

УДК 628.941.8

ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ДЖЕРЕЛ ТА ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ДОСВІЧУВАННЯ РОСЛИНВ УМОВАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ

Михайленко М. М., аспірант*

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (098) 250-58-89

Анотація – на основі розгляду існуючих джерел та пристроїв для досвічування у господарстві, а саме процес освітлення в умовах захищеного ґрунту, у статті проведено аналіз використання світлодіодних пристроїв.

Ключові слова – лампа розжарювання, газорозрядні лампи, світлодіодні лампи, досвічування, захищений ґрунт, аналіз, порівняння.

Постановка проблеми. Процес досвічування рослин не вивчений досконало, а необхідність вирощування рослин на протязі всього року зростає. Україна має великий потенціал у вирощуванні рослин в умовах захищеного ґрунту.

Аналіз останніх досліджень. Розвиток і зростання рослин відбувається завдяки процесу фотосинтезу, що протікає у рослині. Керування процесом фотосинтезу – найефективніший спосіб керування врожайністю і розвитком рослини. Відомо, що для деяких видів рослин необхідна не лише червона складова спектру, а і синя також, але в значно меншій кількості.

Рослини мають пігменти, що відповідають за поглинання тих чи інших складових спектру. Пігменти, що реагують на червоне світло впливають на: розвиток кореневої системи, дозрівання плодів, цвітіння рослин. Сині пігменти – збільшення зеленої маси.

Мета статті. Огляд існуючих джерел та пристроїв для досвічування рослин в умовах захищеного ґрунту.

Основна частина. Для підвищення ефективності штучного опромінювання необхідно вибрати джерело, що має спектральний склад, що сприяє максимальному росту рослин, при цьому цей спектральний склад може змінюватися в залежності від фази розвитку рослини, виду рослини, продукції, що отримується (плоди, зелена маса та ін.), а також умов навколишнього середовища (вологість повітря та

грунту, температура, газовий склад, набір живлячих речовин та мікроелементів, їх кількість) [4].

В якості штучних джерел оптичного випромінювання в спорудах захищеного ґрунту виділяють такі основні види ламп: лампи розжарювання, газорозрядні лампи та світлодіодні світильники [3].

Штучне освітлення повинне забезпечувати той спектр електромагнітного випромінювання, що рослини в природі отримують від Сонця, або, у разі неможливості його отримання – спектр тих кольорів, які потребує рослина на даному етапі розвитку. На рисунку 1 розташовані джерела для досвічення рослин за якістю і повнотою спектру випромінювання. Вуличні умови імітуються не лише шляхом підбору колірної температури світла і його спектральних характеристик, але й за допомогою зміни інтенсивності світіння ламп. Залежно від виду вирощуваної рослини, її етапу розвитку (проростання, зростання, цвітіння чи дозрівання плодів), а також поточного фотоперіоду, потрібен особливий спектр, світлова віддача і колірна температура джерела світла.

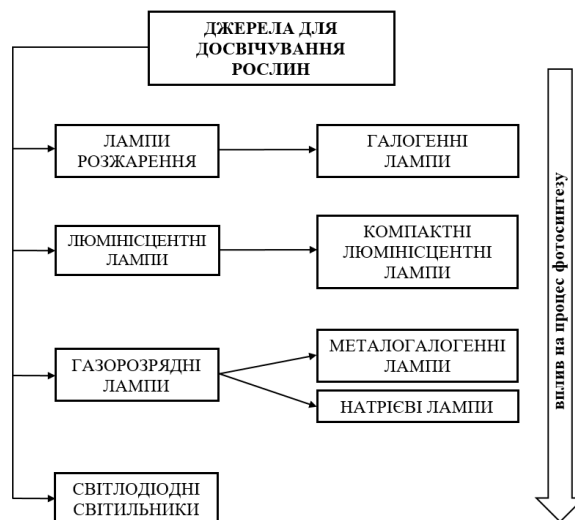


Рис. 1. Класифікація за спектром випромінювання

Першими у досвічуванні почали використовувати лампи розжарювання. Освітлювальний прилад, в якому світло випромінюється тугоплавким провідником, нагрітим електричним струмом до розжарювання. В таблицях 1 і 2 представлені основні характеристики, переваги і недоліки ламп [3].

Таблиця 1

Характеристики ламп розжарювання

Характеристики	
діапазон потужностей	від 25 до 150 Вт (для побут. викор.) до 1000 Вт
температура розжарення	в межах 3000 °С
світлова віддача	від 9 до 19 Лм/Вт
ресурс роботи	1000 годин (220 В) і 2500 годин (127 В)

Таблиця 2

Переваги і недоліки ламп розжарювання

Переваги	Недоліки
високий індекс передачі кольору, R_a 100	низька світлова віддача
налагодженість у масовому виробництві	відносно малий термін служби
безперервний спектр випромінювання	крихкість, чутливість до удару і вібрації
низька ціна	різка залежність світлової віддачі і терміну служби від напруги
невеликі розміри	світловий коефіцієнт корисної дії ламп розжарювання 4%

Після ламп розжарювання, для досвічування розпочали використовувати газорозрядні лампи. Існують такі типи: лампи низького, високого і надвисокого тиску. Розряд в таких лампах відбувається в інертних газах (неон, ксенон) або парах металів (ртуть, натрій), а також в суміші парів ртуті з іншими елементами (галієм, індієм, талієм, літієм). Джерелом випромінювання в газорозрядних лампах може бути світло, ініційоване проходженням електричного струму або ж випромінюванням люмінофора як наслідок поглинання їм ультрафіолетового випромінювання [2]. В таблицях 3 і 4 представлені основні характеристики, переваги і недоліки ламп.

Таблиця 3

Характеристики газорозрядних ламп

Характеристики	
ефективність	від 40 до 150 лм/Вт
колір випромінювання	тепло-білий (3000 К) або нейтрально-білий (4200 К)
ресурс роботи	від 3 000 до 20 000 годин

Таблиця 4

Переваги і недоліки газорозрядних ламп

Переваги	Недоліки
висока ефективність ламп	висока вартість
тривалий термін служби в порівнянні з лампами розжарювання	переривчастий спектр випромінювання
економічність	великі розміри

Світлодіодні світильники найперспективніше рішення для досвічування. Основу світлодіоду складає штучний напівпровідниковий кристал, в якому реалізований р-п-перехід. Колір свічення залежить від матеріалу кристала.

Промисловість виготовляє світлодіоди усіх кольорів. Посилення свічення добиваються різними способами. В одних випадках до складу кристала вводять спеціальні добавки і присадки, в інших – застосо-

вують багатошарові структури, що дозволяє реалізувати в одному кристалі відразу декілька р-п-переходів, збільшивши тим самим яскравість його свічення [2].

Значною перевагою світлодіодних джерел є можливість отримання монохроматичного випромінювання у фітоактивній частині спектру. Привабливість світлодіодів для вирощування рослин в приміщеннях обумовлена багатьма факторами. Серед них: низька електрична потужність, відсутність баласту, низьке тепловиділення, що дозволяє встановлювати світлодіоди впритул до рослин без побоювань пошкодити їх. Також варто зазначити, що використання світлодіодів знижує випаровування, призводячи до подовження проміжків між поливами. Існує кілька активних ділянок спектру: для хлорофілу і каротиноїдів. Тож у світлодіодному світильнику може поєднутися декілька кольорів, що перекривають ці фітоактивні ділянки. Основні характеристики світлодіодів – це робочий струм, напруга, потужність, світловий потік, сила світла (ефективність), колірна температура, габарити і кут розсіювання [2].

Вольт-амперна характеристика світлодіодів в прямому напрямку нелінійна. Діод починає проводити струм, починаючи з деякої порогової напруги. Ця напруга дозволяє досить точно визначити матеріал напівпровідника. В таблицях 5 і 6 представлені основні характеристики, переваги і недоліки ламп.

Таблиця 5

Характеристики світлодіодних ламп

Характеристики	
спектр сучасних білих світлодіодів	від теплого білого (2700 К) до холодного білого (6500 К)
ресурс роботи	від 30000 до 100000 годин

Таблиця 6

Переваги і недоліки світлодіодних ламп

Переваги	Недоліки
спектральна чистота, досягається не фільтрами, а принципом пристрою приладу	для живлення світлодіодів необхідно застосовувати драйвери або інші джерела живлення
висока світлова віддача	дуже висока ціна у якісних світлодіодів від відомих виробників
тривалий термін служби	

Порівняємо відомі джерела для досвічування рослин з світлодіодним повноспектральним.

При порівнянні світлодіодів з газорозрядними лампами дійсно порівнюється з трьома різними видами освітлення: натрієвими висо-

кого тиску, метал галогенними та керамічними металгідридні лампи [1].

Натрієві лампи високого тиску дешевші за вартістю встановлення ніж світлодіодні, але в них гірше теплова потужність і натрієві лампи не здатні змінюватися впродовж життєвого циклу рослини. В таблиці 7 представлені ключові особливості ламп і світлодіодів.

Таблиця 7

Ключові особливості світлодіодів і натрієвих ламп

Світлодіоди повного спектру	Натрієві лампи високого тиску
низька тепловіддача	вище тепловіддача
менш громіздкі	оптимізовані для фази цвітіння
	потрібен баласт і рефлектор

Металгідридні лампи ефективніші при вегетативній фазі і коштують дешевше, але виділяють багато тепла і дедалі гірше протягом життєвого циклу рослини [1].

Керамічні металгідридні лампи є кращими конкурентами газорозрядним і світлодіодам повного спектру. Вони випромінюють ефективний спектр світла і їх вартість приблизно така ж, як у повнофункціонального світильника. В таблиці 8 наведені ключові особливості ламп і світлодіодів.

Таблиця 8

Ключові особливості світлодіодів і керамічних ламп

Світлодіоди повного спектру	Керамічні металгідридні лампи
подібні витрати на встановлення як і у керамічних	дорожчі інших газорозрядних ламп
менша тепловіддача	потрібен спеціальний баласт
вища ефективність	

Компактні люмінесцентні лампи хоч і ефективні, але краще використовувати тільки для фази вегетативного росту рослини. Це пов'язано з тим, що вони не виділяють достатньо високу інтенсивність світла в необхідному діапазоні, щоб рослини добре себе почували під час фази цвітіння. В таблиці 9 представлені ключові особливості ламп і світлодіодів. Відмінності різних джерел для досвічування рослин наведені в таблиці 10 [1].

Таблиця 9

Ключові особливості світлодіодів і КЛ ламп

Світлодіоди повного спектру	Компактна люмінесцентна лампа
дорожчі	недорогі
краще спектр світла	добре підходять для вегетативної фази зростання

Таблиця 10

Відмінності різних джерел для досвічування рослин

Фактор	Повно спектральні світлодіоди	Натрієві лампи	Метал гідридні лампи	Керамічні метал гідридні лампи	Компактні флуоресцентні лампи
Ціна	висока	середня	середня	висока	низька
Виділення тепла	низьке	високе	високе	високе	низьке
Повний спектр	так	ні	ні	так	ні
Розмір лампи	малий	великий	великий	великий	малий
Час роботи	50,000	15,000	15,000	20,000	10,000

На рисунку 2 наведено світловіддачу різних видів ламп.

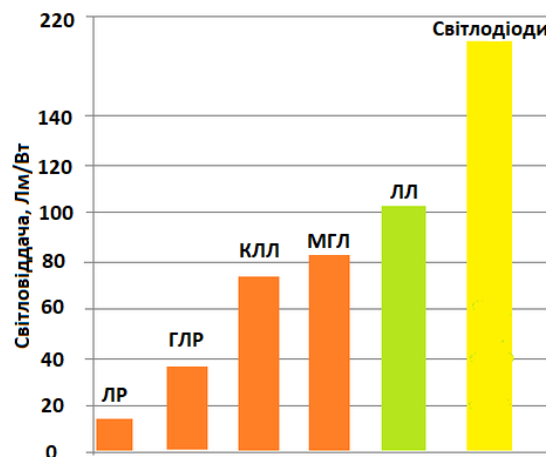


Рис. 2. Світловіддача різних видів ламп: ЛР – лампи розжарювання; ГЛР – галогенні лампи; КЛЛ – компактні люмінесцентні лампи; МГЛ – металогалогенні лампи; ЛЛ – люмінесцентні лампи; Світлодіоди – світлодіодні лампи

Висновки. Кожна рослина має свої умови фотосинтезу до навколишнього освітлення. Тож джерела штучного світла мусять імітувати умови освітлення, до яких пристосована рослина. Необхідно застосовувати більш універсальне джерело. Що більша рослина, то більше світла їй необхідно.

Сучасні світлодіодні (LED) технології дозволяють створювати світло будь-якого кольору та інтенсивності. Використовуючи світлодіоди різного кольору у різних пропорціях можна формувати світильники, які даватимуть потрібну кількість світла лише того діапазону, який активно споживають рослини. Це сприятиме швидкому і гармонійному розвитку рослини.

При правильному підборі світлового спектру, LED модулі на 85-100% ефективніші для процесу фотосинтезу ніж існуючі джерела фотосинтезного випромінювання. Більш економічні та мають значно більший термін безперервної роботи.

Використання комбінованих способів стимулюючої електрофізичної дії на насіння із створенням світлового режиму, поєднавши природне та штучне освітлення на основі світлодіодів, дозволить отримати якісний посадочний матеріал. Дана технологія відкриває великі можливості щодо вирощування високоякісної розсади овочевих культур.

Література

1. The Best Full Spectrum LED Grow Lights [Updated 2017] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.epicgardening.com/best-full-spectrum-led-grow-lights/#tab-con-8>.

2. *Никифорова Л. Є.* Енергозберігаючі світлодіодні джерела випромінювання для сільського господарства / *Л. Є. Никифорова, І. В. Кізім* // Праці ТДАТУ. – 2011. – Вип. 11, т. 3. – С. 143-147.

3. Лампи для підсвічування розсади – варіанти, плюси і мінуси [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://vidpoviday.com/lampidlya-pidsvichuvannya-rozsadi-varianti-plyusi-i-minusi>.

4. Indoor Grow Lights [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.epicgardening.com/indoor-grow-lights/>.

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ИСТОЧНИКОВ И УСТРОЙСТВ ДЛЯ ДОСВЕЧИВАНИЯ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

Михайленко М. М.

Аннотація – на основі розгляду існуючих джерел і пристроїв для досвічування в господарстві, а саме процес освітлення в умовах захищеного ґрунту, в статті проведено аналіз використання світлодіодних пристроїв.

REVIEW OF EXISTING LIGHT SOURCES AND DEVICES FOR PLANT INTERLIGHTING IN CONDITIONS OF PROTECTED SOIL

M. Mykhailenko

Summary

The existing ways for interlighting of plants in conditions of protected soil are analyzed. The advantages and disadvantages of using LED as plant interlighting are outlined.