

ВЛИЯНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА СВЕТА НА РАЗВИТИЕ ПЛОДОВЫХ ТЕЛ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ВЕШЕНКИ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

THE EFFECT OF THE SPECTRAL COMPOSITION OF LIGHT ON DEVELOPMENT OF THE FRUIT BODIES AND PRODUCTIVITY OF OYSTER MUSHROOMS IN LABORATORY AND INDUSTRIAL CONDITIONS

*E. Kulikova
S. Sashenkova
Yu. Koryagin
N. Koryagina*

Summary. The influence of light spectra on the productivity and morphology of oyster mushroom fruit bodies in laboratory and production conditions on industrial substrate blocks is considered. The stimulating effect of red spectrum light on productivity and the formation of fruit bodies of marketable quality is shown.

Keywords: oyster mushroom, light spectra, LED lamps, productivity, quality of fruit bodies.

Куликова Евгения Геннадьевна

Доцент, кандидат биол. наук
Пензенский государственный аграрный университет
kulikova.e.g@pgau.ru

Сашенкова Светлана Анатольевна

Доцент, кандидат биол.
Пензенский государственный аграрный университет
sashenkova.s.a@pgau.ru

Корягин Юрий Викторович

Доцент, кандидат с.-х. наук
Пензенский государственный аграрный университет
koryagin.y.v@pgau.ru

Корягина Наталья Викторовна

Доцент, кандидат с.-х.
Пензенский государственный аграрный университет
koryagina.n.v@pgau.ru

Аннотация. Рассмотрено влияние спектров света на продуктивность и морфологию плодовых тел вешенки обыкновенной в лабораторных и производственных условиях на промышленных субстратных блоках. Показано стимулирующее действие света красного спектра на продуктивность и формирование плодовых тел товарного качества.

Ключевые слова: вешенка обыкновенная, спектры света, светодиодные лампы, продуктивность, качество плодовых тел.

Свет имеет исключительное значение для растений, так как необходим в процессе фотосинтеза. В последнее десятилетие активно изучается влияние разных частей спектра света на сельскохозяйственные растения. Прежде всего, овощные и ягодные культуры, выращиваемые в теплицах. Показано положительное влияние на урожайность многих культур синей и красной частей спектра. [1] В тоже время отмечается, что красный свет стимулирует цветение и сокращает сроки плодоношения. [2] Очевидно, что механизмы светового воздействия на растения сложны и разнообразны.

Шляпочные грибы не являются фототрофными организмами, однако свет для них служит морфогенетическим фактором, с одной стороны, и может иметь

ингибирующее значение для роста мицелия, с другой. [3] Световое воздействие на мицелий в период роста сказывается на характере последующего плодоношения, в частности отмечается стимуляция начала плодоношения, но снижение урожайности под действием интенсивного освещения. [4,5] В литературе имеются сведения о изменении морфологии мицелиальных культур и их пигментации, появлении концентрических зон с разным развитием воздушного мицелия под действием периодического освещения в лабораторных условиях. [6,7]

Для некоторых видов проводились исследования по влиянию разных спектров света на рост и плодоношение. Например, для *Polyporus arcularius* наиболее эффективным фактором плодообразования яв-

Таблица 1. Продуктивность вешенки устричной под лампами разного спектра на лузге подсолнечника (средняя по повторениям)

Название лампы	1 волна			2 волна	Общая.	
	1 сбор	2 сбор	3 сбор	1 сбор	кг/блока	кг/м ²
Светодиодная GLP-FH1-20-B	2,09	0,51	1,15	0,20	3,95	11,85
Светодиодная GLP-FH1-20-R	1,93	0,93	1,71	0,45	5,02	15,06
Светодиодная GLP-GE1-18-41	0,18	2,75	2,03	0,12	5,08	15,24
НСП 05, ед.	0,542	0,321	0,318	0,642	1,211	1,014

лялось ультрафиолетовое облучение, а для вешенки (*Pleurotus ostreatus*) — монохроматический свет с длиной волны 550–660 нм. [3] По литературным данным освещенность 300–450 лк способствует образованию товарного соотношения шляпки плодового тела к ножке 1:2. Эта форма может быть достигнута или сокращением времени освещения с одновременным повышением интенсивности света или более длительным периодом освещения при меньшей интенсивности. При общей интенсивности освещенности 1700–1800 лк формируются плодовые тела неправильной формы, а уже при 3000 лк и более — нормальные по размеру [6].

При освещенности в 400–1000 лк во время формирования плодовых тел можно получить 3,5–3,9 кг/м². Режим освещения 12 часов при общей интенсивности 4800–12000 лк, а также 16 часов при общей интенсивности 9600 лк способствует росту урожайности плодовых тел вешенки до 4,0 кг/м² [8].

Однако, не смотря на наличие большого числа публикаций, влияние света на рост и развитие шляпочных грибов остается недостаточно изученным, особенно в плане объяснения механизма его действия.

Грибоводство — интенсивно развивающаяся отрасль сельского хозяйства, что объясняется высокой пищевой ценностью, относительно простой технологией, не зависящей от погодных условий и высокой урожайностью культивирования грибов. При выращивании зерновых удается собрать урожай в несколько десятков центнеров с 1 га в год, грибы же приносят с того же гектара — 12000 ц/год [9]. В тоже время технологии производства постоянно совершенствуются для повышения экономической эффективности и рентабельности производства. Поэтому изучение влияния разных спектров на рост и продуктивность вешенки обыкновенной является актуальным направлением исследований, учитывая, что лампы спецспектра широко используются в технологиях выращивания овощных культур в условиях защищенного грунта, а выращива-

ние вешенки используется многими хозяйствами как способ дополнительного использования производственных площадей.

Целью исследований являлось изучение влияния ламп спецспектра на продуктивность вешенки обыкновенной, выращенной на разных субстратах, качество плодовых тел и сроки плодоношения в лабораторных и производственных условиях.

Для этого применяли светильники ТМ «Green-LP», имеющие сертификат соответствия таможенного союза:

- GLP-FH-56-B (спектральный состав 660 нм-30%: 445 нм-70%),
- GLP-FH-56-R (спектральный состав 660 нм-70%: 445 нм-30%),
- GLP-GE1-18-41

Использовали готовые для промышленного выращивания инокулированные штаммом *Santana 35 P* (*Pleurotus ostreatus*) блоки разных производителей, состоящие из двух видов субстрата:

- ♦ на лузге подсолнечника (ИП Барканов С.Н. Саратовской области);
- ♦ на соломе пшеницы + лузге подсолнечника (ООО «Ботаник» Грибы» Пензенской области).

Вес блоков составлял 11–12 кг. Выращивание вешенки обыкновенной проводилось в камерах, оснащенных вышеописанными лампами, в условиях жилого помещения в зимний период с периодическим ручным проветриванием и увлажнением воздуха, при температуре 18–20°С. Повторность в опыте была четырехкратная. Включение и выключение ламп производилось с помощью таймера. Время работы с 5.00–20.00 (18 ч).

Продуктивность вешенки устричной под лампами разного спектра при 18-часовом освещении, выращенной на моносубстрате (лузга подсолнечника), была наибольшей при освещении лампами белого и красного

Таблица 2. Продуктивность вешенки устричной под лампами разного спектра на субстрате солома+лузга подсолнечника (средняя по повторениям)

Название лампы	1 волна		2 волна		общая	
	1 сбор	2 сбор	1 сбор	2 сбор	кг/блока	кг/м ²
Светодиодная GLP-FH1-20-B	0,91	1,34	0,98	0,71	3,94	11,82
Светодиодная GLP-FH1-20-R	1,11	1,14	0,12	2,21	4,58	13,74
Светодиодная GLP-GE1-18-41	1,51	1,08	0,72	0,71	4,02	12,06
НСП <i>ос</i> , ед.	0,521	0,219	0,350	0,915	0,643	0,816

Таблица 3. Продуктивность вешенки устричной под лампами разного спектра в производственных условиях

Название лампы	1 оборот	2 оборот	3 оборот	Средняя	
				кг/блока	кг/м ²
Люминисцентная NEL-D1-E130	2,36	3,11	2,60	2,69	8,07
Светодиодная GLP-FH1-20-R	2,54	3,47	2,73	2,88	8,64
НСП <i>ос</i> , ед.	0,223	0,337	0,518	0,151	0,481

спектра с наибольшей интенсивностью освещенности (9600 лк), различия между вариантами были в пределах ошибки. Под лампой с синим спектром (с интенсивностью освещенности 3200 лк) урожайность была наименьшей — 11,85 кг/м² (таблица 1).

На смешанном субстрате (солома+лузга) наименьший урожай также был получен под лампой синего спектра — 11,82 кг/м², наибольший — под лампой красного спектра (с интенсивностью освещенности 3500 лк) — 13,74 кг/м² (таблица 2).

Подавляющее действие ламп синего спектра было ранее установлено на овощных и зеленых культурах [10,11,12,13]. В тоже время имеются сведения о стимуляции плодоношения вешенки под действием синего света [14], что не нашло подтверждения в нашем эксперименте.

Отличительной особенностью плодоношения вешенки на моносубстрате из лузги подсолнечника в лабораторных условиях являлась отдача до 90% урожая в первую волну плодоношения. На смешанном субстрате рост вешенки был в первую и вторую волну более равномерным, однако общая урожайность оказалась несколько ниже, чем на моносубстрате.

Несмотря на то, что полученные данные говорят о зависимости продуктивности вешенки от вида субстрата, что согласуется с данными разных источников

[15,16], товарные качества грибов под лампами разного спектра заметно отличались. Плодовые тела с оптимальным соотношением ножки и шляпки, формы и цвета были получены под лампами красного спектра на обоих субстратах. Под лампами белого спектра друзья вешенки были разнообразной формы с большим количеством плодовых тел нетоварного качества. Под лампами синего спектра шляпки вешенки развивались частично и также имели нетоварный вид.

Анализируя урожайность грибов в лабораторных условиях под лампами разного спектра в целом необходимо отметить, что она составила 30–50% от массы блока при заявленных поставщиком 25–30%. Масса друз вешенки под лампами красного спектра была наибольшей и достигала 800–900 г.

Ориентируясь на результаты лабораторного опыта, в производственных условиях МУП «Зеленое хозяйство» г. Пенза был проведен эксперимент по изучению влияния на урожайность вешенки освещения лампами белого и красного спектра.

На предприятии используется четырехъярусная стеллажная система на пятиметровых рядах с двухсторонней установкой субстратных блоков. Между рядами установлены по 2 люминесцентных лампы. В опытном ряду они были заменены на 2 светодиодные GLP-FH1-20-R, показавшие наилучшие результаты в лабораторном опыте.

Анализ урожайности вешенки в производственных условиях (таблица 3) показал, что под светодиодными лампами красного спектра она была на 6,6% выше, чем под люминесцентными и составила в среднем за 3 оборота 2,88 кг с 10 кг субстрата. Однако это не подтвердило результаты лабораторного опыта, где прибавка составила 15–20%. Это может быть обусловлено достаточно низкой освещенностью из-за малого количества ламп в опыте и недостаточной продолжительностью их работы.

Необходимо отметить, что продуктивность вешенки под лампами красного спектра оказалась статистически более высокой только во втором обороте и по средним значениям. Таким образом, полученные результаты указывают на необходимость совершенствования технологии использования ламп спецспектра в производственных условиях. Необходим подбор оптимального количества ламп и продолжительности

освещения. Если в лаборатории общая продолжительность освещения составляла 18 часов, то в условиях производства 12–14 часов, что также, по нашему мнению, оказало влияние на показатели общей продуктивности вешенки обыкновенной.

Товарное качество плодовых тел под лампами с красным светом в производственном эксперименте так же как и в лабораторном было более высоким. Если при обычном освещении плодовые тела в одном сростке были разного размера, то в опытном варианте они отличались более равномерным ростом и оптимальным соотношением ножки к шляпке.

Полученные результаты указывают на влияние красного спектра на морфогенез плодовых тел грибов вешенки обыкновенной в плане оптимизации их роста и развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курьянова И.В., Олонина С.И. Оценка влияния различных спектров светодиодного светильника на рост и развитие овощных культур // Вестник НГИЭИ. 2017. № 7 (74). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vliyaniya-razlichnyh-spektrov-svetodiodnogo-svetilnika-na-rost-i-razvitie-ovoschnyh-kultur>
2. Яковцева М.Н. Фотоморфогенетическая регуляция роста и развития земляники садовой в условиях светокультуры. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. — Москва, 2017—156с.
3. Горовой Л.Ф. Влияние света на морфогенез шляпочных грибов. — Киев: Институт ботаники им. Г. Холодного, 1989. — 45 с.
4. Сметанина Л.Г. Усовершенствование технологических процессов выращивания вешенки обыкновенной. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. — Москва, 2013. — 23 с.
5. Протасова Н.Н. Значение отдельных участков спектра для фотосинтеза, роста и продуктивности растений (при облучении, выполненной по энергии или числу квантов). Информационный бюллетень «Тепличный сервис» / Н.Н. Протасова // 1995. — № 6–7. — с. 24–25
6. Поединок Л.Н. Использование искусственного света в биотехнологиях культивирования грибов // Biotechnology Acta. — 2013. — V.6, № 6. — P. 58–70. URL: <http://.researchgate.net/publication/294694251>
7. Бисько, Н.А. Биология и культивирование съедобных грибов рода вешенка / Н.А. Бисько, И.А. Дудка Киев: Наукова думка, 1987. — 148 с.
8. Вдовенко С.А. Влияние интенсивности освещения на урожайность вешенки обыкновенной // Вестник ОрелГАУ. 2013. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-intensivnosti-osvescheniya-na-urozhaynost-veshenki-obyknovennoy>
9. Рынок АПК [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <https://rynok-apk.ru/articles/actual/rynok-gribov>
10. Тихомиров, А.А. Спектральный состав света и продуктивность растений/ А.А. Тихомиров, Г.М. Лисовский, Ф.Я. Сидько. — Новосибирск, 2001. — 163с.
11. Большин Р.Г. Повышение эффективности облучения меристемных растений картофеля светодиодными (LED) фитоустановками // Дисс. На соиск. Уч. Ст. канд. техн. Наук/ М.: ГНУ ВИЭСХ. — 2016 г. — 148с.
12. Efficiency of an alternative LED-based grow light system / E.G. Kulikova, S.Y. Efremova, N. Politaeva, Y. Smyatskaya // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Kazan, 29 октября — 02 2018 года. Vol. 288. — Kazan: Institute of Physics Publishing, 2019. — P. 012064. — DOI 10.1088/1755-1315/288/1/012064. — EDN FLSPVR.
13. Modelling the effect of artificial lighting on plant growth / S.Y. Efremova, E.G. Kulikova, V.V. Konovalov, E.I. Tikhomirova // E3S Web of Conferences: International Conference on Efficient Production and Processing, ICEPP 2020, Prague, 27–28 февраля 2020 года. Vol. 161. — Prague: EDP Sciences, 2020. — P. 01114. — DOI 10.1051/e3sconf/202016101114. — EDN PCAWTP.
14. Сайт Вешенка эксперт. URL: <https://veshenka-expert.info/osveshhenie-dlja-veshenki/>
15. Морозов А.И. Выращивание вешенки — М.: ООО «Издательство АСТ»; Донецк: «Сталкер», 2003. — 46 с.
16. Алексеева, К.Л. Культивируемые грибы. Научно-производственный справочник / К.Л. Алексеева — Москва: РАСХН, 2000.

© Куликова Евгения Геннадьевна (kulikova.e.g@pgau.ru), Сашенкова Светлана Анатольевна (sashenkova.s.a@pgau.ru),

Корягин Юрий Викторович (koryagin.y.v@pgau.ru), Корягина Наталья Викторовна (koryagina.n.v@pgau.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»