

СВЕТОДИОДНЫЙ СВЕТИЛЬНИК ДЛЯ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА

Голобоков С.В., к.т.н., доцент,
Бростилова Т.Ю., к.т.н., доцент,
Ушаков К.С., магистрант

Пензенский государственный университет

Golobokov S.V., PhD, golobokov_sv@mail.ru

Brostilova T.Yu., PhD, tat-krupkina@yandex.ru

Ushakov Kirill, student, strelok.99.52@yandex.ru

Penza State University

В работе рассмотрены конструкция и характеристики светодиодного светильника для выращивания агрокультур в условиях закрытого грунта. Выбраны марки и количество светодиодов в фитосветильнике. Выданы рекомендации по применению фитосветильника.

Ключевые слова. Светодиодный светильник, освещенность, электрическая мощность, спектр излучения, фитоактивная радиация, расход энергии.

В XXI веке стремительно развивающаяся цивилизация столкнулась с целым рядом глобальных проблем. Важнейшая из них – рост численности населения Земли и обостряющаяся проблема нехватки продовольствия. Значительная часть плодородных земель, пригодных для земледелия давно включена в сельскохозяйственный оборот. Часть земель располагается в горной, болотистой местности, часть расположена в зонах с неблагоприятным климатом. Снабжение населения продуктами питания традиционными технологиями земледелия и животноводства становится невозможно.

Решение проблемы заключается в интенсификации сельскохозяйственного производства, повышении урожайности, снижения зависимости от погодных условий, внедрении в агросферу промышленных технологий. Одно из перспективных направлений – выращивание растений в закрытом грунте.

Выращивание овощей, фруктов и цветов в закрытом грунте требует создания для растений комфортных условий. Это качество грунта, влажность, полив, вентиляция и тп. Важнейшая роль отводится системам освещения, призванным полностью заменить солнечный свет и даже его улучшить.

На важность этой проблемы еще в 80-е годы прошлого века указывала Протасова Н.Н., ведущий специалист в области светофизиологии растений. «В связи с тем, что до настоящего времени в нашей стране нет полноценного растениеводческого источника света, создание такого источника является важной задачей для дальнейшего развития светокультуры растений. В этом плане представляют интерес работы по изучению спектрального состава света, наиболее эффективного для выращивания растений» [1]. В настоящее время такие источники света появились и проводятся научные исследования по применению источников различной мощности и спектрального состава.

Традиционные технологии выращивания растений базируются на солнечном свете. Спектр излучения солнца содержит набор электромагнитных волн различной длины, отображающих в видимом диапазоне все цвета радуги. На рис. 1 представлена диаграмма поглощения растениями солнечного света в процессе фотосинтеза и образования хлорофилла. На диаграмме четко выделяются 2 области повышенного поглощения в диапазоне:

- от 400 до 500 нм – синий - голубой цвет
- от 630 до 700 нм – красный - пурпурный цвет.

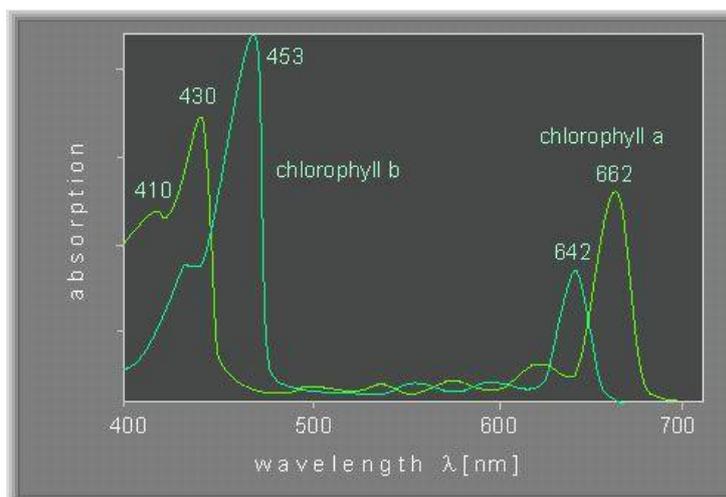


Рисунок 1. – Интенсивность фотосинтеза при разных волнах спектра

Средняя часть солнечного спектра – от 500 до 630 нм, растениями практически не поглощается. При освещении солнечным светом отражение с поверхности листьев этих длин волн формирует восприятие зеленого цвета. На пиках кривых показаны численные значения длины волн, которые максимально поглощаются растениями. Фактически, они и формируют требования к спектральному составу излучения промышленного фитосветильника.

Естественное освещение характеризуется спектром солнца. Наиболее близким по свойствам к солнечному свету являются спектры ртутных ламп и ламп накаливания. Для освещения теплиц применяются несколько видов источников света – ртутные лампы ДРЛ, натриевые ДНаТ, металлогалогенные МГЛ и пр. Каждый вид обладает рядом преимуществ и недостатков, но все имеют спектр излучения, не соответствующий оптимальному для растений. Анализ спектральных кривых показывает, что значительная доля волн в желто-зеленой части спектра растениями не используется, применение ламп накаливания для освещения теплиц неэффективно.

Самыми перспективными источниками света для освещения теплиц и помещений закрытого грунта являются светодиодные светильники. Новое направление в светотехнике получило название LED-источники [2]. Светодиоды выпускают отдельными кристаллами или формируют матрицы на общей подложке. Светодиоды испускают световые волны определенного цвета или непрерывного спектра, соответствующие белому свету. Благодаря технологической особенности применение светодиодов в фитосветильниках дает наибольший эффект. Светильник собирается из нескольких марок светодиодов с требуемой длиной волны, все прочие длины волн в излучении отсутствуют. Учитывая этот факт и высокий КПД светодиодов, LED-светильники являются самыми экономичными.

Для промышленных светильников уровень освещенности, применяемый для санитарных норм, является справочной величиной. Основная задача освещения для растений — обеспечение оптимальных условий для фотосинтеза путем равномерного освещения всей площадки с заданной мощностью фито-активной радиации (ФАР). Мощность излучения ФАР представляет количество фотонов, участвующих в реакциях фотосинтеза, измеряется в микромоль/с.

Фитосинтетический поток учитывает длину волны и является более точным показателем на стадиях роста и наращивания биомассы растений. В свето-диодных светильниках оптимальное значение мощности ФАР достигается благодаря соотношению числа и мощности светодиодов с различной длиной волны. Наиболее благоприятными для выращивания светлюбивых растений являются интенсивности ФАР в пределах 150—220 Вт/м² [1].

Для систем освещения теплиц и закрытого грунта разработан светодиодный светильник мощностью 108 Вт. Светильник собран на светодиодах марки XL7090 фирмы CREE, распаянных на алюминиевых радиаторных пластинах. Характеристики светодиодов представлены в таблице.

Таблица – Светотехнические характеристики светодиодов CREE

Цвет	Длина волны, нм		Световой поток, Лм при токе 350 мА , мощность	Кол-во
	Мин.	Макс.		
Глубокий голубой	425 нм	435 нм	255 мВт	8
Голубой	465 нм	475 нм	19	16
Зелёный	520 нм	535 нм	45	4
Янтарный	585 нм	595 нм	27	16
Красный	620 нм	635 нм	34	24
Белый	4500К	8000К	45	4

Размеры светильника 250 x 500 мм, на общем радиаторе закреплены 3 пластины, на которых распаяны по 24 светодиода. Светодиоды в светильнике включены в цепь последовательно, по 8 шт. Питание линеек выполняется импульсным током 300 мА с частотой примерно 40 кГц. Для питания линеек светодиодов синего и красного цвета с разным напряжением используются различные драйверы. В светильнике применялись следующие марки:

1. HG-2225-3 Светодиодный драйвер 120 В, 330-350 мА , 22-25 Вт
2. ИПБ светодиодный драйвер 160 В, 40 Вт, 360 мА

Такой способ с одной стороны исключает низкочастотные пульсации светового потока, с другой – снижает опасность перегрева кристалла. Все светодиоды очень чувствительны к температуре. С ростом температуры их светоотдача уменьшается, а при высокой температуре возможно выгорание кристалла. Ресурс светодиодов заявлен в 50 тыс часов, данных о деградации излучения в режиме длительной эксплуатации производители не приводят.

Мощность ФАР одного светильника составляет 35 Вт. При монтаже в теплицах светильники устанавливаются в линию вдоль технологического прохода, над 1 м² грядок монтируется 5 светильников. При высоте подвеса 400 мм от уровня грунта освещенность в центре светильника составляет 10160 лкс. Средняя мощность ФАР на грядке составляет 165 Вт/м².

В холодное время года солнечная активность снижается, и развитие растений из-за недостатка света в теплицах замедляется. Чтобы собирать высокие урожаи в течение всего года, нужно не только отапливать теплицу, но и устанавливать в ней дополнительное освещение. Досветка или дополнительный световой поток применяется в теплицах не только зимой, но и в летний период при сплошной облачности и отсутствии прямых солнечных лучей.

Тепличные растения светолюбивы, они нуждаются в освещении 12 - 15 часов в сутки с интенсивностью ФАР не менее чем 100 Вт/м². Самой серьезной проблемой при выращивании агрокультур в закрытом грунте является создание условий освещенности и мощности ФАР как минимум на уровне солнечной радиации при полном отсутствии солнечного света.

Система освещения помещений закрытого грунта на основе светодиодов создает все необходимые условия для полноценного развития растений и даже увеличит, если необходимо, световой день и вегетативный сезон. В искусственном свете больше всего нуждается рассада, черенки и молодые растения [3]. В зависимости от целей и ожидаемого урожая и подбирается нужный спектр и интенсивность освещения, которые обеспечивают современные светильники для теплиц и парников. На рис. 2 представлено фото ящика с рассадой томатов, выращенных в закрытом грунте при полном отсутствии солнечного света.

На данном этапе фактически подтверждены результаты опытов, проведенных Протасовой Н.Н., которая сделала следующие выводы - «Используя специальные лампы в условиях фитотрона, получены урожаи в несколько раз более высокие, чем в теплицах и в поле, в 1,5—2 раза более короткие сроки» [1]. Однако в наших руках появился гораздо более мощный и универсальный комплекс по изучению влияния интенсивности и спектра излучения на вегетативный цикл растений. На рис. представлен фрагмент теплицы со светодиодным освещением



Рисунок 2. – Выращивание рассады помидоров в закрытом грунте

Светодиодные светильники отвечают всем современным требованиям относительно подсветки растений в помещениях закрытого грунта. К основным достоинствам светодиодных светильников относятся:

1. Экономичность. Светильники потребляют мало энергии, обеспечивают стабильно высокий уровень освещения. КПД светодиодов достигает 46 %.
2. Высокая светоотдача. По сравнению с другими видами ламп, светодиоды обеспечивают высокую интенсивность светового потока, и стабильность в течение всего срока эксплуатации.
3. Высокий ресурс. Срок службы светодиодов в среднем составляет 50 тысяч часов, а для некоторых моделей заявлен срок до 100 тыс часов.

Светодиодные светильники являются безопасными для человека и окружающей среды. Все светодиоды работают с низким напряжением. Светодиоды не содержат ртути и другие вредные вещества, которые могут быть токсичными для человека и растений, и не требуют специальной утилизации [2]. Светодиоды выполняются в герметичном исполнении, могут эксплуатироваться в помещениях с повышенной влажностью, капельной жидкостью, вредными примесями и агрессивными средами.

Список использованных источников

1. Протасова Н.Н. Светокультура как способ выявления потенциальной продуктивности растений. «Физиология растений». Т.34 вып. 4. М: 1987- с.64-72. –Текст непосредственный.
2. В.И.Корепанов, Н.И.Омирова, А.Ш.Омархан. Светодиодный облучатель для теплиц - // Материалы и технологии новых поколений в современном материаловедении: сборник трудов Международной конференции, г. Томск, 9-11 июня 2016 г. –Текст непосредственный.
3. Тихомиров А.А., Лисовский Т.М., Сидько Ф.Я. Спектральный состав света и продуктивность растений. Новосибирск: Наука (Сибирское отд.), 1991, – 168 с. –Текст непосредственный.
4. Прокофьев А., Туркин А., Яковлев А. Перспективы применения светодиодов в растениеводстве. «Полупроводниковая светотехника», № 5 2010. – с 60-63. –Текст непосредственный.