

Возможности применения светодиодных светильников в тепличном овощеводстве с учетом спектральные требования растений

Липницкий Л. А.¹, Шалькевич П. К.¹, Климович С. В.²

¹ Международного государственного экологического института имени А. Д. Сахарова Белорусского государственного университета

² Белорусский национальный технический университет

Аннотация: Светодиодные светильники при высокой светоотдаче и сроке службы в отличие от применяемых в теплицах источников света позволяют создавать освещение с учетом спектральных требований растений и обеспечивать регулировку светового потока, что дает возможность эффективно управлять ростом и развитием растений.

Текст доклада: Солнечный свет является важным источником энергии, без которой невозможен фотосинтез. Важную роль в развития растений играет спектр света, постольку не весь спектр солнечного света используется растениями. Наибольшее влияние на их развитие оказывают красный и синий цвета светового спектра. Желтый и зеленый спектры не оказывает какое-либо значительное влияние на развитие растения.

Процессы, которые происходят в растении под действием света различного спектрального состава и интенсивности называются фотоморфогенезом [1]. Присутствие в растении пигмента хлорофилла, активно влияющим на фотосинтез, определяет зеленый цвет листьев и соответственно отражает желто-зеленую составляющую света.

Еще одним важным элементом в растении является пигмент фитохром, который реагирует на красный свет (660 нм) и дальний красный свет (730 нм). Первый красный свет запускает процессы роста и цветения растений, а дальний красный свет тормозит процессы развития.

Синий цвет имеет не менее важную роль в развитии растений, и это определяется еще одним пигментом, присутствующим в растении – криптохромом. Он реагирует на синий цвет, находящийся в диапазоне 400–500 нм. Присутствие этого цвета угнетает рост стеблей растений и сдерживает рост семян, а также определяет направление, к которому будет изгибаться растение при прорастании и росте. Синий свет стимулирует деление клеток, но препятствует их вытяжению.

Из указанного следует, что световой спектр активным образом влияет на процессы фотоморфогенеза и фотосинтеза в растении, а, следовательно, и на их рост и продуктивность. Свет, который получают различные пигменты, может идти на активизацию различных процессов в растении в

различные периоды их вегетации. Это дает возможность использовать избирательный спектр источников света для повышения урожайности растений и ускорения их роста.

Для организации устойчивого и нормального роста растений необходимо наличие освещения не менее 15 часов в сутки. Однако во многих географических регионах особенно в осенне-весенний период освещения оказывается недостаточно, чтобы обеспечить нормальный рост и развитие растения.

Согласно нормам технологического проектирования для репродукционных теплиц и селекционных комплексов недостаток естественной обеспеченности растений солнечным светом должен быть компенсирован искусственным освещением [2]. Оно используется в тех случаях, если количество поступающего в теплицу внешнего освещения снижается на 10 % от количества, которое необходимо для нормального развития растения.

Для обеспечения освещения растений используются различные виды световых систем. При этом наиболее используемыми в теплицах являются натриевые и металлогалогенные лампы.

Натриевые лампы высокого давления обладают существенно более высокой светоотдачей (80–130 Лм/Вт) и большей экономичностью, значительным сроком службы, но при этом обеспечивают только красно-оранжевую часть спектра, не выдавая необходимый растениям синий свет [3, 4]. В результате натриевые лампы высокого давления не могут использоваться на ранних стадиях роста, так как приводят к вытяжению растений и могут рекомендоваться к использованию при сочетании их вместе с лампами синего света. У указанных ламп достаточно высокое количество энергии, которое идет на выделение тепла, что в теплое время года ведет к перегреву растений, и относительно низкий КПД фотосинтетически активной радиации.

Металлогалогенные лампы в отличие от натриевых ламп высокого давления имеют явные преимущества за счет спектра, максимально приближенного к солнечному [3, 4]. Их применение в теплицах стало целесообразным также благодаря высокой стабильности параметров и высокому КПД. В тоже время освещение с использованием этих ламп отличается высокой себестоимостью, их спектр зависит от качества напряжения, а надежность работы и срок службы значительно ограничены и зависят от ряда внешних параметров.

Использование светодиодного (LED) освещения долгое время сдерживалось рядом факторов. Прежде всего высокая цена не позволяла их широко использовать, в том числе, для сельского хозяйства. Однако активное развитие технологий привело к тому, что себестоимость освещения с ис-

пользованием светодиодных источников максимально приблизилась к другим видам используемых световых систем. Особенность светодиодных источников является то, что LED-кристалл создает излучение в узком диапазоне спектра, который зависит состава применяемого полупроводника. Применение нескольких светодиодов с различным излучением позволяет на сегодня получить различные диапазоны спектра. При этом LED-светильники обладают рядом несравнимых с другими источниками света преимуществ:

- длительный срок службы, позволяющий эксплуатировать источник света на протяжении 5 лет и более, что в значительной степени определяется качеством их изготовления;
- высокая светоотдача при низком энергопотреблении (светодиодная лампа обладает наиболее высоким показателем 80–120 лм/Вт);
- высокий КПД фотосинтетически активной радиации, превышающий в несколько раз аналогичное значение у традиционных источников света для теплиц;
- незначительное выделение тепла, что практически не влияет на микроклимат теплиц и не создает ожогов для растений;
- направленный световой поток, что в условиях эксплуатации в теплицах, позволяет рационально использовать получаемое освещение;
- возможность регулировки светового потока;
- возможность работы при перепадах температуры и высокой влажности;
- высокая механическая прочность по сравнению с другими источниками света и отсутствие вредных компонентов в их составе, такие как, например, ртуть содержащаяся в натриевых и металлогалогенных лампах.

Отмеченные особенности и преимущества светодиодных светильников дают ряд преимуществ для их использования в тепличном овощеводстве. Прежде всего узкий спектр светодиодных источников позволяет подобрать световой диапазон таким образом, чтобы поучить световой спектр в необходимом для растений биологически активном диапазоне, прежде всего в красном и синем, минимально расходуя или не расходуя энергию на ту часть спектра, которая не используется для роста, цветения и плодоношения растений.

Кроме того, на определенной фазе роста растений можно включать или отключать определенную часть спектра света, участвующего в жизнедеятельности растений. Также возможно изменять спектр света в зависимости от вида растений. Способность регулировки величины светового потока в светодиодных светильниках позволяет осуществлять указанные мероприятия с использованием автоматической системы управления, а также добав-

лять или уменьшать величину светового потока в зависимости от уровня наружного солнечного освещения и фазы развития растения.

Благодаря низкой теплоотдаче и компактности LED-светильников их можно при необходимости размещать над низкорастущими растениями, что не только повышает эффективность использования светового излучения, но и позволяет использовать многоуровневую посадку, что наряду с экономией энергии, получаемой от применения светильников, дает возможность достичь дополнительную экономию тепловой энергии за счет более рационального размещения растений в теплицах.

Применение адаптированных под особенности растений светодиодных светильников позволит кроме энергетической эффективности добиться увеличения набора биомассы и количества хлорофилла при замедлении роста растений в высоту, будет способствовать более активному развитию корневой системы, ускорению цветения и плодоношения растений.

Светодиодное освещение значительно расширяет возможности управления светом в теплицах. Высокая светоотдача и КПД, большой срок службы позволяют добиваться высокой эффективности от использования светодиодных систем освещения в теплицах, создавая наиболее оптимальные комфортные условия для быстрого роста и развития растений. За счет изменения и подбора светового спектра в светодиодных светильниках появилась возможность адаптировать данные осветительные приборы под спектральные требования растений и регулировать их параметры с помощью автоматического управления. Достоинства данного вида освещения позволяет существенно изменить процесс управления выращиванием растений и добиться заметного экономического эффекта от их внедрения.

Литература

1. Развитие растений при светодиодном освещении [Электронный ресурс]. –

Режим доступа: http://etalonsvet.by/index.php?route=tlblog/tlblog&tltpath=blogs&tlblog_id=8. – Дата доступа: 25.02.2021.

2. Нормы технологического проектирования селекционных комплексов и репродукционных теплиц: НТП-АПК 1.10.09.001-02 утв. Министерством сельского хозяйства Российской Федерации введ. 01.01 2003. – Москва: Минсельхоз РФ, 2003 – 91 с.

3. Освещение в теплице: нормы, требования, нюансы и советы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.asutpp.ru/osveschenie-v-teplitse.html>. – Дата доступа: 25.02.2021.

4. Долгих, П. П. Критерии оценки эффективности источников излучения для теплиц / П. П. Долгих // Эпоха науки. – 2018. – № 15. – С. 96–99.