

УДК 538.56: 631.172

ЛАЗЕРНАЯ СКАНИРУЮЩАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ТЕПЛИЦ

Андрей Валентинович Будаговский^{1,2}

доктор технических наук

Ольга Николаевна Будаговская^{1,2}

доктор технических наук

budagovsky@mail.ru

Екатерина Владимировна Грошева²

научный сотрудник

Марина Витальевна Маслова²

кандидат сельскохозяйственных наук, с.н.с.

¹Федеральный Научный Центр имени И.В. Мичурина

²Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Разработана передвижная установка для лазерной обработки растений в рассадных отделениях теплиц. Происходит это в режиме сканирования 24 лазерными пучками, развёрнутыми в линии. Проведены испытания в теплице Мичуринского ГАУ. Определены оптимальные параметры облучения, ускоряющие рост и развитие растений.

Ключевые слова: лазерная установка, режим сканирования, рассадное отделение, фотостимуляция растений.

Свет в растениях выполняет не только энергетическую функцию (фотосинтез), но и регуляторную. Это необходимо для синхронизации эндогенных процессов с изменяющимися параметрами внешней среды. Трансдукция оптического сигнала в химический происходит посредством специальных белковых молекул, включённых в цепи управления биосинтезом. Такие молекулы имеют хромофорные центры, поглощающие оптическое излучение в определённых спектральных диапазонах. В красной области рецепторами являются фитохромы (ФХ), в частности фитохром-Б. Он обладает способностью к обратимой цис-транс-изомеризации под действием света различного спектрального состава: $\text{ФХ}_{660} \xleftarrow[\lambda \approx 730]{\lambda \approx 660} \text{ФХ}_{730}$. Фотоконверсия ФХ влияет на многие обменные процессы: нуклеотидный, белковый, липидный, углеводный, энергетический [1, 2]. Формой, стимулирующей физиологическую активность растений, является ФХ_{730} . Ее высокая концентрация поддерживается излучением в спектральном интервале 600...690 нм. В этом диапазоне длин волн генерируют гелий-неоновые (632,8 нм) и полупроводниковые (650 нм) лазеры. На их базе созданы облучательные приборы и устройства, которые, применяют в производственной зоне теплиц [3 - 6]. Упоминания об аналогичном оборудовании для рассадных отделений в патентной и технической литературе обнаружить не удалось. В связи с этим была проведена разработка и изготовление экспериментального образца оптико-механической установки для лазерной обработки растений на стадии получения посадочного материала.

Установка представляет собой подвижную платформу 1 с закреплённым на ней аккумулятором 2 и штативом 3 (рис. 1). В центре штатива находится штанга 4 с зубчатым приводом вертикального перемещения блока сканирования 5. В цилиндрическом корпусе 6 блока сканирования расположены электронные схемы, органы управления процессом облучения и вентилятор для охлаждения лазерных модулей 7. Они закреплены в дюралюминиевом тубусе 8 и допускают возможность юстировки световых пучков. Объективы модулей имеют цилиндрические линзы, что позволяет формировать световые потоки в виде линий.

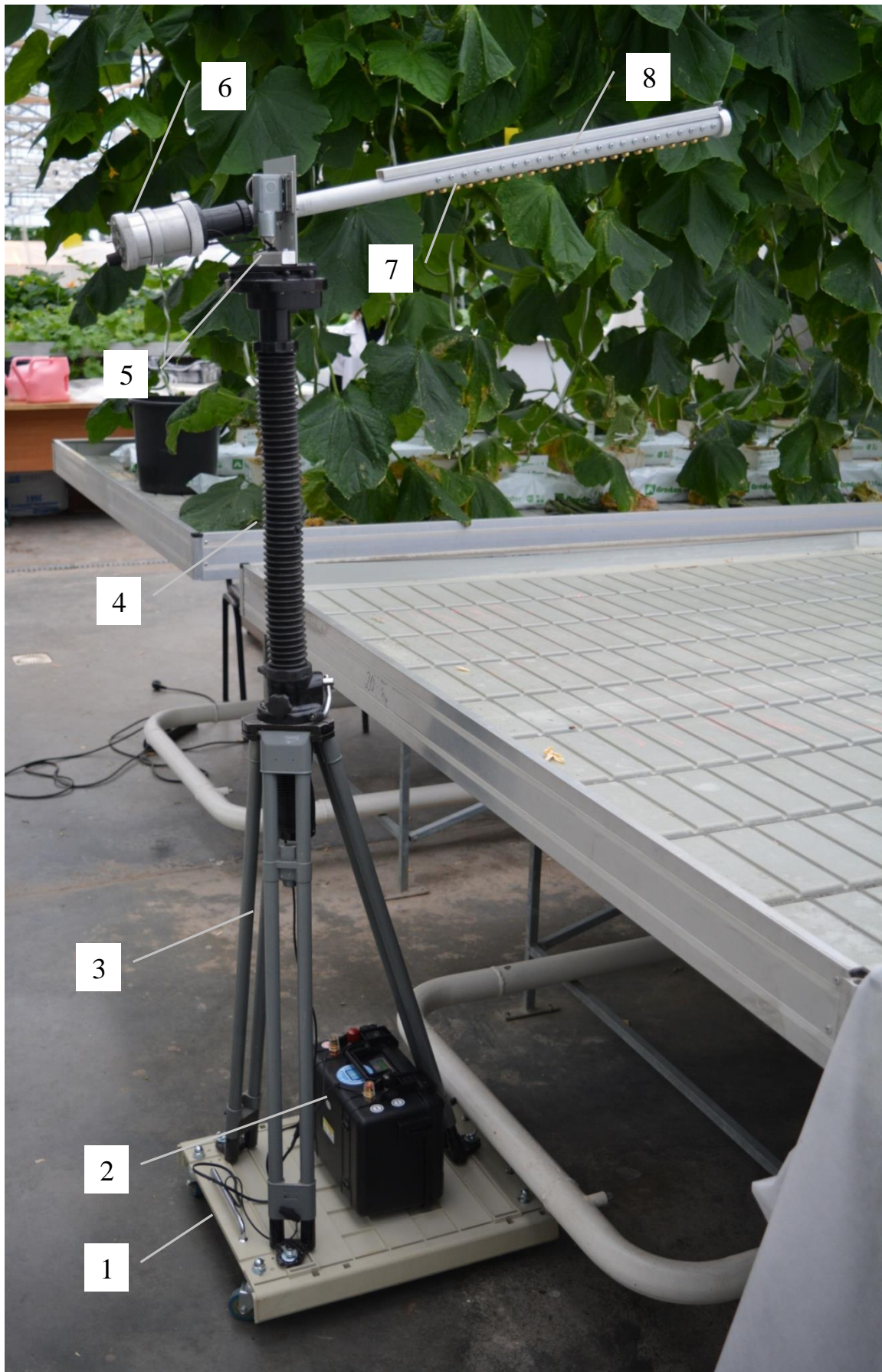


Рисунок 1 Сканирующая установка для лазерной обработки вегетирующих растений в рассадном отделении теплиц

Тубус с 24 лазерными модулями закреплён на горизонтальной оси и совершает колебательные движения под действием эксцентрика, закреплённого на оси коллекторного двигателя. В результате 24 световые полосы совершают возвратно-поступательные движения по поверхности биологических объектов (рис. 2). Частота сканирования плавно изменяется от 4 до 12 циклов в минуту. Область сканирования достигает 2 м² и определяется высотой подъёма штанги. На этой площади размещается 6 стандартных кассет, в ячейках которых может находиться до 234 растений. Сам блок сканирования имеет возможность поворота вокруг вертикальной оси на угол 360° для выбора зоны облучения. Длительность лазерной обработки задаётся электронным таймером или удалённым компьютером по линии дистанционной связи. Производительность лазерной обработки достигает 600 – 700 растений в минуту.

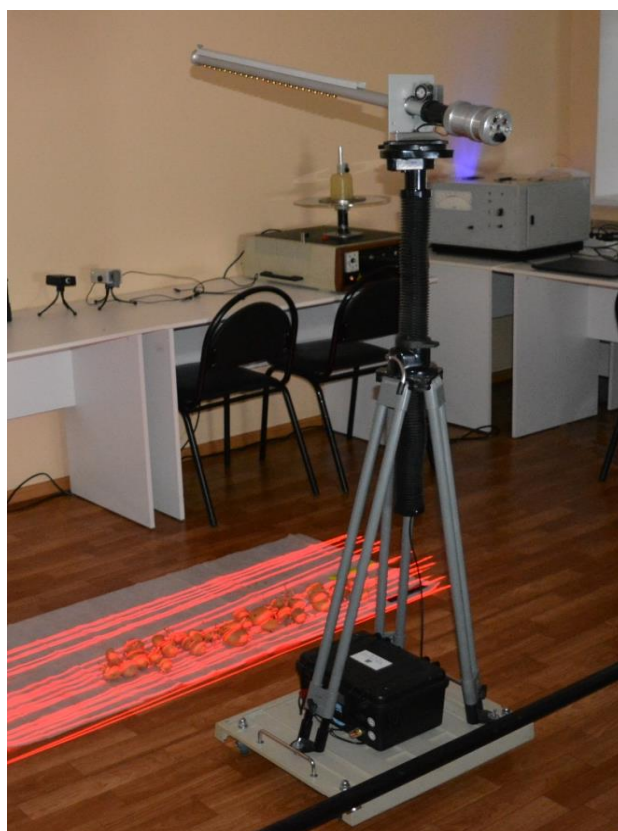


Рисунок 2 - Проверка сканирующей установки в лабораторных условиях на клубнях картофеля

Испытания установки проведены в рассадном отделении тепличного комплекса МичГау. Растения ежевики были любезно предоставлены зав. учебно-исследовательской лабораторией биотехнологии Муратовой С.А. Их культивировали в кассетах с торфяной смесью (рис. 3). В серии экспериментов

была определена оптимальная длительность облучения – 15 с. После лазерной обработки растения развивались более активно (рис. 4). Их морфометрические параметры были на 30 – 70 % больше чем у необлученных.

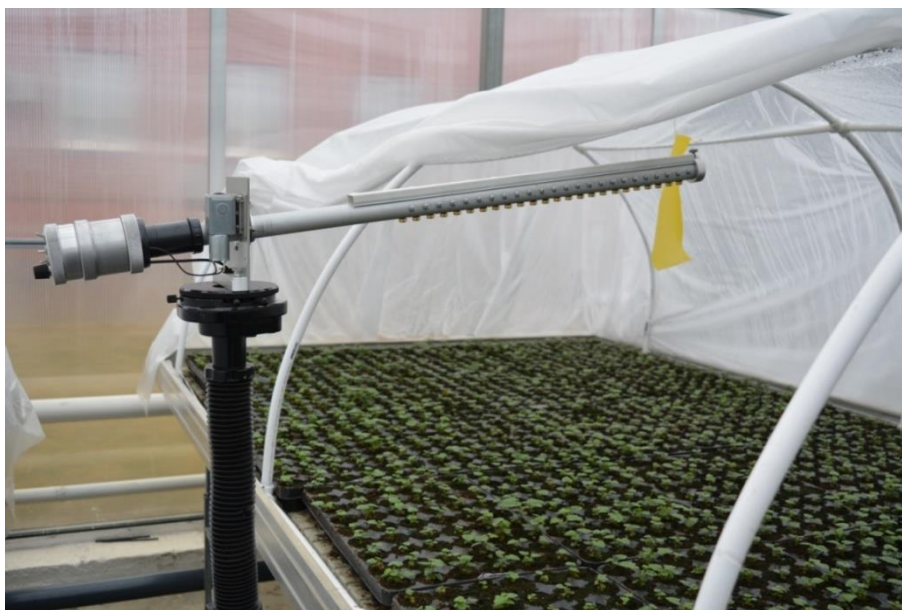


Рисунок 3 Процесс лазерной обработки микрорастений ежевики в рассадном отделении теплицы



Рисунок 4 - Растения ежевики через 16 дней культивирования после лазерной обработки
Разработанная установка может найти применение в тепличном хозяйстве

для оптимизации технологических процессов лазерной обработки растений.

Список литературы:

1. Whitelam G.C., Halliday K.J. Annual Plant Reviews. 30. Oxford: Blackwell Publishing Ltd. 2007. 350 p.
2. Kami, C., Lorrain, S., Hornitschek, P., Fankhauser, C. Light-regulated plant growth and development //Current topics in developmental biology. 2010. Т. 91. С. 29-66.
3. Курьянов С. А. Устройство для автоматического лазерного досвечивания растений // Робототехника в сельскохозяйственных технологиях. – 2014. С. 222-225.
4. Журба П. С. История разработки и применения лазерных устройств при обработке семян и растений в сельском хозяйстве на Кубани //Плодоводство и ягодоводство России. 2012. Т. 33. С. 177-185.
5. Харченко В. Н. И др. Воздействие лазерного облучения на жизнеспособность стеблевых черенков древесных и кустарниковых растений //Вестник московского государственного университета леса. 2004. С. 139 -142.
6. Будаговская О. Н., Будаговский А. В. Роботизированная установка для лазерного облучения тепличных растений //Материалы XVI Международной конференции «Агрэкологические аспекты устойчивого развития АПК». 2019. С. 917-921.

UDC 538.56: 631.172

LASER SCANNING PLANT FOR GREENHOUSES

Andrey V. Budagovskii^{1,2}

Doctor of Technical Sciences

Olga N. Budagovskaya^{1,2}

Doctor of Technical Sciences

budagovsky@mail.ru

Ekaterina V. Grosheva²

Research Associate

Marina V. Maslova²

Candidate of Agricultural Sciences

Senior Researcher

¹Federal Scientific Center named after I.V. Michurin

²Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. A mobile plant for laser treatment of plants in the seedling departments of greenhouses has been developed. This happens in the scanning mode with 24 laser beams deployed in a line. Tests were carried out in the greenhouse of Michurinsky GAU. Optimal irradiation parameters that accelerate plant growth and development have been determined.

Keywords: laser installation, scanning mode, seedling department, photostimulation of plants.

Статья поступила в редакцию 17.11.2023; одобрена после рецензирования 20.12.2023; принята к публикации 25.12.2023.

The article was submitted 17.11.2023; approved after reviewing 20.12.2022; accepted for publication 25.12.2023.