



К вопросу разработки высокоэффективных фитооблучателей для светокультуры растений на основе комбинированного спектра

А. Е. Куршев, С. Д. Богатырев, ОАО «Ардатовский светотехнический завод»

О. Е. Железникова, Л. В. Синицына, Т.С. Колмыкова, А. М. Кокинов, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарева»

Представлены результаты фотобиологических исследований, цель которых заключалась в определении предпочтительных требований к спектру фитооблучателей в экспериментальной исследовательской гидропонной установке для светокультуры растений на основе светодиодов комбинированного спектра излучение с учетом видовых особенностей конкретных культур и задач выращивания. Приведены результаты и дана оценка влияния спектральных составов фитооблучателей на основе светодиодов на продуктивность (биомассу) зеленой культуры (салат сорта типа Батавия). Показано, что результаты фотобиологических исследований создадут научный задел для организации производства на ОАО «Ардатовский светотехнический завод» фитооблучателей на основе светодиодов, спектральная плотность потока излучения которых максимально учитывает «предпочтения» салатно-зеленных культур.

Несмотря на быстрое развитие светодиодных источников света, в теплицах и фабриках растений в настоящее время традиционно используются облучатели с натриевыми лампами высокого давления (НЛВД)

с фитоспектром. Переход же на светодиодное освещение позволит сократить до 50% расход электроэнергии на светокультуру, затраты на которую составляют около 20% от всей себестоимости. Достигнув и превзойдя уровень облучателей с фито-НЛВД по энергоэффективности, светодиодные фитооблучатели превосходят их также по возможности оптимизации спектральных характеристик излучения с учетом видовых особенностей конкретных культур и задач выращивания. Именно на основе светодиодов в настоящее время возможно создание фитооблучателей со спектром, необходимым для конкретной культуры.

Фотобиологические исследования убедительно показывают, что реакция растений (их продуктивность) неаддитивно зависит от спектрального состава и облученности, а поиски универсальных спектров воздействия на продуктивность растений бесперспективны. То есть альтернативы экспериментальным методам оптимизации параметров для светокультуры растений пока не существует.

В связи с этим ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарева» совместно с ОАО «Ардатовский светотехнический завод»

Рис. 1. СПЕКТР ИЗЛУЧЕНИЯ ФИТООБЛУЧАТЕЛЯ Ф01

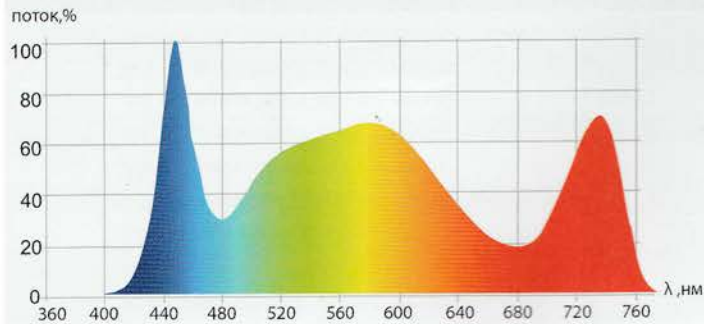


Рис. 2. СПЕКТР ИЗЛУЧЕНИЯ ФИТООБЛУЧАТЕЛЯ Ф02

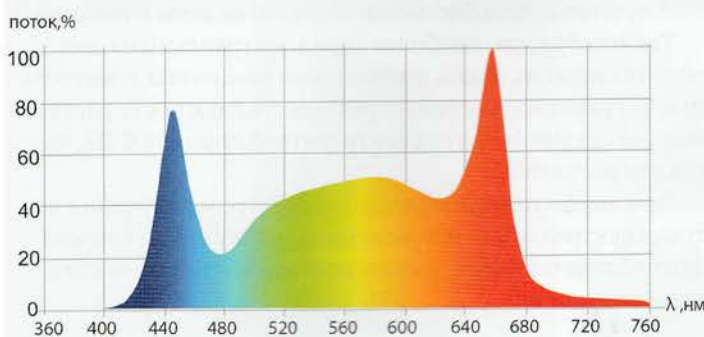
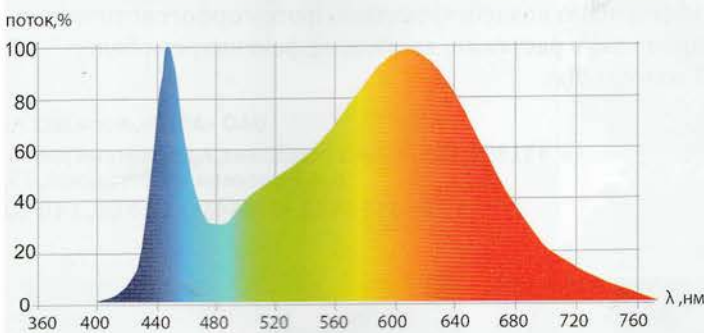


Рис. 3. СПЕКТР ИЗЛУЧЕНИЯ ФИТООБЛУЧАТЕЛЯ Ф03



▲ Экспериментальная исследовательская гидропонная установка

были проведены фотобиологические исследования, цель которых заключалась в определении предпочтительных требований к спектру фитоблучателей и уровням облученности в экспериментальной установке для светокультуры растений на основе светодиодов комбинированного спектра с учетом видовых особенностей конкретных культур и задач выращивания. В качестве объекта исследований была выбрана группа зеленых овощных культур, в частности салат сортотипа Батавия, являющийся перспективной культурой для хозяйственного выращивания в зимних тепличных комплексах, на которой можно сравнительно в короткие сроки получить результат.

Для проведения фотобиологических исследований была разработана серия светодиодных фитоблучателей производства ОАО «Ардатовского светотехнического завода». Спектры излучения фитоблучателей представлены на рисунках 1 – 3.

Конструкция фитоблучателей предусматривала применение светодиодов для создания сплошного спектра и квазимонохроматических участков, например, в области 660 нм, 730 нм.

Для фотобиологических исследований при выращивании салата использовалась экспериментальная исследовательская гидропонная установка (ЭИГУ), которая состояла из 3-х ярусов. Площадь рабочей зоны каждого яруса составляла 0,91 м².

ЭИГУ была смонтирована в лаборатории искусственного климата ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарева». Условия эксперимента соответствовали требованиям фитотронной технологии выращивания салата. Температура воздуха днем составляла 22°С, ночью – 18°С. Полив проводился через каждые 2 часа по 15 минут. Салат выращивался в горшках, наполненных субстратом IZOVOL AGRO Universal. Питательный раствор содержал следующие минеральные удобрения: KH_2PO_4 , K_2SO_4 , MgSO_4 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$,

KNO₃, Хелфтэм Fe 13%, состав питательного общий для всех 3-х ярусов ЭИГУ. Поддерживаемая влажность воздуха составляла 70% ПВ.

Помимо проведения исследований на предмет спектральных предпочтений при статичном спектре, была разработана и применена методика, определяющая на эффективность развития растений при различных спектральных составах в разные периоды роста растения. Методика заключалась в перекрестном размещении лотков с растениями по ярусам гидропонной установки с разными спектрами облучателей.

Принцип обозначений поддонов с растениями по ярусам:

- первая цифра обозначает ярус поддона, на котором заканчивался оборот:
 - 1 – верхний
 - 2 – средний
 - 3 – нижний
- вторая цифра обозначает ярус поддона которого начинался оборот:
 - 1 – верхний
 - 2 – средний
 - 3 – нижний

Для облучения верхнего яруса ЭИГУ использовались фитооблучатели – ФО1, среднего – ФО2, нижнего – ФО3.

Фотобиологические исследования проводились в период с 11 декабря 2018 г. по 14 января 2019 г.

При проведении фотобиологических исследований использовалась методика выращивания салатно-зеленных растений по технологии светокультуры, разработанная агротехническим комплексом ГУП РМ «Тепличное».

11 декабря 2018 г. был осуществлен посев семян салата сорта типа Батавия без облучения.

С 13 декабря по 23 декабря 2018 г. эксперименты проводились при фотопериоде в 24 часа (уровень облученности 115 – 120 мкмоль/с·м²).

С 24 декабря 2018 г. фотопериод составлял 16 часов.

■ Таблица 1. Схема размещения салата по ярусам

№ лотка	Расположение лотка по периодам
1.1	– начало оборота (сеянцы) 1-й ярус, доращивание 1-й ярус
1.2	– сеянцы 2-й ярус, доращивание 1-й ярус
1.3	– сеянцы 3-й ярус, доращивание 1-й ярус
2.1	– сеянцы 1-й ярус, доращивание 2-й ярус
2.2	– сеянцы 2-й ярус, доращивание 2-й ярус
2.3	– сеянцы 3-й ярус, доращивание 2-й ярус
3.1	– сеянцы 1-й ярус, доращивание 3-й ярус
3.2	– сеянцы 2-й ярус, доращивание 3-й ярус
3.3	– сеянцы 3-й ярус, доращивание 3-й ярус

26.12.18 лотки с салатом перераспределены по ярусам по схеме (табл.1).

Результаты учета биомассы салата приведены в таблице 2.

Таким образом, наиболее «предпочтительным» для роста салата оказалось применение различных спектральных составов излучения на разных стадиях роста растения: на стадии сеянцев спектр фитооблучателя ФО3, на стадии роста ФО2.

При выращивании под одним спектром излучения из трех спектральных составов оказался спектр излучения фитооблучателя ФО3, с квазимонохроматическим спектром излучения.

Применение светодиодов со сплошным спектром излучения в сочетании со светодиодами, имеющими квазимонохроматический спектр излучения, позволит эффективно воздействовать на фотоморфогенетические процессы в растении, достичь эффективности более 3 мкмоль/Дж.

ОАО «АСТЗ», www.astz.ru

431890, Республика Мордовия, Ардатовский район, р.п. Тургенево, ул. Заводская, 73,

8 800 550 9112, +7 (83431) 2 10 09, 2 10 10



Максимальный вес салата получился у образца 2.3 – 236,5 гр, высота листьев составила в среднем по 2-му ярусу 27 см, корневая система развита средне.



На 3-м ярусе салат получился с самой объемной листвой, стебель плотный. Высота листьев составила ~24 см. Корневая система развита лучше остальных образцов.



Салат на 1-м ярусе получился вытянутый. Образец 1.1 имеет наименьший вес и очень хрупкий стебель. Образцы 1.2 и 1.3 имеют вполне плотные и вытянутые стебли с объемной листвой, высота листьев до 30 см. Корневая система развита плохо.

■ Таблица 2. Оценка биомассы салата сорто типа Батавия

Салат	Вес, г			
Дата	27.12.18	04.01.19	09.01.19	14.01.19
1.1	61,5 	94,5 	103,5 	120,5 
1.2	60,5 	92,5 	110,5 	209,5 
1.3	62,5 	105 	129 	211 
2.1	65 	103 	109,5 	191,5 
2.2	58 	114 	150,5 	214 
2.3	67 	108,5 	120 	236,5 
3.1	67,5 	92,5 	149,5 	220 
3.2	72 	109 	129 	190 
3.3	83,5 	132,5 	161 	219 