УДК 628.979, 621.327

В.А. Андрійчук, М.І. Гнатович

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ОПРОМІНЮВАЛЬНІ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН В ЗАКРИТОМУ ГРУНТІ

Анотація: В роботі представлені результати досліджень умов росту та розвитку рослин закритого ґрунту при опроміненні світлодіодами та компактними люмінесцентними лампами. Проведено аналіз спектрів випромінювання та дана їх коротка характеристика. Розроблено світловий прилад на базі світлодіодів та здійснено оптимізацію розташування світлодіодів в матричному опромінювачі.

Ключові слова: світлодіод, опромінювальний пристрій, світлокультура, компактна люмінесцентна лампа

Постановка проблеми

Довгий період часу для вирішення даної проблеми використовували газорозрядні лампи високого тиску, переважно натрієві. З появою СД джерел світла виникає питання їх використання в опромінювальних пристроях для тепличного господарства. Перевагами СД [1, 2] є їх енергоощадність, можливість комбінування і підбору спектрального складу випромінювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Попит на світлодіоди зростає з кожним роком у зв'язку з наближенням їх цін до очікувань ринку [3].

Спектральний склад світла впливає на швидкість протікання біохімічних реакцій рослин: ультрафіолетові промені (довжина хвилі – 380-400 нм) сприятливі для розсади і небажані в період активної вегетації і плодоносіння, жовтогарячі і червоні хвилі (595 – 750 нм) сприяють інтенсивному накопиченню біомаси та ранньому цвітінню. Збільшення у спектрі синьо-фіолетових променів (400-490 нм) активізує процеси плодоносіння. Жовто-зелені хвилі найменше поглинаються рослинами, викликають збільшення витрат енергії на дихання [4].

Авторами [5] показано, що опромінення світлодіодами призводить до накопичення хлорофілів *a* та *b*, і при цьому не порушує структуру пігментного складу.

Метою роботи було дослідження енергоощадних опромінювальних пристроїв (ОП) для тепличного господарства та їх спектральний вплив на вирощування розсади.

Виклад основного матеріалу

Виходячи із аналізу фоточутливості пігментного складу листків рослин авторами [6-8] було отримано спектральний розподіл фотосинтезної ефективності випромінювання, з якої і було одержане співвідношення світлодіодів синього та червоного кольорів свічення. Дослідження проводились в міні-теплиці «Флора». Для експерименту було використано 2 типи опромінювальних пристроїв:

1) ОП1 – 4 КЛЛ типу Osram Duluxstar 18W/840, рівень опромінення 5200 лк, сумарна потужність – 72 Вт;

2) ОП2 – СД матриця розмірами 0,3×0,3 м, яка складається з 192 червоних СД типу MTK2-10R02WC-20cd та 97 синіх СД типу MTK2-5B02WC-2cd з кутом свічення 20°, рівень опромінення пристрою 2,5 клк, а сумарна потужність – 13,5 Вт.

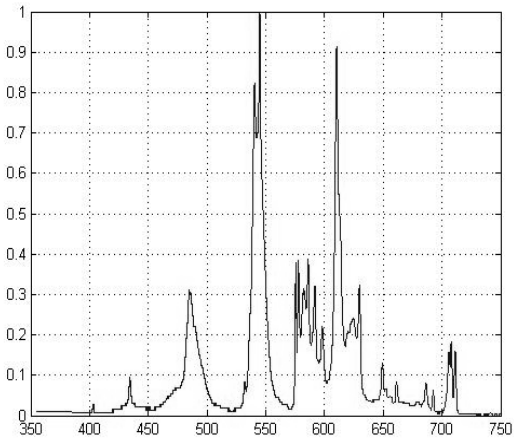


Рис.1. Спектр випромінювання КЛЛ Osram Duluxstar 18W/840

Вибрано саме такі опромінювальні прилади, оскільки їх спектральний склад близький до спектру ефективності фотосинтезу [9]. Автори [10] зробили

висновок, що СД опромінювальні пристрої характеризуються більш високою віддачею фотосинтетично активного випромінювання. А КЛЛ не лише економічно вигідні, але і менш негативно впливають на навколишнє середовище [11].

На рис.1 наведено спектр випромінювання КЛЛ типу Osram Duluxstar 18W/840, на якому спостерігаються широкі смуги випромінювання люмінофора та вузькі лінії, що відповідають переходам в атомах ртуті.

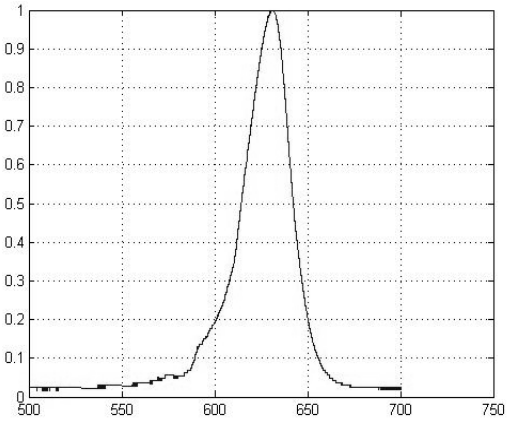


Рис.2. Спектр випромінювання червоного СД типу MTK2-10R02WC-20cd

На рис.2 та 3 наведено спектри випромінювання червоних та синіх СД, відповідно. Спектр СД червоного кольору свічення з максимумом при 630 нм складається із достатньо вузької смуги півшириною 20 нм. У спектрі синіх СД максимум випромінювання розташований при 460 нм з півшириною 30 нм.

Для експериментів було використано насіння помідор Shady Lady F1 та перцю Claudio F1 та доведено їх до етапу розсади. Результати основних показників даних рослин представлені на рис. 4-7.

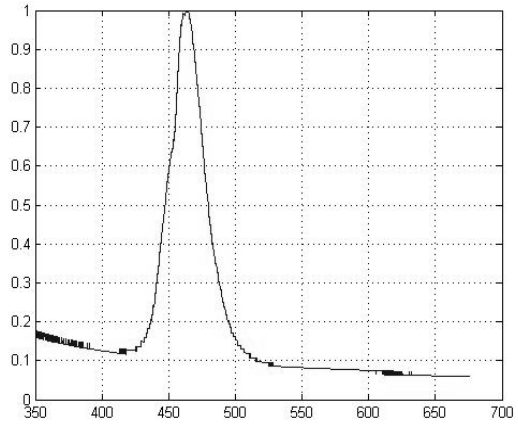


Рис.3. Спектр випромінювання синього СД типу MTK2-5B02WC-2cd

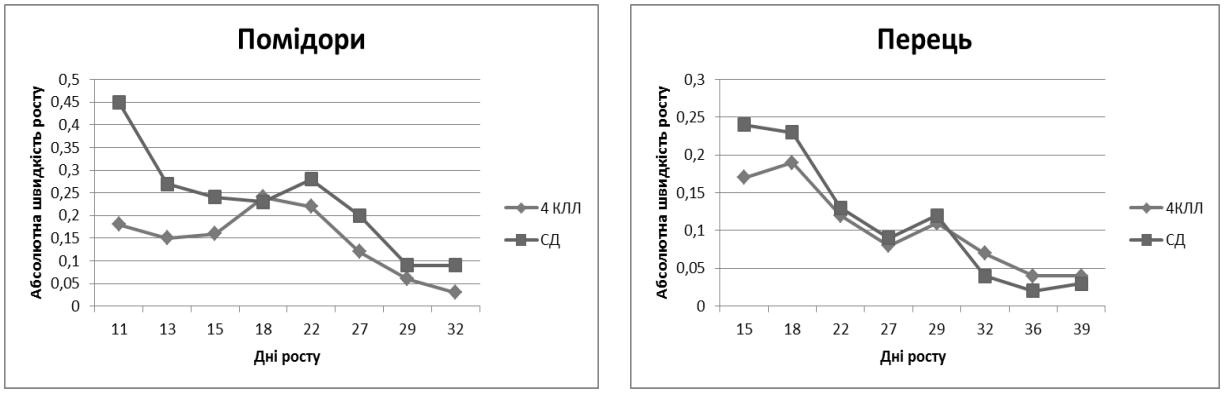
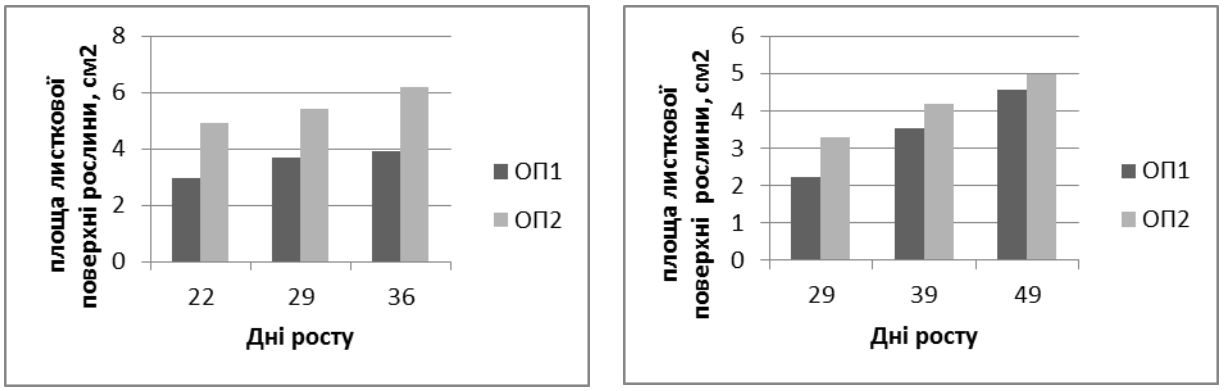
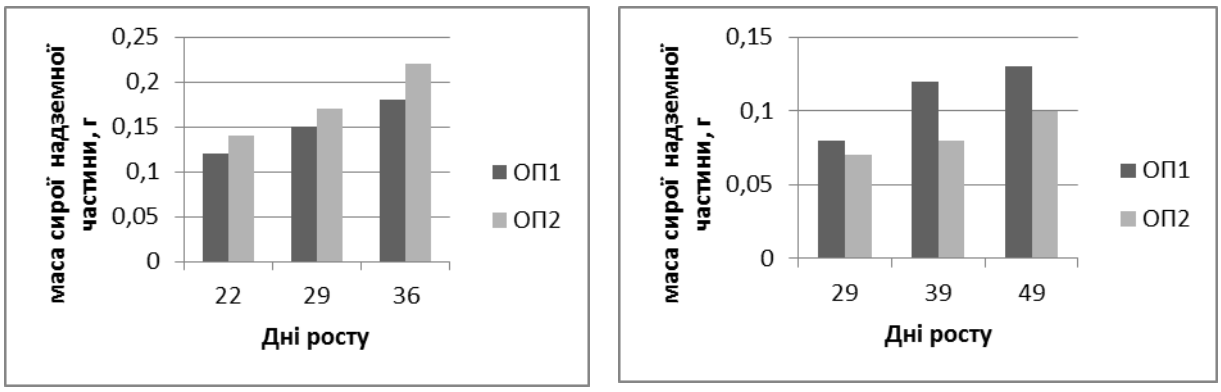


Рис. 4. Динаміка зміни абсолютної швидкості росту рослин в залежності від умов опромінення



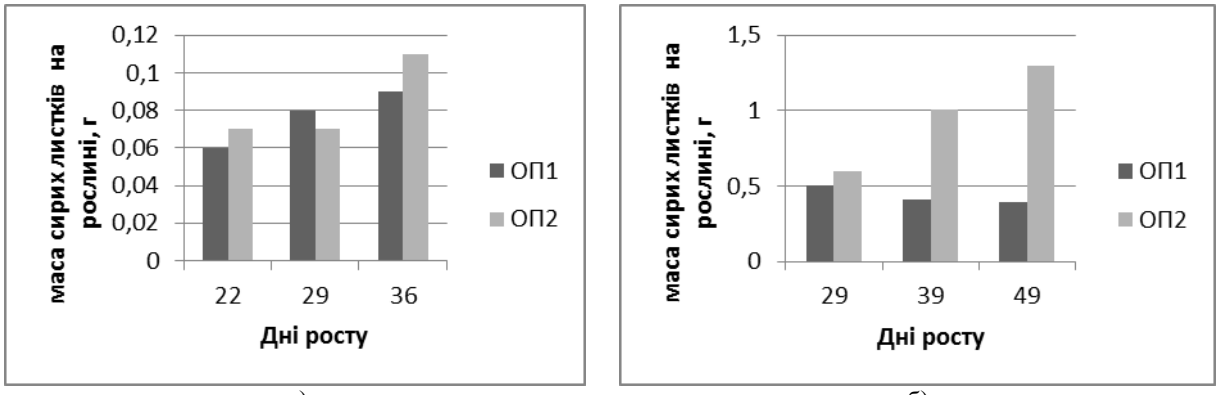
а) б)

Рис.5. Залежність площі листкової поверхні рослин від умов опромінення:
а) Помідори Shady Lady F1; б) Перець Claudio F1.



а) б)

Рис. 6 Залежність біомаси рослин від умов опромінення:
а) Помідори Shady Lady F1; б) Перець Claudio F1.



а) б)

Рис. 7 Залежність сирої маси листків від умов опромінення:
а) Помідори Shady Lady F1; б) Перець Claudio F1.

Динаміка зміни абсолютної швидкості росту рослин представлена на рис.4. Хоч помідори та перець на початку досліджень набагато швидше росли при опроміненні КЛЛ, та все ж до завершення експерименту різниця в рості стала незначною, що не суттєво вплинуло на основні показники рослин.

На рис.5 представлені залежності площі листкової поверхні. Всі показники при опроміненні ОП2 випереджають показники при опроміненні ОП1.

На рис. 6 спостерігається дещо інша картина, показники біомаси помідор при опроміненні ОП2 вищі, ніж при опроміненні ОП1, а показники біомаси перцю, навпаки, нижчі.

На рис. 7 зображено залежності маси сирих листків, у всі дні росту, окрім 29 дня для помідор, параметри при опроміненні ОП2 переважають над ОП1.

Висновки

В даній роботі представлені результати дії енергоощадних опромінювальних пристроїв на культури перцю та помідор.

ОП2 можна використовувати для вирощування розсади, адже незважаючи на в 2 рази менший рівень опромінення показники переважно не уступають показникам під опроміненням ОП1, а споживана потужність ОП2 в 5 разів менша.

Спектральні максимуми ОП2 лежать в червоній та синій областях, котрі найбільш необхідні для процесу вирощування розсади, максимуми ОП1 також лежать в цих областях, але найбільший з них належить зеленій області спектру, даний колір не є необхідним для забезпечення фотосинтезу рослин [12].

Література

1. Коган Л. М. Полупроводниковые светодиоды: современное состояние / Л. М. Коган //Светотехника. – 2000. – № 6. – С. 11 – 15.

2. Юнович А. Э. Светодиоды как основа будущего / А. Э. Юнович // Светотехника–2003. – № 3. – С. 2 – 6

3. А. В. Михайлов Светодиоды для различных целей освещения / А. В. Михайлов, Н. В. Шилкин // Энергосбережение. – 2014. – № 7. – С. 50 – 53.

4. . М. Макрушин Фізіологія рослин / М. М. Макрушин, Є. М. Макрушина, Н. В. Петерсон, М. М. Мельнікова. – Вінниця: Нова Книга, 2006. – 416 с.

5. А.Г.Кареткин Использование светодиодов и люминесцентных ламп при культивировании растений в оранжерее «Лада» / А.Г.Кареткин, О.Б.Сигналова http://www.ihst.ru/~akm/3220t.pdf

6. Лисовский Г. М. Экспериментальная оценка эффективности источников света в светокультуре растений / Лисовский Г. М., Прикупец Л. Б., Сарычев Г. С., Сыдько Ф. Я., Тихомиров А. А. // Светотехника. – 1983. – №4 – С. 7-9.

7. Вассерман А. Л. Об оценки эффективности действия источников на растения / Вассерман А. Л., Квашин Г. Н., Малышев В. В. // Светотехника. – 1986. – №7 – С. 14-15.

8. Казенас В. Ю. Биофотометрический контроль облучения растений / Казенас В. Ю. // Светотехника. – 1993. – №8 – С.1-3.

9. М. Гнатович Розрахунок та конструювання опромінювального пристрою для вирощування розсади в закритому грунті / М. Гнатович//V Міжнародна науково-технічна конференція "Моделювання в електрооехніці електроніці та світлотехніці MEEC14" національний авіаційний університет. - Київ, 1-3 жовтня 2014 р.

10. И. Бахарев Спектры излучения и фотобиологическое действие светодиодов / И. Бахарев, А. Прокофьев, А. Туркин, А. Яковлев // Современные технологии автоматизации. – 2010. – №2 – с.76-82.

11. Ю.Б.Айзенберг Енергозбережение в освещении. Под ред. роф. Ю.Б.Айзенберга. М.: Знак, 1999, 264с.

12. Ю. Б. Айзенберг Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю. Б. Айзенберга. 3-е изд. перераб. и доп. М.:Знак, 2006. – 972 с.

Автор: АНДРІЙЧУК Володимир Андрійович
Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя, Тернопіль, доктор технічних наук, професор
E-mail – kaf_es@tu.edu.te.ua

Автор: ГНАТОВИЧ Марія Іванівна
Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя, Тернопіль, асистент
E-mail – mariagnatovych@mail.ru

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ОБЛУЧАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЙ В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ

В. А. Андрийчук, М. И. Гнатович

В работе представлены результаты исследований условий роста и развития растений закрытого грунта при облучении светодиодами и компактными люминесцентными лампами. Проведен анализ спектров излучения и дана их краткая характеристика. Разработан световой прибор на базе светодиодов и осуществлено оптимизацию расположения светодиодов в матричном облучатели.

Ключевые слова: светодиод, облучательный прибор, светокультура, компактная люминесцентная лампа

IRRADIATION ENERGY EFFICIENT IRRADIATORS FOR GROWING PLANTS IN GREENHOUSES

V. A. Andriychuk, M. I. Gnatovych

The research results of plants irradiation conditions in the indoor ground are presented. The energy-saving irradiators were chosen and the irradiation spectrums of used devices have been presented. The "Flora" – type mini-greenhouses were chosen for the experiments. Two types of irradiated devices were used. They were formed from the compact luminescent lamps of Osram Duluxstar 18W – type and red and blue LED of MTK – type. The possibility to use the energy-saving and semi-conductors light sources has broadened the possibilities of their application in the lightculture and the effect of their irradiation on plants growth in the indoor ground is actual.Two levels of irradiation were provided: 3000 lux and 5200 lux. The seeds of Shady Lady F1 tomato cultivar and the seeds of Claudio F1 pepper cultivar were grown. The measuring of plants growth was held under 16-hour light regime and constant temperature of the environment. The comparative characteristics of different irradiating conditions are presented. It was determined that even 2 times less radiation level indicators mostly do not concede under irradiation parameters CFL, LED and power consumption is 5 times lower.*Taking into account all mentioned above it is reasonable to use combined luminescent lamps.*

Keywords: LED irradiation device photoculture, compact fluorescent lamp.