

Облучательная установка с УФ диодами и микропроцессорной системой автоматического управления дозой

Р.Г. БОЛЬШИН¹, Н.П. КОНДРАТЬЕВА^{2*}, М.Г. КРАСНОЛУЦКАЯ¹

¹НОУ ДПО «УНИЦ «Омега» и ²ИжГСХА, Ижевск

* E-mail: aep_isha@mail.ru

Аннотация

Сообщается о разработке и апробации облучательной установки с УФ диодами для предпосевной обработки семян хвойных культур, снабжённой – для поддержания требуемой дозы УФ облучения – оригинальной микропроцессорной системой автоматического регулирования дозы.

Ключевые слова: микропроцессорная система, автоматическое регулирование дозы, УФ облучение семян, хвойные культуры, УФ диоды, доза УФ облучения.

Введение

Воздействие человека на природу не всегда положительно, и возникает необходимость в разработке и применении специальных мер для сохранения биологических ресурсов Земли, в том числе хвойных культур. В конце 1993 г. вступило в действие международное соглашение «Конвенция о биологическом разнообразии». В России основные положения Конвенции отражены в программах «Биологическое разнообразие лесов России» (1995) и «Леса России» (1997). Для реализации этих программ в 2006 г. был принят Лесной кодекс, в котором говорится, что для воспроизводства лесов должны использоваться лишь сортовые семена [1–3].

Из всего многообразия способов активации ростовых процессов семян мы выбрали предпосевную обработ-

ку, потому что этот способ основан на природных механизмах и, соответственно, не причиняет вреда здоровью людей и относительно дешёв. К тому же, анализ литературы показал, что обработка семян сельскохозяйственных растений УФ облучением (УФО) даёт положительные результаты, заключающиеся в повышении всхожести и сокращении расхода семян, получении дружных всходов [4–7].

Наиболее распространённые источники излучения для УФО – экологически опасные ртутные лампы НД и ВД, а возможность УФО с помощью современных УФ диодов (УФД), в том числе с использованием программируемых логических контроллеров для поддержания требуемой дозы УФО, изучена недостаточно. Особенно это касается УФО семян хвойных культур¹, и в первую очередь ели финской.

Известно, что механизм взаимодействия УФ излучения с семенами заключается в значительном ускорении синтеза функционально активных веществ путём активации фенольного метаболизма в клетках растений [10]. Поэтому исследования по повышению производительности лесных земель благодаря повышению всхожести посадочного материала с помощью предпосевного УФО семян деревьев и кустарников имеют большую научную и практическую перспективу. В то же время конкретные дозы УФО во многом носят региональный характер, так

как изменения, происходящие в растительных клетках под действием УФ излучения, зависят от вида ткани, стадии развития биологического организма, его генотипа, селекционного материала, а также от длительности периода облучения. Только малые дозы УФО, провоцируя свободнорадикальные реакции, ускоряют биосинтез ферментов [11].

В отношении семян ели финской влияние УФ излучения изучено недостаточно. Поэтому разработка экологичной (безртутной) УФ облучательной установки на базе УФД с микропроцессорной системой автоматического управления (МСАУ) дозой УФО для предпосевной обработки семян этой хвойной культуры – актуальная задача. Соответственно, целью настоящей работы была разработка такой облучательной установки, позволяющей экспериментально определять наиболее эффективную по всхожести семян ели дозу УФО.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи: 1) разработать УФ облучательную установку на базе УФД с МСАУ дозой УФО; 2) провести испытания этой установки на эффективность предпосевной обработки семян ели финской.

Основная часть

В работах проф. Д.А. Корепанова и его аспирантов по повышению грунтовой всхожести семян декоративных культур использовалась УФ КЛЛ типа *LH26-FS/BLB/E27* бренда «*Camelion*», с широким спектром излучения в зоне УФО-А (315–400 нм), [12–19]. А в наших опытах использовались УФД типа *3528 UV SMD LED* (полоса излучения 395–400 нм) бренда «*Hyelesiontek*» (табл. 1) и изучалось влияние на всхожесть семян ели финской, соответственно, крайнего правого участка этой зоны.

Для этого была разработана соответствующая УФ облучательная

¹ Хвойные культуры задерживают пыль в 30 раз больше, чем осина, в 12 раз больше, чем берёза, а фитонцидов выделяют в 2 раза больше, чем лиственные породы. Поэтому для озеленения городов более целесообразно использовать именно хвойные культуры – вечнозелёные, неприхотливые, более долговечные, чем лиственные, и сохраняющие свои декоративные свойства круглый год [8–10].

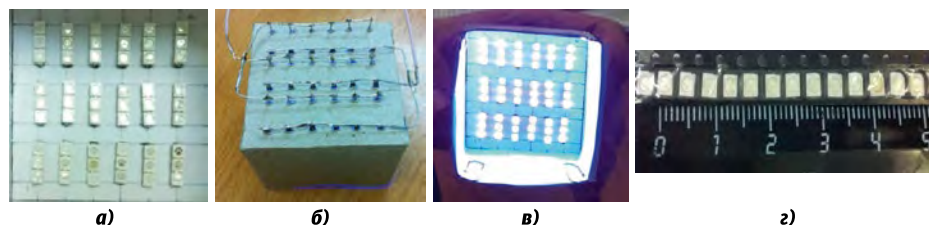


Рис. 1. Расположение (а), крепление и пайка (б), включённое состояние (в) и размеры (г) УФ диодов в облучательной установке

Таблица 1

Технические данные УФ диода

Производитель	<i>Hyelesiontek</i>
Диапазон длин волн, нм	395–400
Тип линзы	сферическая
Тип корпуса	<i>SMD3528</i>
Поток излучения, мВт	10
Напряжение на диоде, В	3,0–3,4
Ток диода, мА, менее	15
Размеры, мм	3,5 × 2,8 × 1,9



Таблица 2

Исследуемые дозы УФ облучения

Время экспозиции	Доза УФ облучения	Время экспозиции	Доза УФ облучения
мин	кДж/м ²	мин	кДж/м ²
Семена ели финской 2 класса качества		Семена сосны обыкновенной 3 класса качества	
18	11,9	18	11,9
22	14,5	25	16,5
26	17,2	30	19,8

Рис. 2. УФ облучатель и прибор «ТКА – ПКМ»

установка для обработки семян [19–21]. УФ облучатель установки (рис. 1 и 2) имел размеры 50×40×40 мм и общую мощность около 1,6 Вт. Для достаточно интенсивного и равномерного облучения в нём использовался модуль из 54 указанных маломощных УФД.

Для измерения облучённости на рабочей поверхности использовался прибор комбинированный «ТКА – ПКМ» (рис. 2). При высоте подвеса облучателя 2 см («рабочей») она составляла 1,6 Вт/м².

Таблица 3

Результаты экспериментов

Номер варианта	Время облучения, мин	Всхожесть, %	Плесень, %	Не взошло, %	Повышение всхожести, %
Семена ели финской 2 класса качества					
Контроль	0	62	4	38	-
2	18	86	0	14	+24
3	22	74	6	20	+12
4	26	80	4	16	+18

Далее, учитывая, что при облучении семян разных культур необходимо автоматически поддерживать наиболее эффективную для них дозу УФО, например, с помощью программируемых логических контроллеров, мы – на базе платы «*Arduino uno*» – создали МСАУ дозой УФО. В плату вмонтирован микроконтроллер *ATmega328*, достоинством которого является удобство написания алгоритма программы на ПК и удобство загрузки программы в микроконтроллер. В последний загружается протокол «*Firmata*» для коммуникации между микроконтроллером и программным обеспечением, установленным на ПК. Все исходные данные находятся в программе, написанной на ПК в среде программирования «*Processing*». ПК (посредством *USB*-интерфейса) обменивается данными с платформой «*Arduino*» и управляет микроконтроллером [19–24].

Для поддержания требуемой дозы УФО необходимо корректировать время работы УФО, для чего исполь-

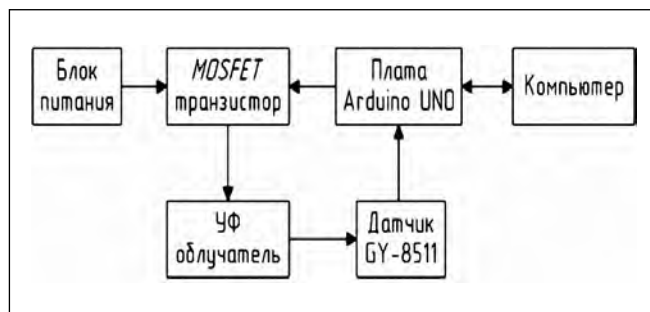


Рис. 3. Структурная схема микропроцессорной системы управления (МСАУ) дозой УФ облучения



Рис. 4. УФ облучательная установка:

а – семена подготовлены к облучению; б – УФ диоды включены и через мгновение лоток задвинется внутрь установки; в) идёт облучение семян

зается подходящий датчик излучения в указанном спектральном диапазоне, при помощи которого МСАУ (рис. 3) отслеживает изменение облучённости.

Для усиления сигнала применены полевые транзисторы (тип STP16NF06). Транзистор в зависимости от задания, которое ему передаёт микроконтроллер, управляет проходящим током, приводя этим в действие УФ облучатель [25–27]. В результате семена в этой компактной УФ установке (рис. 4) облучались.

Результаты и их обсуждение

Испытания энергоэффективной компактной и экологичной облучательной установки с УФ диодами проведены в январе 2017 г. в Автономном учреждении Удмуртской республики «Удмуртлес» на семенах ели финской и сосны обыкновенной. Количественные показатели энергии прорастания и всхожести семян определялись по ГОСТ 13056.6–97 «Семена деревьев и кустарников». Результаты приведены в табл. 2 и 3. Они показали, что

УФ излучение на длинах волн 395–400 нм положительно действует на семена ели финской, повышая её класс качества со 2-го в 1-й, а разработанная УФ облучательная установка является энергоэкономичной и экологичной (безртутной).

Заключение

Разработана энергосберегающая экологичная УФ облучательная установка с МСАУ дозой УФО, предназначенная для обработки семян перед посевом.

Выявлена наиболее эффективная доза УФО облучения, которая повышает класс качества семян.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Краснолуцкая М.Г., Кондратьева Н.П., Романов В.Ю., Чефранова М.Н., Нуреева Т.В., Корепанов Д.А. Большин Р.Г. Перспективы использования электротехнологии для повышения посевных качеств семян УФ излучением // Известия Международной академии аграрного образования. – 2015. – Т. 1, № 24. – С. 10–13.
2. Кондратьева Н.П., Духтанова Н.В., Краснолуцкая М.Г., Литвинова В.М., Большин Р.Г. Компактная светодиодная ультрафиолетовая облучательная установка для предпосевной обработки семян хвойных растений // Вестник ВИЭСХ. – 2017. – № 2 (27). – С. 62–69.
3. Краснолуцкая М.Г. Кондратьева Н.П., Белов В.В., Большин Р.Г. Электротехнологии и электрооборудование, обеспечивающие оптимальный состав фотосинтетически активной радиации для растений защищённого грунта // Известия Международной академии аграрного образования. – 2015. – Т. 1, № 25. – С. 111–114.
4. Краснолуцкая М.Г., Кондратьева Н.П., Большин Р.Г. Энергоэффективные энергосберегающие светодиодные облучательные установки // Вестник ВИЭСХ. – 2016. – № 3 (24). – С. 48–53.
5. Краснолуцкая М.Г. Кондратьева Н.П., Коломиец А.П., Большин Р.Г. Повышение эффективности светодиодный фитоустановок (LED-фитоустановок) в защищённом грунте // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 4 (49). – С. 59–69.
6. Стерхова Т.Н., Кондратьева Н.П., Корнаухов П.Д., Кондратьева М.Г. Триер с УФ излучателем / Патент № 2589781 РФ. 2016. Бюл. 10.
7. Васенев Е.А., Романов В.Ю., Корепанов Д.А., Кондратьева М.Г., Нигматуллин С.И. Механизм подъёма (опускания) источника излучения устройства для предпосевной обработки семян / Патент на ПМ № 150044 РФ. 2015. Бюл. 3.
8. Кондратьева Н.П., Корепанов Д.А., Краснолуцкая М.Г., Большин Р.Г. Предпосевная обработка семян декоративных растений хвойных пород ультрафиолетовым

излучением / Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2 (23). – С. 45–54.

9. Кондратьева Н.П., Краснолуцкая М.Г., Зембеков Ю.С., Большин Р.Г. Светодиодная УФ установка для облучения семян // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2017. – № 19. – С. 269–272.

10. Дубров А.П. Действие ультрафиолетовой радиации на растения. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 124 с.

11. Рогожин В.В. Физиолого-биохимические механизмы формирования гипобиотических состояний высших растений / Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Иркутск, 2000. – 59 с.

12. Корепанов Д.А., Романов В.Ю., Лоценов П.Ю., Богатырёв М.Д. Влияние длинноволнового УФ облучения на превышение посевных качеств семян PINUS SILVESTRIS L // Лесотехнический журнал. – 2014. – Т. 4, № 1(13). – С. 27–30.

13. Корепанов Д.А., Романов В.Ю., Васенев Е.А., Нигматуллин С.И. Установка для повышения посевных качеств семян длинноволновым УФ облучением // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2014. – № 1 (21). – С. 62–68.

14. Пигалин Д.И., Корепанов Д.А., Гончаров Е.А. Улучшение морфофизиологических показателей туи западной под влиянием УФ облучения / Международная молодёжная научная конференция по естественнонаучным и техническим дисциплинам «Научному прогрессу – творчество молодых»: материалы и доклады: в 3 частях. – Поволжский государственный технологический университет (Йошкар-ола), 2013.

15. Корепанов Д.А., Чиркова Н.М., Бывальцев А.В., Украинцев В.С. Повышение грунтовой всхожести семян декоративных растений УФ-облучением // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 3 (32). – С. 76–78.

16. Кондратьева Н.П., Корепанов Д.А., Бывальцев А.В., Перевозчиков Е.А. Ультрафиолетовое облучение семян декоративных растений туи западной и ели колочей // Известия Международной академии аграрного образования. – 2011. – № 12. – С. 13–15.

17. Украинцев В.С., Корепанов Д.А., Кондратьева Н.П., Бывальцев А.В. Влияние УФ облучения на повышение посевных качеств семян хвойных пород // Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о Земле. – 2011. – № 1. – С. 132–137.

18. Корепанов Д.А., Бывальцев А.В., Украинцев В.С., Караваяев Е.С. Повышением посевных качеств семян хвойных пород ультрафиолетовым облучением // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – № 4 (25). – С. 34–38.

19. Кондратьева Н.П., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г., Зембеков Ю.С. Энергосберегающая установка для УФ облучения семян перед посевом / Материалы XIII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электротехники и энергетики» в рамках IV Всероссийского светотехнического форума с международным участием / Отв. ред. О.Е. Железникова. – Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2017. – С. 40–45.

20. Кондратьева Н.П., Краснолуцкая М.Г., Зембеков Ю.С., Большин Р.Г. Светодиодная УФ установка для облучения семян / Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения: материалы международной научно-практической конференции. – Марийский государственный университет (Йошкар-Ола), 2017. – С. 269–271.

21. Кондратьева Н.П., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г., Ильясов И.Р., Зембеков Ю.С., Литвинова В.М. Разработка структурной схемы и алгоритма работы ультрафиолетовой светодиодной облучательной установки // Агротехника и энергообеспечение. – 2017. – № 3 (16). – С. 50–57.

22. Большин Р.Г., Ильясов И.Р., Кондратьева Н.П., Корепанов Р.И., Краснолуцкая М.Г., Литвинова В.М., Филатова О.М. Разработка микропроцессорной системы дозирования фотосинтетически активной радиации // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 9 (76). – С. 46–56.

23. Краснолуцкая М.Г. Программа для системы автоматического регулирования параметров микроклимата в помещениях / Свид. о гос. рег. программ для ЭВМ 2016617931 РФ, 2016.

24. Кондратьева Н.П., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г., Корепанов Р.И., Ильясов И.Р., Литвинова В.М., Сомова Е.Н. Результаты опытов по дозированию фотосинтетически активной радиации микропроцессорной системой, управляющей работой LED фитоустановками // Вестник ВИЭСХ. – 2017. – № 3 (28). – С. 56–64.

25. Кондратьева Н.П., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г., Корепанов Р.И., Ильясов И.Р., Батурин А.И., Литвинова В.М., Филатова О.М. Разработка микропроцессорных систем автоматического управления работой светодиодных облучательных установок // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 4 (53). – С. 72–80.

26. Кондратьева Н.П., Корепанов Р.И., Ильясов И.Р., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г., Сомова Е.Н., Маркова М.Г. Эффективность микропроцессорной системы

автоматического управления работой светодиодных облучательных установок / Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. Т. 12. № 3. С. 32–37.

27. Кондратьева Н.П., Владыкин И.Р., Баранова И.А., Юран С.И., Батурин А.И., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г. Разработка системы автоматического управления электрооборудованием для реализации энергосберегающих электротехнологий / Вестник НГИЭИ. 2018. № 6 (85). С. 36–49.



Большин Роман Геннадьевич,

кандидат техн. наук. Окончил в 2004 г. Ижевскую государственную сельскохозяйственную академию. Преподаватель Негосударственного

образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Учебно-научный инновационный центр «Омега» (НОУ ДПО «УНИЦ «Омега»). Область научных интересов: сельскохозяйственная светотехника, микропроцессорные системы управления, информационные системы, электробезопасность



Кондратьева Надежда Петровна,

доктор техн. наук, профессор. Окончила в 1978 г. Челябинский институт механизации и электрификации сельского хозяйства.

Зав. кафедрой «Автоматизированный электропривод» Ижевской государственной сельскохозяйственной академии (ИжГСХА). Имеет свою научную школу в области сельскохозяйственной светотехники и занимается разработкой энергосберегающих световых технологий для предприятий АПК. Имеет звание «Почётный работник высшего профессионального образования Российской Федерации»



Краснолуцкая Мария Геннадьевна,

кандидат техн. наук. В 2013 г. окончила ИжГСХА. Преподаватель НОУ ДПО «УНИЦ «Омега». Область научных интересов: сельскохозяйственная све-

тотехника, энергосбережение в светотехнике

Физики из МФТИ открыли в полупроводниках эффект, ранее считавшийся невозможным

Исследователи из МФТИ обнаружили, что суперинжекция возможна и в гомоструктурах. Это открывает принципиально новые возможности в создании световых источников. Игорь Храмцов и Дмитрий Федянин из лаборатории наноптики и плазмоники Центра фотоники и двумерных материалов МФТИ сделали открытие, позволяющее кардинальным образом изменить взгляд на принципы построения светоизлучающих устройств. Они выяснили, что для достижения суперинжекции достаточно использовать лишь один материал, причём можно использовать большинство известных полупроводников.

«Если в случае кремния и германия для суперинжекции требуются криогенные температуры, что ставит под вопрос ценность этого эффекта, то в таких материалах, как алмаз и нитрид галлия, сильная суперинжекция может наблюдаться уже при комнатной температуре», – отмечает Дмитрий Федянин.

Согласно опубликованной статье, суперинжекция в алмазном диоде позволяет превзойти предел максимальной, как ранее считалось, концентрации электронов в алмазе в 10 тысяч раз. Таким образом, на основе алмаза можно создать, например, ультрафиолетовые светодиоды, которые будут в тысячи раз ярче, чем предсказывали самые оптимистичные теоретические расчёты, выполненные ранее.

Благодаря тому, что суперинжекция может наблюдаться в гомоструктурах на основе многих полупроводниковых материалов – начиная от хорошо известных нитрида галлия и карбида кремния и заканчивая недавно открытыми двумерными материалами, – этот эффект открывает новые возможности для создания высокоэффективных синих, фиолетовых, ультрафиолетовых и белых светодиодов; источников излучения для оптической передачи данных по воздуху (Li-Fi); новых видов лазеров; передатчиков для квантового интернета; а также оптических устройств для ранней диагностики заболеваний.

www.naked-science.ru