

ку предполагается, что процесс сушки в каждой данной точке может длиться неограниченно долго ($\tau > 180$ минут), поэтому T_w зависит только от влажности и не зависит от времени. Возникает задача определения начала и конца интервала с повышенной температурой сушки. Для этого ждущий мультивибратор выдает импульсы, включающие теплогенератор 2. Теплогенератор 2 осуществляет дополнительный импульсный подогрев семян во время действия импульса мультивибратора. Температура дополнительного подогрева и длительность его должны соответствовать таблице 2. После импульса температура семян выше температуры агента сушки, вырабатываемого теплогенератором 1, и он остужает их до своей температуры. Ждущий мультивибратор вырабатывает следующий импульс, когда температура семян станет ниже температуры, определяемой формулой T_w (4). Сравнение температур производит цифровой компаратор. По сигналу при его срабатывании включается ждущий мультивибратор.

Литература

1. Атаназевич, В.И. Сушка зерна [Текст]: монография / В.И. Атаназевич. – М.: Агропромиздат, 1989. – 240 с.
2. Машины и лабораторное оборудование для селекционных работ в растениеводстве [Текст]: справочное пособие / под общ. ред. В.М. Дринчи. – Воронеж: НПО «МОДЭК», 2010. – 432 с.
3. Захарченко, И.В. Послеуборочная обработка семян в Нечерноземной зоне [Текст]: монография / И.В. Захарченко. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 263 с.
4. Птицын, С.Д. Зерносушилки, технологические основы, тепловой расчет и конструкции [Текст]: монография / С.Д. Птицын. – М.: Машиностроение, 1966. – 211 с.

УДК 631.544.4

УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ РОСТА ТОМАТОВ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ С ПОМОЩЬЮ СВЕТОДИОДНЫХ ФИТООБЛУЧАТЕЛЕЙ

*д.т.н. Л.С. Герасимович, В.В. Михайлов,
ст. преподаватель В.А. Павловский
(УО БГАТУ, Минск, Беларусь)*

Ключевые слова: защищенный грунт, растения, овощи, светодиодные светильники, фотосинтез, энергоэффективность.

В статье рассмотрен технический способ повышения урожайности томатов с помощью улучшения условий световой среды светодиодными фитооблучателями.

IMPROVEMENT OF TOMATO GROWTH CONDITIONS IN A PROTECTED GROUND USING LED-LAMPS

*Doctor of Technical Sciences L.S. Gerasimovich, V.V. Mikhailov,
Senior Lecturer V.A. Pavlovski
(EE BSATU, Minsk, Belarus)*

Key words: protected ground, plants, vegetables, LED-lamps, photosynthesis, energy efficiency.

The article discusses the technical way to increase tomato productivity by improving the conditions of the light environment with LED-phytoradiators.

В последние годы тепличное овощеводство получило широкое развитие во всем мире. Европейский континент является лидером в мире по площади теплиц – 210 тыс. га, что составляет 42,2%, на втором месте – Азия (180,5 тыс. га, 36,3%). Далее с большим отрывом идут Африка (45,3 тыс. га, 9,1%), Северная Америка (31,8 тыс. га, 6,4%), Ближний Восток (14,6 тыс. га, 2,9%), Южная Америка (14 тыс. га, 2,8%) и Океания (1,6 тыс. га, 0,3%). В разрезе стран наибольшие площади теплиц имеются в Китае – 82 тыс. га, Испании – 50, Южной Корее – 43,6, Японии – 49, Турции – 40 тыс. га [1].

Защищенный грунт Республики Беларусь играет существенную роль в формировании конкурентоспособного и устойчивого механизма развития АПК. Тепличное овощеводство – это специфическая сфера деятельности, способная динамично развиваться на основе разработки и внедрения инновационных технологий. Перевод овощеводства защищенного грунта на промышленную основу вызывает необходимость организации эффективного использования теплиц, снижения энергетических, трудовых затрат и себестоимости продукции, повышения урожайности, применения новых сортов.

Улучшение условий роста растений в тепличном овощеводстве неразрывно связано с соблюдением не только технологий выращивания, но и с применением новейших эффективных технических решений. Среди них наибольший интерес вызывает технология искусственного облучения растений (светокультура). Благодаря использованию этой технологии можно добиться значительного улучшения условий роста растений, сократить срок получения готовой продукции и увеличить урожайность.

Проблемы экологической и энергетической составляющей при производстве тепличных овощей в настоящее время являются наиболее актуальными. Даже ее частичное решение во многом позволит улучшить качество продукции, снизить энергоемкость, повысить эффективность

труда и обеспечить более высокую экологичность производства овощей.

Методика

Исследования проводились на территории унитарного предприятия «Агрокомбинат «Ждановичи» в тепличном комплексе отделения «Богатырево» в 2016 году на гибриде томата Старбак (Нидерланды).

Во время проведения эксперимента в феврале – апреле уровень солнечной активности был недостаточным, а продолжительность светового дня составляла менее 10 часов, для полноценного развития рассады томата и поддержания световых условий в теплице применялись искусственные источники света.

Для проведения эксперимента и создания оптимальных параметров искусственного облучения растений были использованы разработанные светодиодные облучатели, максимально повторяющие спектральную чувствительность листа растения на свет (рисунок 1).

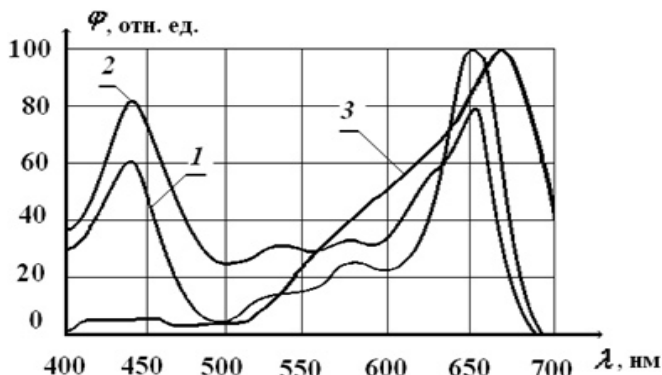


Рисунок 1 – Относительная спектральная чувствительность реакции растений на ОИ различных длин волн:

1 – фотосинтез; 2 – синтез хлорофилла; 3 – фотоморфогенез [2]

Эффективный поток определяется спектральной плотностью потока излучения светильника φ_{ei} , определяемой как отношение однородного потока излучения $\Delta\Phi_\lambda$ на полосе спектра к принятой в ширине спектра $\Delta\lambda$, и спектральной чувствительностью приемника к монохроматическому потоку g_λ [2]:

$$g_\lambda = C \frac{\Delta\Phi_{\alpha\lambda}}{\Delta\Phi_\lambda}, \quad (1)$$

где C – коэффициент, определяемый выбором единиц измерения величины, для световой системы величин $\text{лм} \cdot \text{Вт}^{-1}$; $\Delta\Phi_{\alpha\lambda}$ – поглощенный

приемником поток монохроматического излучения, Вт; $\Delta\Phi_\lambda$ – общий поток монохроматического излучения, падающий на приемник, Вт.

Зная спектральную плотность потока излучения $\varphi_{e\lambda}$ и спектральную чувствительность приемника g_λ , эффективный поток определим как:

$$\Phi_{эф} = C \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \varphi_{e(\lambda)} \cdot g(\lambda) \cdot d\lambda, \quad (2)$$

где λ_1 и λ_2 – диапазон определения эффективного потока, нм.

Был проведен анализ соответствия спектра излучения источников спектральной чувствительности процесса фотосинтеза. Определялись значения относительного спектрального распределения потока излучения в значимых для растений диапазонах ФАР – «синем» (400...500 нм), «зеленом» (500...600 нм) и «красном» (600...700 нм). Обобщенные результаты анализа представлены на рисунке 2.

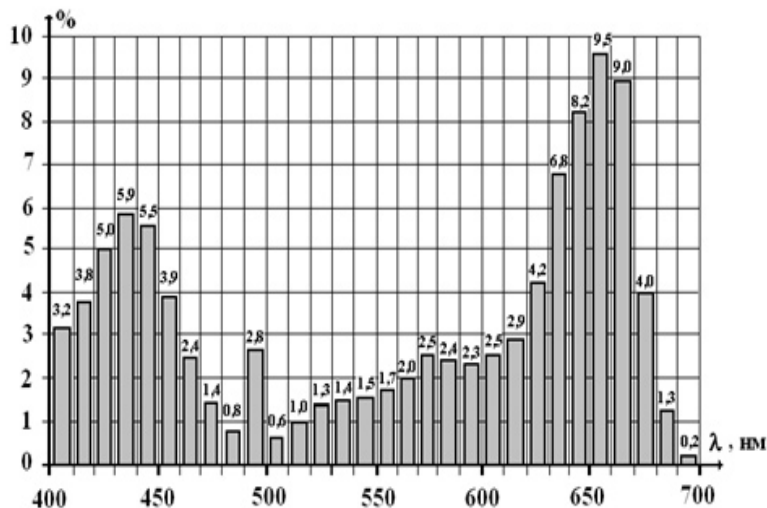


Рисунок 2 – Спектральное распределения потока излучения разработанного тепличного облучателя ДСП в области ФАР

Результаты исследований

Проведенные производственные испытания тепличного облучателя ДСП 03-2x75-001-Фитолед показали, что улучшение светотехнических параметров облучателя достигнуто за счет соблюдения требований в обеспечении световых условий выращивания овощных культур, а именно: регулируемого спектрального состава излучения, потока фотонов и эффективности излучения в области ФАР, светового потока на листовой поверхности.

Было достигнуто увеличение урожайности томатов при значительном снижении расхода электроэнергии (более 50%), затрачиваемой на светодиодные фитооблучатели.

Выводы

Полноценное развитие растений в сооружениях защищенного грунта является возможным только при создании благоприятных световых условий. Проведенные нами исследования выявили эффективность использования фитооблучателей со светодиодами, которые могут быть использованы для перехода с традиционных металлогалогенных источников ФАР, так как являются более энергоэффективными и долговечными.

Литература

1. Мировые и российские перспективы тепличного овощеводства [Электронный ресурс] / АгроБизнес. – Мировые и российские перспективы тепличного овощеводства. – Краснодар, 2018. – Режим доступа: <http://agbz.ru/articles/mirovyie-i-rossiyskie-perspektivy-teplichnogoovoshevodstva> (дата обращения: 25.02.2019).

2. Степанцов, В.П. Технологическое использование оптического излучения [Текст]: учебно-методическое пособие / В.П. Степанцов. – Минск: БГАТУ, 2012. – 208 с.

3. Герасимович, Л.С. Исследование влияния светодиодного освещения на рост томатов в теплицах [Текст] / Л.С. Герасимович, В.В. Михайлов // Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК: сб. науч. ст. Междунар. науч.-техн. конф., 23–24 ноября 2017 г. – Минск: БГАТУ, 2017. – С. 181–184.

УДК 631.234

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ВЫРАЩИВАНИЯ КУЛЬТУР В ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕПЛИЦАХ

*к.т.н. В.П. Дмитренко, к.т.н. И.М. Соцкая,
ст. преподаватель Р.Д. Адакин
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)*

Ключевые слова: автоматизация, промышленная теплица, датчики, SCADA-система.

При выращивании культур в теплицах должен контролироваться целый ряд параметров, таких как температура и влажность воздуха, влажность почвы, освещенность, давление воздуха и др. На разных стадиях роста растений оптимальные значения этих параметров будут меняться. Промышленные теплицы – это комплекс отдельных