

СТВОРЕННЯ СУЧАСНИХ ОПРОМІНЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА З УРАХУВАННЯМ СПЕКТРАЛЬНОГО СКЛАДУ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА

Єгорова О. Ю.

Українська інженерно-педагогічна академія

Запропоновано спосіб техніко-економічного оцінювання опромінювальних установок на стадії проектування агротехнічних об'єктів з урахуванням типу джерела опромінювання.

Постановка проблеми. В умовах світлокультури енергія оптичного опромінення є дієвим чинником, що впливає на ріст і розвиток рослин. Найбільш важливими є три основні характеристики випромінювання: спектральний склад, опромінення і тривалість добового опромінення (фотоперіод). Останній час надають значення четвертому фактору – структурі світлового поля.

Опромінювальні установки для вищих рослин застосовуються в оранжереях та тепличних комбінатах, при прискореному виведенні нових сортів сільськогосподарських культур і розмноженні дорогого посівного матеріалу в селекційних центрах країни, а також при фізіологічних дослідженнях рослин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У теперішній час завдяки зусиллям багатьох вчених, у тому числі А. Ф. К्लешніна, В. М. Лемана, Б. С. Мошкова, Г. М. Лисовського, Н. Н. Протасовой, Н. І. Райкова та ін., що заклали основи світлокультури рослин, це стало практичним агрозасобом вирощування різноманітних повноцінних сільськогосподарських рослин [1, 2].

Випромінювання в спектральному діапазоні 400-700 нм відіграє найбільш важливу роль для рослин і має назву фотосинтетично активної радіації (ФАР). Одночасно з енергетичною дією на рослину (фотосинтезом) випромінювання ФАР і прилеглих областей впливає на життєдіяльність рослин через реакції, в принципі від фотосинтезу не залежні, але визначається як продуктивність, так і харчова якість рослинної продукції. Оптичне випромінювання викликає в рослинах наступні процеси: фототропізм; фотоморфогенез, тобто регулярний вплив світла на ріст і розвиток рослини, проростання насіння, ріст стебла, клітинне дихання; фотоперіодизм, тобто ритмічна зміна різноманітних морфологічних, біохімічних і фізіологічних властивостей і функцій організмів під впливом чергування і тривалості світлових і темних інтервалів, а також фотосинтетичної реакції таких агентів основних процесів фотосинтезу, як хлорофіл і каротиноїди. Всі ці процеси мають свої характерні спектри дії, рівні опромінення.

В більш широкому спектральному діапазоні виділяються наступні умовні ділянки відповідно до їх впливу на фізіологічні процеси [1]:

більше 1000 нм – тільки тепловий вплив;

1000-700 нм – в основному ефект витягування стебла;

700-400 нм – основна для життєдіяльності рослин область спектра;

400- 315 нм (УФА) - формативний ефект;

315-280 нм (УФВ) – шкідливе для більшості рослин;

коротше за 280 нм (УФС) – рослини швидко гинуть.

Фітофотометрична оцінка випромінювання основана або на енергетичній або на ефективній системі величин, що оцінює опромінення за допомогою селективної функції фотосинтетичної ефективності, отриманої розрахунковим шляхом для середнього листка. Вказана система має ряд переваг, властивих системам ефективних величин, однак практичну її цінність для світлокультури знижує відсутність у ряді випадків прямої кореляції між інтенсивністю фотосинтезу та продуктивністю рослин. Саме тому необхідна особлива увага при створенні сучасної опромінювальної установки для рослинних культур.

Мета статті. Визначити ефективність використання джерел оптичного випромінювання різного спектрального складу у сільському господарстві.

Основні матеріали дослідження. Найбільш поширеними джерелами світла, що знаходять застосування у тепличному господарстві, це люмінесцентні лампи, натрієві лампи, дугові ртутні лампи типу ДРЛФ, металогалоїдні лампи, ксенонові лампи і як новітня альтернатива їм, застосовуються світлодіодні лампи.

Люмінесцентні лампи мають ККД ФАР до 2,2 % найдешевші, достатньо довговічні й доступні, але для них характерна низька концентрація потужності, що не дозволяє створити у фітоустановці високі рівні опромінення.

Ртутні газорозрядні лампи високого тиску типу ДРЛФ з люмінофором з підвищеною часткою випромінювання в червоній частині спектра мають ККД ФАР 10 % при потужності 400 Вт, випускаються з рефлекторним покриттям на зовнішній колбі і входять у комплект опромінювача.

Ксенонові трубчасті лампи поряд з іншими джерелами завдяки своїй високій потужності забезпечують дуже високі опромінення ФАР. Спектр ксенонових ламп подібний до сонячного, що особливо важливо при проведенні селекційних робіт. Крім цього, їм притаманна висока експлуатаційна надійність. До недоліків ксенонових ламп слід віднести високу частку ближнього інфрачервоного випромінювання (660 нм), наявність ультрафіолетового випромінювання з довжиною хвилі 300 нм, низький ККД ФАР, що обмежує можливість їх використання у світлокультури.

Натрієві лампи високого тиску типу НЛВД та металогалогенні лампи типу ДРФ 1000 з добавками йодидів індію і літію мають випромінювання сконцентроване в області максимуму поглинання хлорофілу. Також вони мають найбільший серед газорозрядних джерел ККД ФАР – 24-30% [3].

Фотобіологічні експерименти на різних рослинних культурах доводять ефективність використання оптичних випромінювачів чіткого спектрального складу. Тобто такі, що мають максимум випромінювальної здатності у синіх та довгих червоних довжинах хвиль. Жоден з перелічених до тепер джерел випромінювання без додаткового втручання не має ідеального спектру, або мають певний сторонній ефект.

Окремим рядком стоять надсучасні світлодіодні випромінювачі. Вони повною мірою відповідають за спектральним складом цим вимогам, оскільки мають лінійчатий спектр. Енергетична ефективність світлодіодного джерела світла значно вища порівняно з розрядними лампами і мають ККД ФАР 30 -35%

Інтенсивне вирощування овочевих та квіткових культур з застосуванням штучного освітлення вимагає великих енерговитрат. Саме тому раціональне витрачання електроенергії та забезпечення рентабельного виробництва набуває першеступеневого значення. Зазвичай повний розрахунок річного економічного ефекту від виробництва і застосування нових виробів довгострокового використання з покращеними характеристиками виконується за методикою, що ґрунтується на мінімумі наведених витрат. Ця методика вимагає наявності повних даних, які можуть бути відомі лише після завершення розробки культивативної споруди. Існує низка робіт, які дозволяють оцінити ефективність джерел випромінювання та опромінювачі на початковому етапі [4]. Пропонується здійснювати техніко-економічне оцінювання опромінювачів за відносною вартістю одного вата корисного потоку випромінювання ламп в області фотосинтетичної активної радіації протягом річної експлуатації грн/Вт.

$$C_{\text{вдо}} = \frac{K_3 Z}{\Phi_e \eta_{\text{опр}} \eta_{\text{вик}}} \left[\frac{t}{t_l} C_l + \frac{C_{\text{опр}}}{t_{\text{опр}}} + \frac{C_M}{t_{\text{опр}}} + \frac{C_{\text{ам}}}{10} + (P_l + P_{\text{ПРА}}) t C_e \right] \quad (1)$$

де $K_3 = 1.25-1.5$ – коефіцієнт запасу, що враховує спадання світлового потоку лампи;

Z – коефіцієнт мінімальної опроміненості;

Φ_e – потік випромінювання лампи, Вт;

$\eta_{\text{опр}}$ – ККД опромінювача;

$\eta_{\text{вик}}$ – коефіцієнт використання потоку опромінювача;

t – мінімальна тривалість роботи опромінювача протягом року експлуатації, години;

t_l – середня тривалість горіння лампи, год.;

$t_{\text{опр}}$ – нормативний термін служби опромінювача, роки;

$C_l, C_{\text{опр}}, C_M$ – вартість ламп, опромінювача та його монтажу, грн.;

$P_l, P_{\text{ПРА}}$ – потужність лампи та втрати в пускорегулюючій апаратурі;

$C_{\text{ам}}/10$ – питомі капітальні витрати на електроустановки, що враховуються у амортизаційних відрахуваннях, грн.;

C_e – вартість однієї, кВт/год.

Висновки. Промислове овочівництво та квітництво, з використанням штучного опромінювання у теперішній час розвивається як самостійна галузь агропромисловості. Саме тому вибір та забезпечення енергоефективного і біологічно доцільного опромінювання, з урахуванням всіх переваг та недоліків у сучасних умовах є важливою задачею. Достовірне оцінювання економічної ефективності може бути виконане, ще на стадії проектування, що дозволить певною мірою зекономити кошти власника.

Список використаних джерел

1. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю. Б. Айзенберга. - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Знак, 2006. – 972 с.
2. Лисовский Г. М. Экспериментальная оценка эффективности источника света в светокультуре растений / Г. М. Лисовский, Л. Б. Прикупец, Г. С. Сарычев // Светотехника. - 1983. - №4. - С.7-9.
3. Вассерман А. Л. Ксеноновые трубчатые лампы и их применение / А. Л. Вассерман. – М.: Энергоатомиздат, 1989. - 88 с.
4. Вассерман А. Л. Об эффективности облучения растений / А. Л. Вассерман, В. В. Мальшев // Светотехника. - 1985. - №8. - С. 16-17.

Аннотация

СОЗДАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ОБЛУЧАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА С УЧЕТОМ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

Егорова О. Ю.

Предложен способ технико-экономической оценки облучательных установок на стадии проектирования агротехнических объектов с учетом типа источника облучения.

Abstract

CREATION OF MODERN IRRADIATORS FOR AGRICULTURE IN VIEW SPECTRAL COMPOSITION LIGHT SOURCES

O. Iegorova

A method for feasibility assessment of irradiating facilities at the design stage of agro-technical facilities taking into account the type of radiation source.