

для повышения качества управления параметрами плазмы на физических установках типа ТОКАМАК // XV международная науч. практ. конференция молодых ученых. Современная техника и технологии: сборник трудов, - Томск. 2009. - Т.2. - С.264-266.

Научный руководитель: А.В. Обходский, к.т.н., доцент ФТИ ТПУ.

## **РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОГО КВАНТОВОГО РЕЖИМА ОБЛУЧЕНИЯ ТЕПЛИЧНОГО САЛАТА**

С.Е. Темник, К.В. Смолякова  
Лицей при ТПУ

Выращивание сельскохозяйственных культур требует дополнительного искусственного облучения, затраты на которое составляют 25-30% от всей потребляемой теплицей электроэнергии. В связи со вступившим в силу федеральным законом об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности [1], возникает потребность в повышении энергоэффективности тепличных комплексов. Последние исследования, проводимые учеными в данной области науки, доказывают, что для облучения растений целесообразнее использовать светодиодные (СД) технологии, а не самые распространённые на сегодняшний день газоразрядные светильники типа ДНаТ [2-4]. Но, несмотря на стремительное развитие светодиодов, на сегодняшний день еще не сформулированы принципы освещения растений с их помощью. Поэтому одним из способов повышения энергоэффективности является разработка эффективного способа облучения тепличных растений на основе светодиодных технологий.

Целью данной работы является разработка способа облучения и подбор его оптимальных параметров для эффективного выращивания сельскохозяйственных культур.

Существует два основных параметра, которые важно учитывать при облучении растений: спектральный состав (цвет) и плотность фотонного потока (количество квантов взаимодействующих с растением). В данной работе исследовалось влияние плотности фотонного потока разного уровня на процессы роста растений, и как результат выбор самого оптимального из них.

Для эксперимента использовались специализированные лабораторные установки - фитотроны, которые представляют из себя макет интеллектуальной теплицы с возможностью управления параметрами облучения и микроклимата в четырех независимых друг от друга ячейках (рисунок 1).

В качестве объекта для исследований был выбран листовой салат, 27 ростков которого были посажены в каждую из 4 ячеек фитотрона. Параметры микроклимата (влажность, температура, концентрация  $CO_2$ ) для исключения их влияния были одинаковые в каждой из ячеек. Режимы облучения в каждой ячейке были подобраны таким образом, чтобы спектральный состав был везде одинаковый, но находился в пределах фотосинтетически активной радиации (400-700 нм.), а плотность фотонного потока составляла:

1. ячейка №1 (ФТ 1) –  $80 \text{ мкмоль} \cdot \text{с}^{-1} / \text{м}^2$ ;
2. ячейка №2 (ФТ 2) –  $160 \text{ мкмоль} \cdot \text{с}^{-1} / \text{м}^2$ ;
3. ячейка №3 (ФТ 3) –  $260 \text{ мкмоль} \cdot \text{с}^{-1} / \text{м}^2$ ;
4. ячейка №4 (ФТ 4) –  $360 \text{ мкмоль} \cdot \text{с}^{-1} / \text{м}^2$ ;

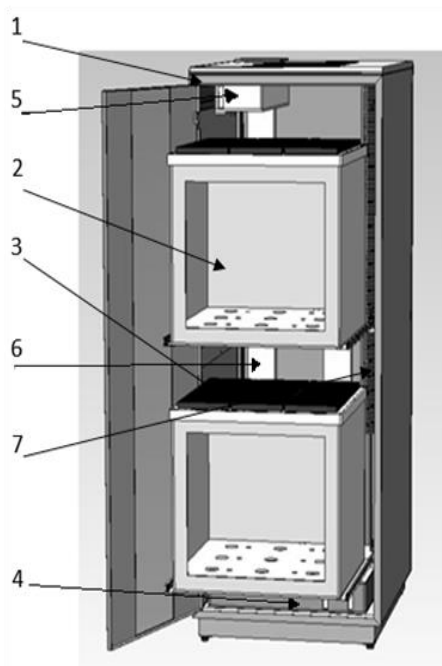


Рис. 1. Макет интеллектуальной теплицы – Фитотрон, где 1 – корпус исследовательской установки, 2 – ячейки фитотронов, 3 светильники с независимой регулировкой режима облучения растений, 4,5 – система полива (нижний и верхний баки); 6 – система микроклимата, 7 – электронная система питания и управления.

Такой подбор параметров исключает влияние всех внешних факторов, что позволит получить объективные результаты. В течение всего периода вегетации (30 дней) проводились наблюдения за ростом салата, измерялись его морфологические параметры: длина и ширина листа и на основе полученных измерений рассчитывалась площадь листовой пластинки. На основании проводимых замеров, был построен график зависимости площади листа салата от его возраста (рисунок 2).

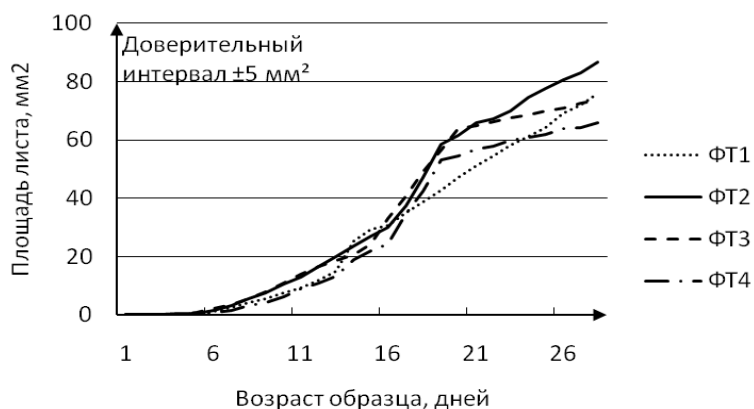


Рис. 2. Зависимость площади листа от его возраста

Проанализировав результаты исследования можно сделать следующие выводы:

1. Первые 7-8 дней во всех ячейках фитотрона салат развивался практически одинаково (разница по площади листа не более 10%). Т.к. основной задачей подбираемого режима облучения является его энергетическая эффективность, целесообразнее для облучения выбрать наименьшее из значений фотонного потока –  $80 \text{ мкмоль} \cdot \text{с}^{-1} / \text{м}^2$ .
2. В период с 8 по 30 день образцы лучше развивались в ячейках №2 и №3. Была выбрана наиболее энергоэффективная из них – ячейка №2 ( $160 \text{ мкмоль} \cdot \text{с}^{-1} / \text{м}^2$ ).

На основании всего вышеизложенного можно предложить следующий режим облучения тепличного салата: первые восемь дней создавать уровень плотности фотонного потока –  $80 \text{ мкмоль} \cdot \text{с}^{-1} / \text{м}^2$ , а начиная с 9 дня и до окончания вегетации салата -  $160 \text{ мкмоль} \cdot \text{с}^{-1} / \text{м}^2$ . Учитывая, что уровень плотности фотонного потока в большинстве теплиц составляет  $260 \text{ мкмоль} \cdot \text{с}^{-1} / \text{м}^2$ , а также то, что плотность фотонного потока прямо пропорционально зависит от мощности и типа светового прибора ( $1 \text{ Вт ДНаТ}$  светильника  $\approx 1,6 \text{ мкмоль} \cdot \text{с}^{-1} / \text{м}^2$ ,  $1 \text{ Вт}$  светодиодного светильника  $\approx 2,2 \text{ мкмоль} \cdot \text{с}^{-1} / \text{м}^2$ ), можно сделать вывод, что для облучения тепличного салата целесообразнее использовать светодиодный облучатель с предложенным выше режимом. При его использовании экономия электрической энергии составит 47% по сравнению с традиционными газоразрядными облучателями типа ДНаТ.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rg.ru/2009/11/27/energo-dok.html> (дата обращения: 10.09.2016)
2. Фокин А.А. Применение светодиодных светильников в защищенном грунте // Вестник МичГАУ. – 2012. – № 2. – С. 112–116.
3. Яковлев А.Н., Упадышева И.Н., Туранов С.Б., Корепанов В.И. Влияние спектрального состава светодиодного источника света на развитие тепличных образцов салата // Материалы XII Всероссийской научно-технической конференции «Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электротехники и энергетики», Саранск, 28-29 мая 2015г. – Саранск: СВМО, 2015. – [С. 71-78]
4. Тепличное освещение: новые тенденции и подходы. [Электронный ресурс]. URL: <http://ovoschevodstvo.com/journal/browse/201302/article/853/> (дата обращения 11.10.2016).

Научный руководитель: С.Б. Туранов, ассистент ИФВТ ТПУ.