

ПЕРСПЕКТИВНЕ ОСВІТЛЕННЯ ТЕПЛИЦЬ

Бархатов О. М., Дробязко В. О., Мухортов Є. С.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

На основі аналізу світлотехнічних пристроїв, застосовуваних в тепличних господарствах, дані рекомендації щодо його удосконалення.

Оптичне випромінювання все більшою мірою використовується в сучасних технологічних процесах у промисловості та сільському господарстві, стає невід'ємною частиною фотохімічних виробництв, грає дедалі зростаючу роль у підвищенні продуктивності тваринництва і птахівництва, врожайності рослинних культур [1].

Дослідження останніх років показують, що рентабельність теплиць в Україні в даний час значно знизилася через зростання цін на енергоносії, світлотехнічну продукцію яка найбільш часто застосовується в теплицях (люмінесцентні лампи, аграрні натрієві лампи). У зв'язку з цим значно збільшилася собівартість продукції, а з цієї причини знизилася її реалізація. Одним із шляхів вирішення даних проблем є застосування сучасних технологій освітлення в тепличних господарствах.

Наприкінці 18-го століття англійські і голландські вчені прийшли до висновку, що рослини харчуються водою, повітрям, світлом і в малій частині ґрунтом. Шляхом серії дослідів вони відкрили явище фотосинтезу. Фотосинтез - головний процес життєдіяльності рослин, що відповідає за їх ріст і розвиток. Понад 95% сухої речовини рослин створюється в результаті цього процесу. Управління фотосинтезом - найбільш ефективний шлях впливу на продуктивність і врожайність рослин. Дослідження впливів випромінювання видимої частини спектрального діапазону на рослини показали вплив інтенсивності та спектрального складу світла на ефективність фотосинтезу і продуктивність різних рослин [2]. У рослин за поглинання світла відповідають спеціальні пігменти. Основні з них - хлорофіли (а і b) і каротиноїди. Хлорофіли поглинають світло синього і червоного діапазонів, а каротиноїди - синього діапазону. Світло, отриманий різними пігментами, витрачається на різні цілі: пігменти з піком чутливості в червоній області спектра відповідають за розвиток кореневої системи, дозрівання плодів, цвітіння рослин; пігменти з піком поглинання в синій області відповідають за збільшення зеленої маси; зелена частина спектру випромінювання корисна для фотосинтезу щільних листя і листя нижніх ярусів, куди сині та червоні промені майже не проникають. Решта частини спектру рослинами практично не використовуються.

В результаті досліджень було показано, що найбільш сприятливими для вирощування світлолюбних рослин є інтенсивності в межах 150-220 Вт / м², а оптимальний склад випромінювання має наступне співвідношення енергій по спектру [3]: 30 % - у синій області (380-490 нм), 20 % в зеленій (490-590 нм) і 50 % - в червоній області (600-700 нм). З використанням

такого штучного освітлення отримані врожаї, в кілька разів вищі, ніж при звичайному освітленні, причому за більш короткі терміни (в 1,5-2 рази).

Застосування аграрних натрієвих ламп і люмінесцентних ламп не дозволяє регулювати спектри світлового випромінювання. Крім цього аграрні натрієві лампи (АНЛ) споживають значну потужність з якої тільки 1/3 витраченої енергії перетворюється у випромінювання, ефективно для фотосинтезу, а 2/3 перетворюється в тепло, тобто для світлолюбних рослин для створення інтенсивності в межах 150-220 Вт/м², необхідна АНЛ з споживаною потужністю близько 600 Вт! У перерахунку на всю продуктивну площу теплиці величина споживання електроенергії лампами вливається в величезне значення, істотно впливає на зростання собівартості продукції. Знизити енергоспоживання дозволяє застосування люмінесцентних ламп приблизно в 1,5 -2 рази, але їх спектр світлового випромінювання не є оптимальним для фотосинтезу, що і обмежує їх застосування.

Розвиток сучасної світлодіодної техніки дозволило створити світлодіоди, що перекривають весь видимий діапазон оптичного спектру: від червоного до фіолетового кольору. Діапазон довжин хвиль випромінювання світлодіодів в червоній області спектра - від 620 до 635 нм, в помаранчевій - від 610 до 620 нм, в жовтій - від 585 до 595 нм, в зеленій - від 520 до 535 нм, в блакитній - від 465 до 475 нм і у синій - від 450 до 465 нм, тобто складаючи комбінації з світлодіодів, можна отримати джерело світла з практично будь-яким спектральним складом у видимому діапазоні.

Створені на базі світлодіодів спеціальні аграрні світлодіодні світильники (АСДС) володіють спектром випромінювання наближеним до оптимального спектру фотосинтезу. На рисунку 1 показані графіки оптимального спектра фотосинтезу і спектри випромінювання АНЛ і АСДС. З порівняння наведених графіків можна зробити висновок, що АСДС по своєму спектру ближче до оптимального спектру фотосинтезу, характеризується більш високою віддачею фотосинтетично активного випромінювання, ніж АНЛ, і має зіставну з нею ефективність використання спектра джерела. Все це свідчить про можливе більш ефективне застосування АСДС для освітлення рослин. Велике значення має також склад спектру випромінювання. Оптимальне співвідношення енергій по спектру: 30 % - у синій області, 20 % - в зеленій і 50 % - у червоній. Таке співвідношення забезпечує вирощування повноцінних рослин, а сильне порушення його призводить до відхилень у розвитку. Для підтвердження цих припущень був проведений експеримент з АНЛ і АСДС. Результати експерименту показали, що

при освітленні АСДС насіння пройшли повний цикл розвитку до отримання продукції, тоді як при освітленні АНЛ вони досягли лише стадії цвітіння. Аналогічний експеримент був проведений з люмінесцентними світильниками і АСДС [4]. Експеримент показав, що, на відміну від люмінесцентних ламп, світлодіодний світильник забезпечує спектр випромінювання, необхідний для повного циклу вирощування рослин від пророщування до цвітіння і плодоношення, а спектр люмінесцентних ламп не дозволяє рослинам плодоносити, тому ці лампи придатні тільки для вирощування розсади.

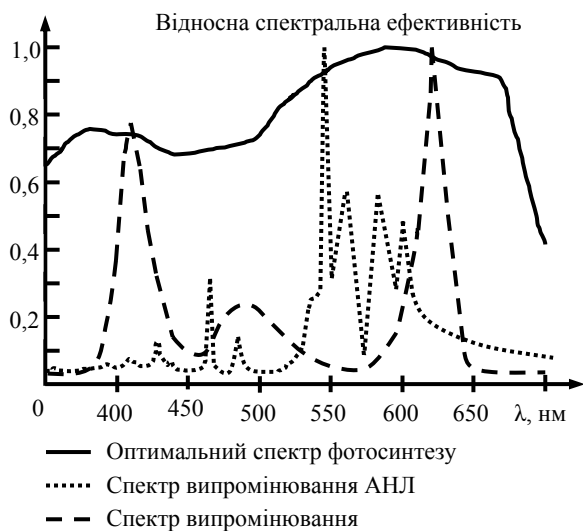


Рисунок 1 - Спектри фотосинтезу

Наведені результати вказують на більш високу ефективність застосування світлодіодних світильників для освітлення рослин. Слід відзначити й інші переваги світлодіодів, наприклад, малу споживану електричну потужність і, як наслідок, низьке споживання електроенергії пристроями на основі світлодіодів. Крім того, варто враховувати, що випромінювання світлодіодів спрямоване, а це дозволяє ефективніше використовувати джерела світла на їх основі, час життя світлодіодів перевищує час життя ламп мінімум в кілька разів, що робить застосування світлодіодів вкрай ефективним в економічному плані.

Інтенсивність випромінювання світлодіода залежить від протікає через кристал струму. Це дозволяє управляти інтенсивністю випромінювання світлодіодного світильника шляхом зміни значення струму. Якщо використовувати в світильнику світлодіоди з різними значеннями довжини хвилі випромінювання, то, змінюючи струм для різних світлодіодів, можна отримувати різні за складом та інтенсивності спектри випромінювання світильника залежно від конкретного етапу розвитку рослини. Сучасні теплиці являють собою складні технічні комплекси, управління ними здійснюється за допомогою автоматизованих систем, тому досить органічно можна додати автоматизованій системі і управління освітленням, причому як по інтенсивності, так і по спектральному складу випромінювання, в залежності від фази розвитку рослин.

На довершення всього світлодіоди, на відміну від ламп, ударостійкі. В силу малого випромінювання

тепла світлодіодні світильники можна розташовувати безпосередньо поблизу рослин, що тягне за собою зменшення споживаної потужності при тому ж рівні освітленості і в ряді випадків дозволяє збільшити корисну площу теплиці за рахунок збільшення кількості ярусів. Крім того, як показують розрахунки [4], енергоспоживання теплиць обладнаних АСДС приблизно в 4 рази менше, ніж теплиць з АНЛ, світлодіодні світильники мають дуже низькі експлуатаційні витрати, великий ресурс, високу надійність, екологічно безпечні, не вимагають спеціальної утилізації, пожежо- і вибухобезпечні, мають гарантійний термін експлуатації на відміну від АНЛ.

Єдиний істотний недолік АСДС - висока ціна, але як показують розрахунки, витрати на переобладнання теплиці на освітлення АСДС окупаються тільки за рахунок економії електроенергії та зменшення експлуатаційних витрат за 2,3 року [4]. Все перераховане робить світлодіодні світильники вкрай привабливими для використання в тепличному освітленні.

Висновки. Проведені дослідження підтверджують, що майбутнє освітлення теплиць за світлодіодними світильниками. І починати застосування таких світильників доцільно вже сьогодні.

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. Протасова Н. Н. Светокультура как способ выявления потенциальной продуктивности растений / Н. Н. Протасова // Физиология растений. - 1987. - Вып. 4. - Т. 34. - С. 51.
3. Гужов С. Концепция применения светильников со светодиодами совместно с традиционными источниками света / С. Гужов, А. Полищук, А. Туркин // Современные технологии автоматизации. - 2008. - № 1. - С. 14-18.
4. Бахарев И. Применение светодиодных светильников для освещения теплиц: реальность и перспективы / И. Бахарев, А. Прокофьев, А. Туркин, А. Яковлев. - № 3. - "Аграрное обозрение", 2011.

Аннотация

ПЕРСПЕКТИВНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ТЕПЛИЦ

Бархатов А. Н., Дробязко В. А., Мухортов Е. С.

На основе анализа светотехнических устройств, применяемых в тепличных хозяйствах, даны рекомендации по его усовершенствованию.

Annotation

PERSPECTIVE GREENHOUSE LIGHTING

O. Barhatov, V. Drobyazko, E. Mukhortov

Based on the analysis of lighting devices used in greenhouses, made recommendations for its improvement.