

УДК 621.3

**СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СВЕТОДИОДОВ И НАТРИЕВЫХ  
ЛАМП ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ РАСТЕНИЙ  
COMPARISON OF EFFICIENCY OF LED AND HIGH PRESSURE SODIUM  
LAMPS FOR PLANT LIGHTING**

Е.А. Чумаченко

Научный руководитель – Т.М. Ярошевич, старший преподаватель  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

E. Chumachenko

Supervisor – T. Yaroshevich, senior lecturer  
Belarusian National Technical University, Minsk

***Аннотация:** Рассматриваются два вида освещения для теплиц. Дано описание преимуществ и недостатков каждого типа ламп, а также сравнивается их эффективность.*

***Abstract:** Two types of lighting for greenhouses are being considered. A description of the advantages and disadvantages of each type of lamps is given, and their effectiveness is compared.*

***Ключевые слова:** освещение, энергоэффективность, экономичность, снижение потребления электроэнергии.*

***Keywords:** lighting, energy efficiency, economy, reduction of electricity consumption.*

### **Введение**

В настоящее время, для освещения растений, в том числе сельскохозяйственных культур рассматривается возможность замены натриевых ламп высокого давления на светодиодные лампы (Light Emitting Diode)

### **Основная часть**

Обеспечение стабильного климата в теплице.

Светодиодное освещение выделяет намного меньше тепла (классические лампы HPS нагреваются почти до 450<sup>0</sup>С, а светодиодные - до 45<sup>0</sup>С), что позволяет лучше контролировать тепловой режим в теплице, оптимально использовать энергосберегающие завесы и поддерживать желаемый уровень CO<sub>2</sub> в помещении. Светодиодные лампы также можно подвешивать ближе к растениям, например, в виде светодиодных модулей Philips Green Power, что обеспечивает более высокую урожайность благодаря лучшему освещению нижних частей растений.

При освещении натриевыми лампами высокого давления (HPS) значительное количество тепла излучается в верхних частях здания через патроны и теряется. Во избежание чрезмерного повышения температуры, теплицу необходимо интенсивно проветривать, что затрудняет поддержку стабильных климатических условий и уровня CO<sub>2</sub>, и ограничивает возможности оптимизации производства .

Оптимальный световой спектр.

Соответствие требованиям растений - важное преимущество светодиодных модулей. Лампы могут быть сконструированы так, чтобы излучать

монохроматический свет, стимулирующий определенные жизненные процессы растений. Чаще всего лампы состоят из светодиодов, которые излучают красный и синий свет в пропорциях, определенных для данного вида растений (например, LowBlue, MidBlue, HighBlue). Также используется белый свет, который кроме обеспечения оптимального излучения, позволяет изменять процентное соотношение компонентов светлых тонов. Благодаря такому решению поглощение растениями светодиодного излучения находится на уровне 85–90%. Для сравнения, в случае ламп HPS это 15-20%. Это связано с тем, что у натриевых ламп максимум испускания желтого цвета, который меньше всего используется растениями. Известно, что фотосинтез возможен благодаря фотосинтетическому пигменту – хлорофиллу, помимо хлорофиллов а и b (они в основном поглощают синий и красный свет), в процессе фотосинтеза также участвуют каротины и ксантофиллы (желтый и зеленый свет), использующие свет разных длин волн. Светодиодная технология позволяет изменять процентное соотношение отдельных световых спектров, выбирая метод экспонирования для конкретной культуры. Узнав о процессах фотосинтеза и имея технические возможности, ученые уже успешно выращивают исключаяющие солнечный свет культуры, переведенные на искусственное светодиодное освещение. Соответствующий спектр света выбирается для отдельных культур, и разрабатываются индивидуальные программы освещения.

Эффективность диодов.

Еще одним преимуществом светодиодных ламп является возможность плавной регулировки интенсивности света, что позволяет использовать столько энергии, сколько необходимо в данный момент, благодаря чему можно обеспечить растениям оптимальное количество света. Особенно это важно в начале производства, когда растения небольшие и нуждаются в слабом освещении. При использовании освещения HPS такая возможность отсутствует, так как эти лампы работают в режиме включения / выключения.

В светодиодной технологии энергоэффективность значительно выше, что является одной из важнейших характеристик этих ламп. В настоящее время в садоводческой практике она составляет от 3,5 до 3,6 мкмоль/Дж/с (максимальный лабораторный выход составляет 4,6 мкмоль/Дж/с, но в тепличном производстве это очень дорого). Для ламп HPS этот параметр составляет 1,8–1,9 мкмоль/Дж/с. Использование светодиодного освещения позволяет снизить потребление энергии на 40%, в сравнении с установками с натриевыми лампами высокого давления. В случае установок, рассчитанных на несколько лет работы, экономия может достигать 50-60%, что позволяет снизить как энергопотребление, так и затраты на подключение и обслуживание установки.

Прочность, экономия в обслуживании.

Традиционные натриевые лампы высокого давления могут работать порядка 10-12 тысяч часов, срок службы светодиодных ламп достигает 35-36 тысяч часов - что означает от 10 до 12 производственных сезонов при выращивании светлых томатов (срок окупаемости инвестиций оценивается в 3-5 лет). При такой длительной эксплуатации светодиодного освещения

практически нет необходимости обслуживать систему, в то время как в лампах HPS есть необходимость часто менять источник света. По сравнению с натриевыми лампами, светодиоды начинают эффективно работать при включении, им не нужен пятиминутный прогрев. Дополнительным недостатком технологии HPS является относительно быстрая потеря света. Потери через 2000 часов составляют 40%, светодиоды теряют около 1% после того же периода использования.

Рентабельность.

На данный момент светодиодное освещение в теплицах стоит на 20-25% дороже, чем HPS, за каждые 1000 м<sup>2</sup> теплицы. Предполагается, что на освещение теплицы площадью 1000 м<sup>2</sup> на 12 часов в течение 30 дней необходимо около 16-18 кВт·ч, в случае светодиодов - 3900 кВт·ч.

Однако, можно с уверенностью сказать, что вложенные затраты быстро окупятся, так как энергопотребление светодиодов на 50% ниже.

### **Заключение**

Светодиодное освещение является альтернативой классическому освещению, которое ранее использовалось в садоводстве. Светодиоды являются более экологичными, отличаются необычайной прочностью и экономичностью, что позволяет растениям расти на 40% эффективнее при более низком потреблении энергии, а также настраивать свет под конкретную культуру.

### **Литература**

1. Влияние света на растения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.floralworld.ru/care/light.html>. - Дата доступа: 27 октября 2021.
2. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. СНиП 23-05-95. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456054197> .- Дата доступа: 22 октября 2021.
3. Коновалова, И.О. Обоснование оптимальных режимов освещения растений для космической оранжереи «Витацикл-Т». Авиакосмическая и экологическая медицина. / Коновалова И.О. Беркович Ю.А., Ерохин А.Н. [и др.]. // 2016. Т. 50. № 4.
4. Lin K.H., Huang M.Y., Huang W.D. et al. The effects of red, blue, and white light-emitting diodes on the growth, development, and edible quality of hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L. var. capitata) // *Scientia Horticulturae*. – 2013. – V. 150. – P. 86–91.
5. Киселева, И.С. Физиология растений : учеб.-метод. пособие / И.С. Киселева, М.Г. Малева, Г.Г. Борисова, и др. // под общ. ред. И. С. Киселевой / М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 120 с.