

- простотой конструкцией, малыми габаритами, невысокой стоимостью, большой надежностью, следовательно, появляется возможность использования для небольших частных теплиц и фермерских хозяйств;

- возможность варьировать как по качеству спектрального состава, так и по интенсивности воздействия, а так же регулировать динамику, ритм, длительность влияния на семенной материал тепличных растений;

- в устройстве установки существует возможность перемешать рабочую (облучаемую) поверхность относительно светодиодного светильника, это дает возможность использовать ее как для семян тепличных растений, так и на последующих стадиях развития растения (всходы, сеянцы, рассады), с последующим изменением светового режима.

Анализ опубликованного научного материала позволил сформировать **рабочую гипотезу**: использование светодиодной установки переменного облучения для создания особых переменных световых полей (по спектру, интенсивности, длительности) позволяет создать необходимые условия для реализации тепличными растениями своих генетически заложенных потенциальных возможностей.

#### Научная новизна

В работе впервые предлагается использовать для стимуляции семян и посадочного материала тепличных растений переменные световые поля, создаваемые светодиодными светильниками по трем факторам спектру, интенсивности, ритму воздействия, а так же при помощи перемещения облучаемой поверхности относительно источника света.

#### Перспективы практического применения

Целью исследования является разработка светостимулирующей технологии с использованием светодиодных светильников для предпосевной обработки. С последующим определением чувствительности к переменным световым полям (по спектру, интенсивности, по длительности воздействия), как эффективного средства управления биологической активностью семян тепличных растений. А также поиск теоретических основ, положений для создания системы эффективных величин оценки действия на семена излучения различного соотношения факторов создающих световой режим (спектральный состав, интенсивность, ритм воздействия). Такая система эффективных (редуцированных) величин позволит регламентировать выбор источников света, применяемых для облучения посадочного материала (семян, всходов, сеянцев), это позволит создать научную основу для разработки более совершенных облучательных и светостимулирующих установок.

#### Список литературы

1. Klyuchka E.P. Development prospects of researches variable lighting of the protected ground // Science and world. International scientific journal. – 2014. – Vol. 1, № 10 (14). – P. 98-100.
2. Степанчук Г.В. Оптические электротехнологии переменного облучения растений в культивационных сооружениях / Г.В. Степанчук, Е.П. Ключка, Н.Е. Пономарева. – Черноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2013. – 210 с.
3. Klyuchka E.P., Stepanchuk G.V. Improvement of technological processes with use of optical electro technologies of variable radiation // Science, Technology and Higher Education: materials of the international research and practice conference. – Vol. 1. – Westwood. – December. – 2012 / publishing office Accent Graphics communications. – Westwood. – Canada, – 2012. – P. 499-503.
4. Ключка Е.П. Биотехническая система оптических электротехнологий переменного облучения растений / Е.П. Ключка, Г.В. Степанчук. Международный сборник научных трудов Донской аграрной научно-практической конференции «Инновационные пути развития агропромышленного комплекса: задачи и перспективы» // Высокоэффективные технологии и технические средства в сельском хозяйстве. – Черноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2012. – С. 149-152.

## ОСОБЕННОСТИ БИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕМЕННОГО ОБЛУЧЕНИЯ РАСТЕНИЙ В ТЕПЛИЦАХ

Ключка Е.П., Пустовойтова Е.В.

*Азово-Черноморский инженерный институт  
«Донского государственного аграрного университета»,  
Черноград, e-mail: klyuchkae@mail.ru*

#### Актуальность

Основой биотехнической системы защищенного грунта является биологический объект. Все жизненно необходимые процессы, происходящие в растении, так или иначе связаны с энергией оптического излучения. Изменяя качественные и количественные характеристики энергии оптического излучения, существует возможность воздействовать на процессы, происходящие в растении (продукционные, вегетационные и т.д.).

Важным моментом в рассматриваемой проблеме являются понятия «света» и «светового поля». В 1986 году Майкл Фарадей в своей лекции «Размышления о колебании лучей» впервые предположил, что свет должен быть интерпретирован как поле, примерно также как магнитные поля. Принято считать, что в пространстве задано поле некоторой величины, если в каждой точке пространства определено значение этой величины. Термин «световое поле» был использован А.А. Гершуном в классическом научном труде по радиометрическим свойствам света в трёхмерном пространстве (1936).

Световое поле – область пространства, заполненная светом (энергией оптического излучения). Объектом изучения в этой области является процесс переноса энергии излучения. Понятие светового поля не отделимо от понятия поля электромагнитного излучения. Электромагнитное излучение (электромагнитные волны) – распространяющееся в пространстве возмущение электромагнитного поля (т.е. взаимодействующих друг с другом электрического и магнитного). Основными характеристиками электромагнитного излучения принято считать частоту, длину волны, поляризацию. Положительное действие энергии оптического облучения достигается благодаря значительной проникающей способности излучения и специфическому воздействию его на клеточном и молекулярном уровнях в биологических объектах. Оказываемое воздействие и передаваемая излучением энергия зависят от выхода количества квантов и от длины волны. Однако необходимо отметить, что световое поле качественно отличается от поля электромагнитного излучения, поскольку оставляет в стороне вопрос о внутренней природе света, т.к. пространственная и временная структуры поля электромагнитного излучения в теории светового поля не рассматриваются. Фактически это геометрия плюс привнесённое в неё представление о переносе энергии. К сожалению, вопросу рационального конструирования световых полей не всегда уделяется внимание, этот вопрос до конца не изучен и не разработан.

В свою очередь, оптическое излучение как вид энергии обладает важными особенностями. Во-первых, его положительное действие достигается проникающей способностью и специфическим действием на клеточном и молекулярном уровне в биологическом объекте. Во-вторых, распространение оптического излучения происходит линейно при постоянстве передаваемой мощности по оси угла распространения, при этом происходит уменьшение плотности по площади нормального сечения. В-третьих, распределение энергии оптического излучения следует учитывать не только по спектру, по времени, но и по пространственным координатам. Энергопоток – энергия

электромагнитного излучения – весьма специфичен. Он обеспечивает перенос значительной энергии на довольно большие расстояния без всякого переноса вещества, отличается своими законами генерации, распространения и поглощения. Все это приводит к дополнительным существенным потерям энергии при получении электромагнитного излучения, его преобразовании и передаче к объекту, а также в самом объекте при обеспечении технологического эффекта. Обобщенные оценки показывают, что потери энергии в оптических электротехнологиях аграрного сектора соизмеримы с половиной общих потерь в отрасли.

Учитывая существующие противоречия, в работе предлагается использовать термин «облучение», т.к. говорится о возможности с помощью технических средств перераспределять (формировать) поток (энергию) оптического излучения по рабочей поверхности и в пространстве теплицы. Поэтому в нашей работе будет использован термин не «переменное световое поле», а «переменное облучение растений».

Основной задачей практики тепличного растениеводства является создание светового режима микроклимата для получения максимальных урожаев с высоким качеством товарной продукции. Оптимизация светового режима для тепличных растений имеет важнейшее значение, с одной стороны создание энергосберегающих режимов выращивания растений в теплицах, с другой как инструмент воздействия на формирование максимального урожая.

При создании физиологически полноценной среды обитания растений в условиях культивационных сооружений с современной технологией производства важная роль должна отводиться необходимому световому режиму, при осуществлении которого реализуется потенциальные возможности биологического объекта. Взаимодействие света и биологических объектов весьма сложно, многообразно и связано с определенными потребностями живого организма. Из сказанного следует, что вопросы оптимизации воздействия световой энергии на растения имеют большое практическое значение, и что необходимо знание закономерностей этого воздействия на живую организм. Иначе говоря, необходима идентификация растений как объектов светового воздействия.

К настоящему времени обнаружено, что только за счет изменения качества света (спектрального состава) можно получить существенную прибавку урожая, однако добиться этого можно только на основе развития правильных теоретических предпосылок о реакции растений на оптическое воздействие. Оптимизировать условия светового режима означает: во-первых, установление рациональных норм для растения по спектру, по интенсивности, по длительности воздействия; и, во-вторых, установление наилучших соотношений между элементами внутри этой нормы. Обе эти задачи взаимосвязаны; оптимальные нормы различны при разных соотношениях, оптимальные соотношения различны при разных дозах, нормах, уровнях.

Изучению проблемы соотношения элементов, как самостоятельного фактора формирующего световой режим растений, посвящено незначительное количество исследований, так как соотношение обычно оценивают как следствие при взаимодействии доз (норм, уровней) отдельных элементов. Однако, нахождение оптимальных соотношений – более сложная и трудоемкая задача, чем нахождение оптимальной нормы. Действительно, зависимость урожая от общего уровня освещения характеризуется биологической кривой на плоскости. В свою очередь урожай (продуктивность) зависит от соотношения между тремя основными элементами (спектр, интенсивность, длительность), которая (по всей вероятности) должна выра-

жается куполом отклика в трехмерном пространстве. Данное предположение основывается на свойстве биологических кривых.

Выделение соотношения элементов светового режима в отдельно действующий фактор обосновывается тем, что фундаментальные и сервисные системы растений взаимодействуют в оптимальном режиме, только в случае создания наилучших пропорций между элементами освещения в клетках растений. Оптимизация соотношений может, таким образом, привести к дополнительному приросту урожая и повысить эффективность применения светового режима в зимнее время.

Новый подход планируется применить в моделировании переменного облучения растений в теплицах. Из анализа научного материала выявлено, что создание светового переменного поля, как среды обитания растений в замкнутом пространстве (теплице), является эффективным способом снижения энергоемкости.

Для всех способов создания переменного светового поля (прерывистый, переменный, импульсный и т.д.) является общим – временная характеристика. Что наводит на мысль о создании определенного ритма воздействия световой энергии на растение. Во всех без исключения общим в исследованиях, о воздействии переменного светового поля на растения является следующее: при различных вариациях трех составляющих – спектра, интенсивности и ритме воздействия оптической энергией излучения на биологический объект – оптимальным является световой режим, который вызывает наибольший отклик у растений (повышение продуктивности фотосинтеза).

Известны результаты работ И.А. Рыбина, А.С. Дорошек по использованию динамического освещения растений, синхронизированного с изменениями биопотенциалов зеленого листа (электрофолиограмм) в ответ на периодически изменяющуюся интенсивность освещения растения, что открывает возможность создания своеобразных автоматизированных систем управления процессами технологического воздействия ФАР в условиях интенсивной культуры сельскохозяйственных растений. Такие эксперименты позволяют легко выявить наличие колебательных звеньев в цепи преобразования световой энергии зеленого растения, а так же исследовать в динамике процессы адаптации фотосинтетической системы растения к изменяющимся условиям освещения.

К сожалению, до настоящего времени не удалось установить взаимосвязь параметров электрофизиологического отклика листа на световое воздействие с фундаментальными характеристиками процессов фотосинтеза, такими, например, как интенсивность процесса фотосинтеза или эффективность преобразования световой энергии, несмотря на то, что попытки установления подобной взаимосвязей не прекращались со времени открытия фотозависимости биопотенциалов листа. Включение регистра биопотенциала листа в цепь обратной связи с источником светового излучения позволило на некоторых растениях (кукуруза, бобы и др.) при определенных параметрах цепи обратной связи получить автоколебательный режим вегетации растения, при котором само растение по сути дела управляло источником облучения. Было исследовано несколько типов автоколебаний в описанной вегетационной системе, возникающих при различных режимах ее работы. Утверждается, что подобные режимы автоколебаний были обнаружены у всех без исключения видов исследованных растений, хотя режимы их возникновения у различных видов растений различаются.

В работе выдвигается идея, что силовой характер взаимодействия переменного светового поля с веществом, необходим для запуска колебательного процес-

са клеточных структур растений. В результате чего происходит синхронизация внутренних ритмов с ритмами внешнего поля. Свет – носитель энергии. Эффект переменного светового поля это создание импульсов формирующих особый вид колебаний. Положительную реакцию биологического объекта на создаваемые переменные световые условия, можно объяснить совпадением внешних создаваемых колебаний с внутренними колебаниями присущих растениям. Ритм воздействия оптической энергии, создаваемый облучательной установкой, должен совпадать с внутренним ритмом растений. Данное предположение основывается на теории колебательной спектроскопии. Любая материальная система взаимодействует с другой системой, строго определенным образом, зависящим от ее свойств, т.е. носит избирательный характер. Избирательное (резонансное) поглощение энергии упругих или электромагнитных волн, обуславливает своеобразие, качественное отличие и несводимость одного к другому разнообразных процессов.

#### Научная гипотеза

На продуктивность тепличных растений влияет силовой характер взаимодействия переменного светового поля с веществом, который необходим для запуска колебательного процесса клеточных структур растений.

#### Новизна исследования

Закономерности изменения энергетических режимов переменного светового режима в процессе выращивания растений в теплице через концентрацию фотонов в пространстве обитания растений и время поступления фотонов в пространство.

#### Перспективы использования результатов

Основная идея планируемого научного исследования заключается в формировании научного подхода к оценке потенциальных возможностей применения переменного облучения растений в условиях теплицы. Планируется провести ряд исследований с целью, изучения зависимости накопления биомассы тепличных растений от соотношения спектра, интенсивности, длительности и их суммарной дозы, для практической реализации переменного светового режима в теплицах. Результаты эксперимента позволят определить конструктивно-геометрические параметры устройства облучательной установки переменного освещения, которые позволят сформировать экономически эффективное тепличное производство, и создать модельный ряд принципиально новых полезных устройств, доступных для практического применения.

Предполагается создание экспериментальной установки, которая будет иметь следующие особенности:

- Планируется использовать переменный способ облучения, создаваемый при возвратно-поступатель-

ном движении источников света или рабочей поверхности. Переменный способ облучения позволяет сохранить основные относительные показатели структуры светового поля, равномерность, соотношение горизонтальной и вертикальной освещенностей, градиент освещенности по высоте растений и т.д. Кроме того, возможность плавного регулирования создает условия для реализации различных алгоритмов управления световыми режимами, требующих гибкого и динамичного его изменения.

- Планируется использовать светодиодный светильник с возможностью регулирования таких качественных показателей, как спектральный состав и интенсивность облучения растений во времени. Это позволит выявить влияние данного светильника на равномерность пространственного перераспределения оптической энергии в зоне растений, через структуру растения, переменный способ облучения (возвратно-поступательное движение), источник света, светильники и отражающие поверхности.

- Планируется использовать устройство регистрации биопотенциала растений с целью выявления колебательного процесса внутренней организации растений согласно с изменениями параметров переменного светового поля во времени.

#### Заключение

Задачи на данном этапе исследования.

1. Разработать и реализовать конструкцию установки переменного облучения тепличных растений для проведения эксперимента;
2. Разработать программу исследований с целью, изучения зависимости накопления биомассы растений от соотношения спектра, интенсивности, длительности и их суммарной дозы для определения рационального переменного светового режима.

#### Список литературы

1. Рыбин И.А. Феномен автоколебаний светозависимой активности листьев кукурузы // Биологические науки. – 1976. – № 7. – С. 40.
2. Ключка Е.П. Перспективы развития электротехнологий переменного облучения растений / Е.П. Ключка, Ю.Н. Куценко, Г.В. Степанчук // Энергетика и автоматика: научный журнал. – 2012. – №3 (13). – Киев: Национальный университет биоресурсів і природокористування України. – С. 1-6.
3. Ключка Е.П. Потенциальные возможности исследования переменного освещения растений в теплицах // Наука и Мир: международный научный журнал. – 2014. – Том 1, № 10 (14). – С. 96-98.
4. Kljutschka Jewgenija. Stepantschuk Gennadiy Prinzip des Aufbaus der neuen energiesparenden optischen Elektrotechnologien der Bestrahlungen der Pflanzen im Gewachshaus // 2<sup>nd</sup> International Scientific Conference «European Applied Sciences: modern approaches in scientific researches». – Papers of the 1st International Scientific Conference. – 2013. – Volume 3. – February 18-19. – Stuttgart, Germany. – P. 41-43.
5. Ключка Е.П. Биотехническая система оптических электротехнологий переменного облучения растений / Е.П. Ключка, Г.В. Степанчук. Международный сборник научных трудов Донской аграрной научно-практической конференции «Инновационные пути развития агропромышленного комплекса: задачи и перспективы» // Высокоэффективные технологии и технические средства в сельском хозяйстве. – Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2012. – С. 149-152.

### Секция «Лесные мелиорации ландшафтов и озеленение населенных мест» научный руководитель – Таран Сергей Сергеевич, канд. с.-х. наук, доцент

#### ЛАНДШАФТНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКОПАРКА НА ЗЕМЛЯХ ЦЕНТРА РЕДКИХ ЖИВОТНЫХ ЕВРОПЕЙСКИХ СТЕПЕЙ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Абраменко А.Л., Говорова Н.А., Яковенко В.А.,  
Кириченко Н.С., Матвиенко Е.Ю.

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт  
им. А.К. Кортунова ФГБОУ ВПО «Донской государственный  
аграрный университет», Новочеркасск, e-mail: Anny12@bk.ru

С целью сохранения редких видов животных, в х. Кундрюченском Орловского района Ростовской обла-

сти был построен демонстрационный вольерный комплекс – Центр редких животных европейских степей. Основным направлением его деятельности является сохранение и защита редких видов животных европейских степей. Объектами деятельности Центра являются верблюды, сайгаки, лошадь Пржевальского, дрофа, ряд других редких, охотничьих и домашних животных.

В 2013 году ассоциацией «Живая природа степи» был объявлен конкурс эскизного проекта «Экопарк». Под экопарк выделен участок размером 100×100 м,