

УДК 628.95

Н. С. Ефремов**Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола****ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ПО ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛИСТОВОГО САЛАТА**

Представлено описание лабораторной установки по оценке влияния интенсивности искусственного облучения на продуктивность листового салата. Показаны технические характеристики разработанного светодиодного облучателя.

Ключевые слова: светодиодный облучатель, лабораторная установка, натриевые лампы.

Несмотря на значительный опыт выращивания растений при искусственном облучении в настоящее время нет единого взгляда на оптимальные уровни облученности растений и спектральный состав излучения в ростовой зоне, применительно к определенным видам растений. Практически в каждом случае при разработке технологий круглогодичного производства того или иного вида овощной продукции требуется создание оригинальной системы облучения, в наибольшей степени отвечающей физиологическим потребностям выращиваемых растений. При этом следует учитывать влияние способа организации светового потока на другие составляющие технологий светокультуры — температурные условия выращивания и минеральное питание растений.

Кроме того, стоит отметить, что в основном в качестве источников искусственного освещения используют газоразрядные лампы. Данный тип ламп имеет ряд недостатков, основной из ко-

торых — низкий энергетический КПД [1]. Наиболее популярные отечественные лампы — натриевые зеркальные лампы ДНаЗ Reflux 400, имеют существенную долю излучения в зеленой области спектра, которой как показали исследования нужна в незначительном количестве для продукции листового салата [3–4]. Одновременно с этим в РФ действует программа энергосбережения, которая требует предприятиям сокращать долю затрат за энергоносители [2].

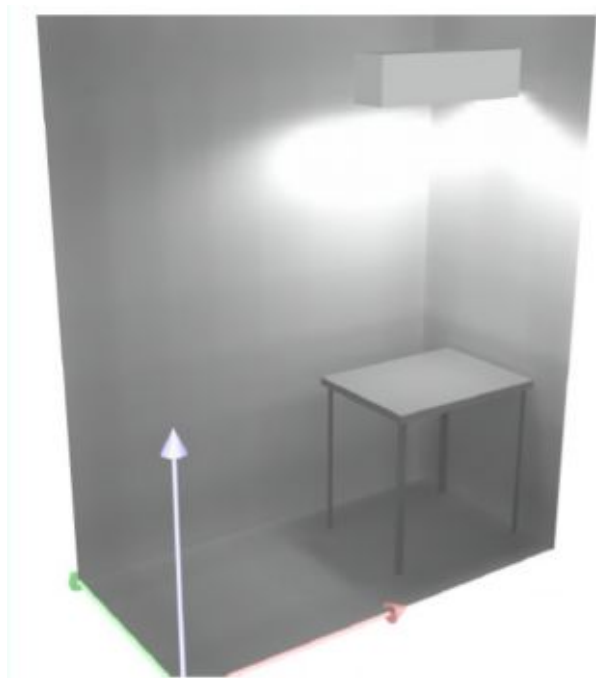
На основании этого был разработан светодиодный облучатель с характеристиками, приведенными в таблице 1. Характеристики и мощность подбирались на основании анализа публикаций по досветке рассады салата.

В целях исследования влияния разработанного светодиодного облучателя на продуктивность листового салата была построена лабораторная установка, вид которой дан на рисунке. Лабораторная установка состоит из двух камер длиной 2 метра и шириной 1 метр. Высота составляет

Таблица 1 — Характеристика светодиодного облучателя

Параметр	Мощность светодиодных чипов, Вт					всего
	красные 1 Вт	красные 10 Вт	зеленые 1 Вт	синие 1 Вт	ультрафиолетовые 10 Вт	
Маркировка светодиодного чипа	LXM3-PD01-0350	LZ4-00R200	LXML-PM01-0100	LXML-PR01-0500	LZ4-00UA10	
Количество светодиодных чипов, шт.	25	10	15	10	1	–
Электрическая мощность, Вт	25	100	15	10	10	160
Общее значение плотности потока фотонов, мкмоль·м ⁻² ·с ⁻¹	49,6	120,34		19,08	7,34	196,35
Процентное соотношение красных и синих чипов по доле ФАР, %	81		19			100

2,5 метра. Стены установки оклеены алюминиевой фольгой на бумажной основе, полы — белой жстью. Установка не герметична и имеет приток воздуха как снизу, так и сверху. За счет принудительной циркуляции воздуха в установке происходит постоянный воздухообмен. Установки расположены в помещении, изолированном от солнечного света. Помещение оборудовано вентиляторами для обеспечения притока свежего воздуха, а также увлажнителями воздуха в целях поддержания оптимальных температурно-влажностных характеристик. Данное оборудование управляется таймерами.



Вид экспериментальной камеры

Опыты проводили над салатом сорта «Ромэн». В качестве контрольной лампы использовали натриевые лампы ДНаЗ Reflux 400. Для поджига ламп использовали электромагнитные дросселя с импульсно-зажигающими устройствами.

Температурно-влажностный режим при досветке рассады салата приведен в таблице 2.

Таблица 2 — Температурно-влажностный режим во время опытов

Камера с лампой	Влажность, %	Температура воздуха, день, °С	Температура воздуха, ночь, °С
ДНаЗ Reflux 400	60–70	20–22	18–20
Светодиодный облучатель	60–70	20–22	18–20

Уровень облученности рассады регулировался с помощью изменения высоты подвеса светильника с лампами. Интенсивность лучистого потока проводили прибором Li-Cor 250 с относительной погрешностью 0,4 %. Отклонение облученности по отдельным точкам над ценозами не превышали $\pm 15\%$ от среднего значения.

Измерения температурно-влажностного режима при досветке рассады салата проводили прибором testo 610 с относительной погрешностью 2,5 % по влажности. Абсолютная погрешность по температуре равна 0,5 °С.

Для выращивания салата была применена гидропонная установка Cutting Board 27 фирмы GHE — лидера в области гидропонных технологий Европы. Установка содержит 27 отверстий для горшочков диаметром 50 мм и высотой 50 мм. Однако в опыте использовали не более 18 штук. Это связано с их частым расположением и опасением, что образцы салата в процессе роста будут затенять стоящие рядом образцы. Горшочки заполняли на 50 % керамзитом, на 50 % — землей. В каждый горшочек высаживали по 3 семени. После всходов на 5 день все горшочки с рассадой выравнивали по 2 всхода, чтобы не зависеть от процента всхожести.

Электропроводность измеряли электронным TDS-метром фирмы HM Digital с относительной погрешностью в 2 %. Принцип действия измерителя жесткости воды (солемера) основан на прямой зависимости электропроводности от количества растворенных в воде соединений солей жесткости, пересчитанных в ppm (мг/л). Значение электропроводности поддерживали на уровне 1000 ppm. В качестве удобрений использовали комплексные удобрения на калии, азоте, фосфоре с добавлениями микроэлементов.

Пробы, взятые на каждый анализ, составляли по 2–3 растения салата. В каждой биологической повторности анализы брали через каждые 5 суток.

На 20-й и 40-й дни пробы салата отдавали в лабораторию Министерства сельского хозяйства Республика Марий Эл на определение качества продукции.

При выборе продолжительности суточного облучения учитывали значительный опыт, накопленный при выращивании культуры салата. Для культуры листового салата выбран фотопериодический режим облучения в 16 ч, который на основании ряда исследований можно считать оптимальным.



1. Козинский В. А. Электрическое освещение и облучение. М.: Агропромиздат, 1991. 239 с.

2. Российская Федерация. Законы. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федер. закон: [принят Гос. Думой 11 ноября 2009 г.: одобр. Советом Федерации 18 ноября 2009 г.] // Российская газета. 2009. № 5050.

3. Goins G., Ruffe L., Cranston N., Yorio N., Wheeler R., Sager J. Salad crop production under different wavelengths of red light-emitting diodes (LEDs). 2001, SAE technical paper.

4. Kim H. H., Goins G., Weeler R. M., Sager J. C. Green-light supplementation for enhanced lettuce growth under red- and blue-light-emitting diodes. Hortscience, 39(7). P. 1617–1622.

1. Kozinskiy V. A. Elektricheskoe osveshchenie i obluchenie. M.: Agropromizdat, 1991. 239 s.

2. Rossiyskaya Federatsiya. Zakony. Ob energosberezhenii i o povyshenii energeticheskoy effektivnosti i o vnesenii izmeneniy v otdelnye zakonodatelnye akty Rossiyskoy Federatsii: feder. zakon: [prinyat Gos. Dumoy 11 noyabrya 2009 g.: odobr. Sovetom Federatsii 18 noyabrya 2009 g.] // Rossiyskaya gazeta. 2009. № 5050.

3. Goins G., Ruffe L., Cranston N., Yorio N., Wheeler R., Sager Y. Salad crop production under different wavelengths of red light-emitting diodes (LEDs). 2001, SAE technical paper.

4. Kim H. H., Goins G., Weeler R. M., Sager Y. TS. Green-light supplementation for enhanced lettuce growth under red- and blue-light-emitting diodes. Hortscience, 39(7), pp. 1617–1622.

Nikita S. Efremov

Mari State University, Yoshkar-Ola

**DESCRIPTION OF LABORATORY FACILITY FOR MEASURING THE INFLUENCE
OF ARTIFICIAL LIGHTING INTENSIVENESS
ON THE LEAF LETTUCE PRODUCTIVITY**

The article describes a laboratory facility to measure the influence of artificial lighting intensiveness on the leaf lettuce productivity. The performance characteristics of the LED emitter developed by the author have been shown.

Key words: LED emitter, laboratory facility, sodium lamp.