюл. № 6.
4. Пат. UA № 47508, 7 A01G9/26. Установка для переривчастого опромінення рослин / Андрійчук В.А., Бакушевич Я.М., Воркун С.В. – № 99063708; заявл. 30.06.1999; опубл. 15.07.2002, Бюл. № 7.
5. Костик Л.М. Моделювання світлодіодних опромінювальних приладів для світлокультури рослин // «Електроніка та системи управління», №4(14), 2007. – С.151-156.
6. Kotik M.I., Andriychuk V.A., Kostik L.N., Gerts N.V., Gerts A.I. Pulse light stimulation of pepper sprouts cultivation / Light & Engineering . 2019 Special Issue.- Vol. 27.- P. 84-91.
7. Light pulsed irradiation in growing seedlings / Mariia Kotyk, Volodymyr Andriychuk, Pavol Spanik, Liubov Kostyk, Sergiy Potalitsyn // ICAAEIT 2021, 15-17 December 2021. - Tern. : TNTU, Zhytomyr «Publishing house „Book-Druk“» LLC, 2021. - P.40-45.