

значення, виключаючи, коли гамма площина (gamut area) збільшується відносно до референсного ілюмінанта.

Зокрема, нові джерела є під розвитком, для якого більшість їх радіаційної потужності можуть лежати в середині дуже вузького діапазону довжин хвилі, і це вже трапилося для люмінесцентних ламп (tri-phosphor lamps). Концентруючи потік випромінювання в дуже вузькому діапазоні довжин хвиль, можливо збільшити світлову ефективність. Робота в цій області включає вивчення вузько-діапазонних фосфорів, фосфорних квантових дотів, і лазерно-випромінюючих емітерів – всі із яких будуть вести до значно більшої концентрації, ніж у випадку сучасної LED фосфорної технології. Для цих SPDsc розходження між індексом загального колірною передавання Ra і індексом загальної колірної точності Rf може бути значно більше, ніж спостерігається для інших SPDs. Оскільки такі джерела ймовірно стають звичайними в наступаючі роки, це критично, що точне колірне вимірювання стає доступним.

Список використаних джерел

1. Cheng, K., Hwang, A. D., Shi, Y., & Fierman, A. (2021). Assessment of Colour Fidelity Index for Human Vision with Applications in Lighting Design. IEEE Access, 9, 40990-41004. doi:10.1109/ACCESS.2021.3068452.

УДК 628:582

СВІТЛОДІОДНЕ ОСВІТЛЕННЯ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН

Пітяков Олександр Сергійович,

доктор філософії з електричної інженерії

Тибур Тетяна Володимирівна,

здобувачка освіти,

Пшеничний Єгор Сергійович,

здобувач освіти

Відокремлений структурний підрозділ «Полтавський політехнічний фаховий коледж
Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

E-mail: opitiakov@polytechnic.poltava.ua

В природі сонячне світло забезпечує всі потреби рослин – активізує проростання насіння, ріст розсади, цвітіння та зав'язь плодів. Однак, в сільському господарстві в умовах тепличного вирощування рослин, а також в домашніх умовах при вирощуванні рослин на підвіконнях, виникають неприродні умови ізоляції рослин від звичного для них середовища, особливо в осінньо-зимовий період при короткотривалих світлових днях. Тому важливо в таких умовах створити оптимальну освітленість, яка б забезпечила всі найважливіші фактори росту та розвитку рослин.

Найбільш ефективним випромінюванням для повноцінного розвитку рослин є випромінювання при довжинах хвиль 660 нм та 455 нм. Це пояснюється тим, що фотосинтез відбувається під дією синього та червоного випромінювання, а зелене та жовте практично не бере участь в процесах фотосинтезу.

Технологія світлодіодного освітлення дає можливість навіть ізолювати певну довжину хвилі випромінювання, щоб контролювати ріст рослини [1]. Якщо подивитись на типовий спектр світлодіодних джерел світла (див. рис. 1), в них досить великий відсоток синьої складової випромінювання. А саме синє та блакитне випромінювання має потужний вплив на розвиток і вегетацію рослин за рахунок утворення хлорофілу, що дозволяє рослинам поглинати більше енергії сонця. Хлорофіл також контролює клітинне дихання рослин та зменшує втрати води через випаровування в сухих та жарких умовах клімату.

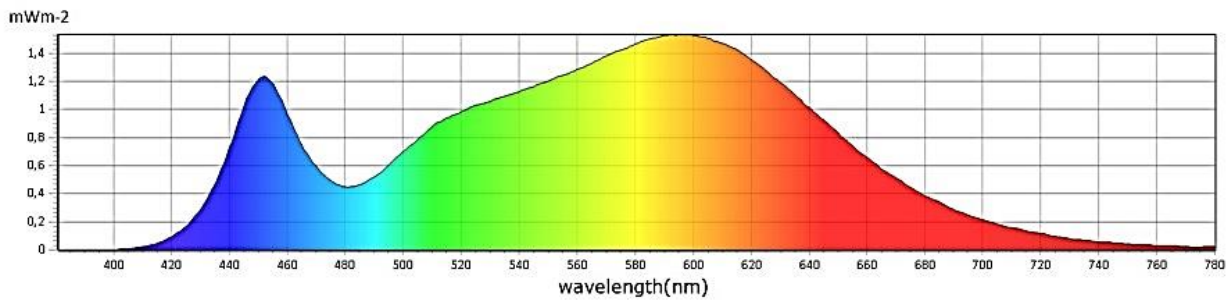


Рисунок 1 – Спектр випромінювання світлодіодної лампи 4000 К

Виділяють чотири основні діапазони спектрального випромінювання, які беруть безпосередню участь в рості рослин:

- 400-500 нм. Синє світло сприяє вегетативному росту, формуванню міцних стебел і пишного листя, що важливо для ранньої фази росту та забезпечує утворення компактною і здоровою рослини;
- 600-700 нм. Червоне світло, що має вирішальне значення для формування квітів та плодів;
- 280-400 нм. Ультрафіолетовий діапазон посилює природні захисні механізми рослин;
- 700-1000 нм. Інфрачервоне випромінювання позитивно впливає на ріст і розвиток рослин та сприяє фотосинтезу.

Враховуючи це найбільш ефективними світлодіодами для вирощування рослин є червоні та сині світлодіоди. Ряд досліджень показує, що розсада краще розвивається при використанні синіх і червоних світлодіодів у співвідношенні 1:2 – 1:4. Таке співвідношення сприяє активній вегетації і є корисним не лише для розсади, але й для будь-яких рослин, що мають зелену масу. На етапі цвітіння та дозрівання рекомендується співвідношення синіх та червоних світлодіодів 1:5 – 1:8 [2, 3].

Крім спектрального складу в установках фітоосвітлення важливу роль відіграють і способи розміщення фітоламп та їх відстань до рослин. Хоча світлодіодні лампи випромінюють значно менше тепла ніж галогенні лампи високого тиску та лампи розжарювання, однак вони можуть перевантажувати рослини своїм інтенсивним спектром випромінювання, якщо їх розмістити надто близько до рослин. При такому розміщенні може виникати інтенсивний ріст рослини з порушенням функцій цвітіння та плодоношення.

Останнім часом набувають популярності та широкого застосування в побутових умовах гроубокси. Гроубокс – це частково або повністю закрита систем для вирощування рослин у закритому просторі [4]. Система дозволяє регулювати абіотичні фактори [5] – температуру, світло, вологість, а також контролювати подачу води та поживних речовин для більш ефективного росту рослин. Гроубокси поділяються на гідропонні та ґрунтові. В гідропонних гроубоксах встановлюють спеціальні механізми для циркуляції води та поживних речовин, що не передбачено в ґрунтових гроубоксах.

Найбільш поширеним варіантом освітлення гроубоксів є застосування спеціальних світлодіодних ламп, прожекторів та стрічок з спектром випромінювання, призначеним для інтенсивного росту рослин. Також гроубокси містять світло- та тепловідбивне покриття всередині конструкції, що дає змогу більш ефективно використовувати світлове випромінювання, зберігати температуру та створювати потрібний мікроклімат всередині гроубокса.

Точний контроль освітлення та циркуляції повітря є вирішальними факторами для успішного вирощування рослин в гроубоксах. Їх система передбачає застосування таймерів та інтелектуальних пристроїв керування, що дають можливість створити оптимальне середовище для рослин.

Сучасні світлодіодні технології широко застосовуються в різних сферах господарств. Не виключенням є й рослинництво. Комплексний підхід до розробки проєкту систем освітлення та їх контролю і керування дають можливість покращити якість агропродукції,

збільшити врожайність та якість рослин в тепличному господарстві. Застосування компактних міні-теплиць гроубоксів дають змогу отримувати врожай постійно в домашніх умовах і цілий рік. Однак для вирощування рослин в гроубоксі важливо створити мікроклімат, який зумовлений правильним освітленням, підтримкою температури та вологості і постійною вентиляцією повітря.

Список використаних джерел

1. Bula RJ, Morrow RC, Tibbitts TW, Barta DJ, Ignatius RW, Martin TS. 1991. Light emitting diodes as a radiation source for plants. *HortScience* 26, 203–205.
2. Sabzalian MR, Heydarizadeh P, Zahedi M, Boroomand A, Agharokh M, Sahba MR, Schoefs B. In press High performance of vegetables, flowers and medicinal plants in a red–blue LED incubator for indoor plant production.
3. Goins GD, Yorino NC, Sanwo-Lewandowski MM, Brown CS. 1998. Life cycle experiments with *Arabidopsis* under red light-emitting diodes (LEDs). *Life Support Biosph. Sci.* 5, 143–149.
4. Grow box – Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Grow_box (дата звернення: 30.04.2024)
5. Cheng M, Chory J, Fankhauser C. 2004. Light signal transduction in higher plants. *Annu. Rev. Genet.* 38, 87–117.

УДК 628.9.04

ПРОЄКТУВАННЯ ЦИРКАДНОГО ОСВІТЛЕННЯ

Пітяков Олександр Сергійович,

доктор філософії з електричної інженерії

Улізько Владислав Володимирович,

здобувачка освіти,

Відокремлений структурний підрозділ «Полтавський політехнічний фаховий коледж

Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

E-mail: opitiakov@polytechnic.poltava.ua

Організація сучасного робочого місця вимагає особливих підходів в його освітленні. Офісне освітлення має бути орієнтоване на людину, повинно сприяти концентрації уваги, розслабленню працівника, здоровому циклу робочого часу та відпочинку. Сучасні підходи в організації такого освітлення мають розроблятися індивідуально та передбачати різні сценарії освітлення, яке б зменшувало стрес, покращувало настрій та самопочуття. Останнім часом набувають популярності світлотехнічні системи циркадного освітлення, які й вирішують перелічені вище задачі.

Циркадне освітлення – це концепція, відповідно до якої штучне освітлення можна використовувати для підтримки здоров'я людини шляхом мінімізації його впливу на циркадний ритм і психологічне здоров'я, поєднуючи при цьому природні та штучні джерела світла [1]. Фактично, циркадне освітлення передбачає створення відповідного рівня освітленості, яскравості та спектрального складу в різні періоди доби.

Циркадне освітлення не може обмежуватись лише одним джерелом світла чи освітлювальним приладом. Світло від циркадного освітлення завжди має оцінюватись на рівні очей людини, при типовому положенні людини в відповідному приміщенні. Отже, як стверджує автор [2], циркадне освітлення залежить від комплексного підходу при проєктуванні освітлення відносно людини, простору, в якому людина перебуває, робіт, які вона виконує, та фактора часу.

Світлодіодні технології освітлення дають широкі можливості розробки систем циркадного освітлення. Зокрема, світлодіодні джерела світла мають ряд корисних переваг для впровадження систем циркадного освітлення: