

ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОПТИЧНИХ ЕЛЕКТРОТЕХНОГІЙ В БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

Л. С. Червінський, доктор технічних наук, професор
Л.О. Сторожук, кандидат історичних наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
e-mail: lchervinsky@gmail.com

Анотація. *Оптичні електротехнології широко використовуються в усіх галузях народного господарства. Оптичні електротехнології змінного світлового поля в біотехнічних системах це один із перспективних напрямків енергоефективності та енергозбереження. Поняття біотехнічної системи об'єднує таке: світлотехнічне обладнання (джерела випромінювання), технічне обладнання (за допомогою якого змінюються параметри світлового поля), різноманітні конструкції, на яких розміщується біологічний об'єкт, що опромінюється. У методиці розрахунку опромінювальних установок змінного світлового поля необхідно враховувати просторовий і поверхневий розподіл енергії оптичного випромінювання, біоморфологічні характеристики опромінюваного об'єкту в процесі отримання його продукції.*

Ключові слова: *енергозбереження, оптичні електротехнології, змінне світлове поле, біотехнічні системи*

Актуальність. Нині головне питання, що набуває все більшої актуальності, це енергозбереження, що має на меті професійні методи і технології ефективного використання енергії оптичного випромінювання. У галузі рослинництва закритого ґрунту через наявність біологічних об'єктів в енергетичній системі споживання методи енергозбереження розроблені недостатньо. Це пояснюється тим, що процеси опромінення характеризуються малою часткою використання корисної енергії, недивлячись на значні величини електроенергії, спрямованої в тепличному рослинництві для цих цілей. Тому пошук можливостей економії електроенергії в технологічному процесі вирощування тепличних рослин з використанням енергії оптичного випромінювання являє собою дуже важливу практичну мету. Для її вирішення необхідні відповідні теоретичні підходи.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Енергію оптичного випромінювання в тепличному виробництві не можна замінити ніякими іншими технологічними або агротехнологічними прийомами. Але оптичну електротехнологію намагаються застосовувати там, де вона підвищує кількість, якість, скорочує терміни вегетації вирощуваної тепличної продукції, знижує енергоємність технологічного процесу, збільшує продуктивність праці і економічно себе виправдовує. Тому протягом усієї історії розвитку тепличного рослинництва і світлокультури як науки, безперервно відбувалися вдосконалення технологій, спрямованих на опромінення біологічного об'єкту, а саме рослини. Технічні засоби в сукупності з біологічним об'єктом утворюють біотехнічну систему.

Об'єктом дослідження є біотехнічна система тепличного господарства з використанням оптичної електротехнології змінних світлових полів. Особливістю цієї електротехнології є те, що енергія оптичного випромінювання проходить в технологічному процесі кілька етапів перетворення:

- генерація оптичного випромінювання в джерелі випромінювання;
- використання технічного засобу (або прийому), що змінює параметри світлового поля в певному часовому і просторовому проміжку;
- динамічний перерозподіл оптичного випромінювання в просторі навколо об'єкту опромінювання;
- можливість підтримання заданого закону зміни потоку випромінювання в часі (за інтенсивністю випромінювання, за спектральним складом, за тривалістю і т.д.) з метою забезпечення максимальної ефективності фотобіологічних процесів в опромінюваному біооб'єкті.

Запропонована класифікація ознак сучасних опромінювальних установок, що використовуються в оптичних електротехнологіях в біотехнічних системах (рис. 1). Комбінації значень кожної з ознак дають можливість синтезувати нові ефективні типи технологічних схем опромінення в біотехнічних системах.

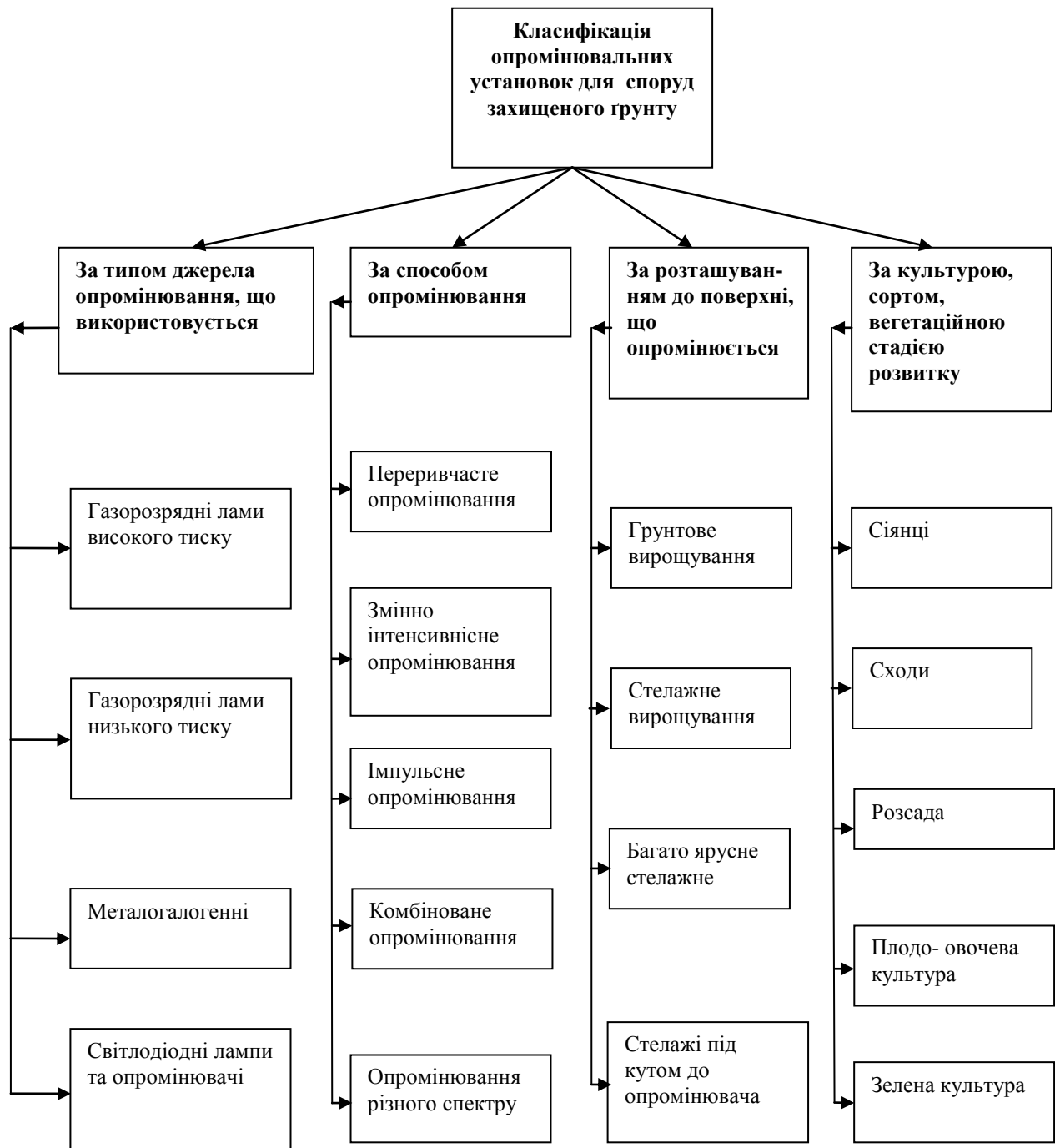


Рис. 1. Класифікація опромінювальних установок

Аналізуючи стан розвитку промислового тепличного рослинництва встановлено, що найпоширенішим є один технологічний спосіб вирощування, а саме, в горизонтальній площині один стелаж, над яким створюється «стеля, що світиться» із стаціонарних випромінювачів. Це досить просте технічне рішення, яке зводиться до вибору джерела випромінювання (за спектром та інтенсивністю). З іншого боку, існує величезна кількість наукових досліджень,

технічних розробок, які сприяють підвищенню продуктивності фотосинтеза рослин і зниженню енергоємності, але не впроваджуються і не використовуються у виробництві.

Мета дослідження – обґрунтувати особливості, які сприятимуть впровадженню нових оптичних електротехнологій, зокрема, змінного світлового поля.

Матеріали і методи дослідження. Процес опромінення біологічного об'єкту має ряд особливостей.

Перша особливість.

Фактичний спосіб опромінення біологічного об'єкту визначає основні параметри змінного світлового поля:

- інтенсивність (сила випромінювання) та спектральний склад (якість випромінювання);
- технологічна тривалість опромінювання (кількість днів, годин на добу);
- періодичність (ритм опромінення в годинах, в хвилинах);
- спрямованість (градієнт впливу);
- швидкість зміни зазначених параметрів.

Також немає єдиного підходу (методу) розрахунку опромінювальних установок, які створюють змінне світлове поле. На практиці ефективність таких установок визначається за реакцією рослин на створені умови.

Друга особливість.

Предметом впливу змінного світлового поля є біологічний об'єкт. З функціонального боку фотобіологічні реакції можна поділити на власне фізіологічні і деструктивно-модифікуючі. [1]. Перші, які є продуктостворюючими діляться на:

- енергетичний процес (фотосинтез);
- біосинтетичний процес (біосинтез хлорофілу);
- інформаційні процеси (фототропізм, фотоморфогенез, фотоперіодизм, фотосинтетичні реакції, фотоадаптація).

Вищевикладене підтверджує складність біологічного об'єкту, що опромінюється та необхідність врахування різнобічних, багаторівневих вимог до оптичної електротехнології.

Третя особливість.

Питання ефективності процесу опромінювання, тобто оптимізації впливу світлової енергії на рослини має велике практичне значення, що потребує поглиблення знань закономірностей цього впливу на живий організм. Інакше кажучи, необхідна ідентифікація рослин, як об'єктів світлового впливу. Очевидно, що проблема інтенсифікації рослин через відсутність прямого інформаційного обміну з людиною не може бути вирішена звичайними способами і вимагає спеціальних пристроїв для отримання інформації про стан рослин в динаміці. Для подолання складнощів можуть бути запропоновані прийоми, що спрощують задачу, наприклад, розкладання на складові підзадачі, що повністю зберігають її загальну специфіку. В цьому випадку спрощується складність в отриманні інформації про стан біологічного об'єкта і відкривається можливість для використання даних суміжних галузей знань, зокрема, фізіології рослин, світлотехніки, фотобіометрії тощо. Внаслідок складності методів останньої кінцева мета перекладається в часткові критерії ефективності, до яких пред'являється лише одна вимога – відповідність специфіці об'єкта опромінювання. Результуючий критерій ефективності повинен бути, перш за все, доцільним [2].

Четверта особливість.

Підхід за критеріями є основним у світлотехніці [3]. Наприклад, для людини, як біооб'єкта, замість єдиного показника ефективності вводиться ряд її факторів, що визначається функціональним призначенням освітлення. Ці фактори безпосередньо не контролюються і набувають значення критеріїв ефективності. Зокрема, нормування освітлення проводиться за дотичними до критерію ефективності показниками – фотометричними величинами (освітленість, світловий потік). А зв'язок між критеріями ефективності та фотометричними величинами здійснюється за біофізичної характеристикою

об'єкта світлового впливу. Для людини, це зорові відчуття. У випадку з рослинами – це може бути продуктивність фотосинтезу і фенологічні показники розвитку об'єкта.

Результати досліджень та їх обговорення. На практиці для технологічного освітлення в теплицях система нормування рівня опроміненості розроблена без урахування особливостей рослини. Не враховується освітленість в зоні рослин, оптичні властивості фото синтезуючого апарата, як окремого листа, так і архітектоніка фітоценозу цілої рослини. Відсутність обґрунтованої системи нормування призводить до того, що окремі дослідження впливу різних світлових режимів на рослини, що не пов'язані з певними критеріями ефективності, носять характер загальнобіологічних результатів і не мають виходу в практику промислового тепличного рослинництва, а дані таких біологічних досліджень мають обмежену сферу використання, здебільшого в інших наукових дослідженнях.

Прикладом можуть служити дослідження на рослинах із застосуванням різних світлових режимів, як у нас в країні, так і за кордоном. Отримані результати вельми суперечливі і розрізнені. Тому систематизація відомих результатів впливу змінних світлових режимів на рослини є головним питанням при практичному нормуванні технологічного освітлення.

Висновки і перспективи. 1. Застосування змінних світлових полів для опромінення рослин захищеного ґрунту є перспективним напрямом енергозбереження та енергоефективності. Це особливо актуально в зв'язку з появою нових електротехнологій і нового електрообладнання (наприклад, світлодіодних опромінювачів).

2. Традиційна схема опромінення рослин характеризується односторонньою дією на поверхню біооб'єкта. Наукові основи дослідження щодо фотометричного удосконалення системи «опромінювач – об'єкт» були сформовані в працях Г. С. Саричева, В. Н. Карпова. Формуванню оптимального просторового потоку оптичного випромінювання присвячені роботи С. А. Ракутько. Тому необхідний подальший розвиток методу об'ємного опромінення

для фітоценозу тепличних рослин, що знаходяться в об'ємі теплиці, який би виключав існуючі протиріччя і дозволяв підвищити якість та ефективність оптичного випромінювання.

3. Необхідно розробити системний підхід щодо енергозбереження для відкритої біотехнічної системи, в якій застосовуються оптичні електротехнології. Методика повинна вирішувати комплексну задачу: вибір джерела випромінювання, характеристику світловідбиваючі поверхні, просторовий (спосіб опромінення) і поверхневий (робоча поверхність в обсязі теплиці) розподіл енергії світлового потоку відносно біоб'єкту. А також вирішити проблему динамічної оптимізації продуктивності фотосинтеза рослин.

Список використаних джерел

1. Червінський Л.С. Світлокультура рослин. Процес становлення / Л. С. Червінський, Л. О. Сторожук // Енергетика і автоматика. – 2010. – № 3(5) [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http:// www.nbu.gov.ua/e - journals/eia/2010-3/index.htm](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/eia/2010-3/index.htm) (електронне фахове видання)

2. Червінський Л. С., Сторожук Л. О. Електричне освітлення та опромінення: Посібник / Л. С. Червінський, Л. О. Сторожук. – К.: ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2013. – 214 с.

3. Червінський Л.С. Щодо питання впливу ультрафіолетового випромінювання на зростання і фізіологічні параметри рослин/ Л.С. Червінський, Л.О. Сторожук // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – 2013. – Вип. 13. Т.4. – С.210–215.

4. Червінський Л.С. Особливості застосування світлодіодних джерел світла в світлотехнічних установках / Червінський Л.С., Луцак Я.М.// Науково-технічний журнал «Енергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК». – Харків: ХНТУСГ, 2015 – №1 (3). – С. 43–45.

5. Червинский Л.С. Обоснование влияния спектрального состава источников световой энергии на жизнедеятельность растений в сооружениях закрытого грунта / Червинский Л.С., Луцак Я.Н. // Теоретический и научно-практический журнал Всероссийского научно-исследовательского института электрификации сельского хозяйства «Инновации в сельском хозяйстве». – Москва: ВИЭСХ. 2016 – Выпуск №4 (9). – С. 180–187.

References

1. Chervinskyi, L.S. (2010). Svitlokultura roslyn. Protses stanovlennia [Light culture plants. The process of formation]. Enerhetyka i avtomatyka, 3(5) –Available at: [http:// www.nbu.gov.ua/e – journals/eia//index.htm](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/eia//index.htm) (elektronne fakhove vydannia).

2. Chervinskyi, L.S., Storozhuk L. O. (2013). Elektrychne osviltlenia ta oppominennia: [Electrical lighting and exposure], K., TOV «Ahrar Media Hrup», 214.

3. Chervinskyi L.S., Storozhuk, L.O. (2013). Shchodo pytannia vplyvu ultrafioletovoho vyprominiuvannia na zrostannia i fiziologichni parametry roslyn/ [Regarding the impact of ultraviolet radiation on growth and physiological parameters of plants] Pratsi Tavriiskoho derzhavnoho ahrotekhnolohichnoho universytetu, 4(13), 210 – 215.

4. Chervinskyi, L.S. (2015). Osoblyvosti zastosuvannia svitlodiodnykh dzherel svitla v svitlotekhnichnykh ustanovkakh [Features of the application of LED light sources in lighting installations] Naukovo-tekhnichnyi zhurnal «Enerhetyka ta kompiuterno-intehrovani tekhnolohii v APK», 1 (3), 43–45.

5. Chervinskyi, L.S. (2016). Obosnovaniye vliyaniya spektral'nogo sostava istochnikov svetovoy energii na zhiznedeyatel'nost' rasteniy v sooruzheniyakh zakrytogo grunta [Rationale The influence of the spectral composition of energy sources svetovoy on zhyznedeyatel'nost constructions of plants in soil Close] Teoreticheskyy i nauchno-prakticheskyy zhurnal Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta elektrifikatsii sel'skogo khozyaystva «Innovatsii v sel'skom khozyaystve». Moskva: VIESKH, 4 (9), 180–187.

О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЙ В БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Л.С. Червинский, Л.А. Сторожук

Аннотация. *Оптические электротехнологии широко применяются во всех отраслях промышленного производства. Оптические электротехнологии переменного светового поля в биотехнических системах одно из перспективных направлений энергоэффективности и энергосбережения. В понятие биотехнической системы должны входить: светотехническое оборудование (источники излучения), техническое оборудование (при помощи которого меняются параметры светового поля), различные конструкции на которых размещается биологический объект, который облучают. В методике расчета облучательных установок переменного светового поля необходимо учитывать пространственное и по-верхностное распределение энергии оптического излучения.*

Ключевые слова: *энергосбережение, оптические электротех- нологии, переменное световое поле, биотехнические системы*

OPTICAL ELEKTROTECHNOLOGY IS WIDELY USED IN ALL SECTORS OF ECONOMY

L. Chepvincky, L. Storozhuk

Abstract. *Optical electro technology of alternating light field in biotechnical systems is one of promising areas of energy efficiency and conservation. The concept of biotechnical system integrates the following: lighting equipment (sources of irradiation), technical equipment (which allows to change the parameters which vary the light field), various construction equipment where is placed the biological object that is exposed to irradiation. The methodology of calculation of irradiation facilities*

of alternating light field must take into account spatial and energy distribution of optical irradiation as well as the biomorphological characteristics of irradiated object in the process of obtaining its products.

Key words: *energy, optical electrotechnology, alternating light field biotechnical system*