

На правах рукописи

ГЛАДИН ДМИТРИЙ ВИКТОРОВИЧ

**СВЕТОДИОДНОЕ ЛОКАЛЬНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЯИЦ КУР**

06.02.10 – частная зоотехния, технология производства
продуктов животноводства

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Сергиев Посад, 2017 г

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении Федеральном научном центре «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук (ФНЦ «ВНИТИП» РАН)

Научный руководитель:

Кавтарашвили Алексей Шамилович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ

Официальные оппоненты:

Буяров Виктор Сергеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», профессор кафедры частной зоотехнии и разведения сельскохозяйственных животных

Еригина Римма Александровна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доцент кафедры частной зоотехнии

Ведущая организация:

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина»

Защита диссертации состоится «__» _____ 2017 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 006.006.01 при Федеральном государственном бюджетном научном учреждении Федеральном научном центре «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук (ФНЦ «ВНИТИП» РАН) по адресу: 141311, г. Сергиев Посад Московской области, ул. Птицеградская, д. 10; тел. 8(49654) 9-95-75, факс 8(496) 551-21-38, e-mail: dissovet@vnitip.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФНЦ «ВНИТИП» РАН www.vnitip.ru

Автореферат разослан «__» _____ 2017 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

Ленкова Татьяна Николаевна

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Интенсификация промышленного производства яиц в последние годы обусловила его высокую энергоемкость (В.И. Фисинин, 2003). При этом одним из наиболее энергоемких технологических процессов является освещение, на которое приходится значительная часть потребляемой электроэнергии (В.М. Давыдов и др., 2004., Н.В. Пигарев, 1988).

Свет является одним из важнейших элементов окружающей среды, оказывающих влияние на жизнеспособность и физиологическое состояние птицы (R. Parvin et al., 2014). Он является универсальным синхронизатором большинства биологических ритмов организма и используется в птицеводстве как фактор, регулирующий половое развитие птицы и стимулирующий ее рост и продуктивность (P.D. Lewis, T.R. Morris, 2000; А.Ш. Кавтарашвили и др., 2003).

Базисным источником света для птицы, разводимой в безоконных помещениях, является искусственное освещение, следовательно, источник, его спектр, интенсивность, а также режим освещения являются решающими факторами в интенсивном птицеводстве (R. Borille et al., 2013; W.B.V. Morrill et al., 2014; R. Parvin, et al., 2014).

Традиционно для освещения птицеводческих помещений, в основном, используют лампы накаливания и люминесцентные лампы (А.Ш. Кавтарашвили и др., 2009). При использовании указанных типов светильников освещенность в клетках, расположенных на разных ярусах клеточной батареи, варьирует в широком диапазоне (И.М. Новоселов, 2011). Установлено, что как повышенная, так пониженная освещенность вызывает у птицы состояние хронического стресса и, в конечном счете, приводит к снижению ее жизнеспособности и продуктивности. При этом более сильным стресс-фактором является чрезмерная освещенность (М.С. Найденский и др., 1989).

Большие перепады по освещенности и значительные суммарные затраты на электроэнергию при традиционных источниках света, а также Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ, устанавливающий ряд ограничений в области использования ламп накаливания, вынуждают птицеводческие предприятия провести модернизацию осветительных систем птичников, а исследователей – заняться разработкой новых энергосберегающих источников и способов освещения. Особенно повышенный интерес в последнее время появляется к светодиодным лампам, благодаря их высокой энергоэффективности (В. Huber-Eicher et al. 2013), большому сроку службы и доступности разной длины волны (M.G. Craford, 1985; M. Karakaya et al., 2009), низкому потреблению электроэнергии и незначительным затратам на обслуживание (I. Rozenboim et al., 1998). Начало промышленного производства осветительных систем со светодиодами ученые считают революционным прорывом в освещении жилых и животноводческих помещений (В.И. Фисинин, 2009, В. Фисинин и др., 2010).

Светодиодные светильники за счет высокоэффективных источников света – светодиодов и их направленных свойств позволяют значительно сни-

зитель потребление электроэнергии по сравнению с традиционными источниками света при сохранении нормативной освещенности (В. Huber-Eicher et al., 2013). Кроме того, одним из основных преимуществ светодиодов является их миниатюрность, это дает возможность обеспечения локального освещения птицы, позволяет создать одинаковую освещенность по всем ярусам клеточных батарей и снизить негативное воздействие различных стресс-факторов, а, следовательно, повысить сохранность поголовья, однородность стада по живой массе и развитию, продуктивность кур, снизить расклев и каннибализм (В. Фисинин и др., 2010).

В опытах, проведенных во ВНИТИП по изучению различных источников освещения, была показана высокая эффективность светодиодных источников белого холодного спектра при содержании яичных кур промышленного стада (А.Ш. Кавтарашвили и др., 2007, 2008, Е.Н. Новоторов и др.). Исследования по сравнительному изучению светодиодных источников белого теплого и белого холодного спектров освещения, а также способа их размещения при содержании яичных кур промышленного и родительского стада в клеточных батареях, в нашей стране и за рубежом не проводились и являются своевременными и актуальными.

Степень разработанности темы исследования. Проблемам освещения в яичном птицеводстве, посвящены многочисленные работы зарубежных и отечественных авторов (К.W. Rowland, 1985; В.М. Юрков, 1991; P.D. Lewis, 1999; А.А. Астраханцев, 2014; В. Faten et al., 2014; А.Ш. Кавтарашвили и др., 2014, 2015; Н.Л. Лопалева, 2015; V. Fisinin et al. 2014, 2016). Значительный вклад в разработку энергосберегающих режимов и систем освещения внесли Т. Morris (1988), М. Midgley (1988), Н.В. Пигарев (1987, 1988), М.А. Асриян (1992, 1987), А.Ш. Кавтарашвили (1999, 2007, 2013), R. Parvin (2014), Р.М. Славин (1983), А.П. Мазуха (1987) и др. Вместе с тем, ощущается недостаток как теоретических, так и практических исследований, направленных на изучение влияния светодиодных источников различного спектра освещения и способов их размещения в птичниках на жизнеспособность, продуктивность и воспроизводительные качества кур. Вышеизложенное обусловило выбор темы диссертационного исследования.

Цель и задачи исследований. Целью диссертационной работы являлось исследование и экспериментальное обоснование эффективности светодиодного локального освещения при производстве пищевых и инкубационных яиц кур. Для реализации этой цели были поставлены следующие задачи:

1) провести анализ современного состояния технологического освещения птичников при содержании кур промышленного стада в многоярусных клеточных батареях;

2) изучить влияние светодиодных источников белого теплого и белого холодного спектров освещения, а также способов их размещения на жизнеспособность и продуктивность яичных кур промышленного стада;

3) изучить влияние светодиодных источников белого теплого и белого холодного спектров освещения, а также способов их размещения на продук-

тивность и воспроизводительные качества яичных кур и петухов родительского стада;

4) провести производственную апробацию рационального спектра освещения и способа размещения светодиодных источников и определить экономическую эффективность их применения при производстве пищевых и инкубационных яиц кур.

Научная новизна. Научная новизна работы заключается в том, что впервые изучено влияние светодиодных источников белого теплого и белого холодного спектров освещения, а также способов их размещения в птичнике с клеточным оборудованием на жизнеспособность, продуктивность и воспроизводительные качества яичных кур; определена экономическая эффективность применения локального освещения светодиодными источниками белого теплого спектра при производстве пищевых и инкубационных яиц кур.

Теоретическая и практическая значимость работы обусловлена актуальностью исследуемой проблемы. Основные выводы и положения работы углубляют теоретическую базу исследования проблем совершенствования систем освещения, развивают методы оценки ее эффективности и уточняют методологию управления продуктивными и воспроизводительными качествами кур при интенсивном ведении птицеводства.

Практическая значимость исследований состоит в том, что внедрение локального освещения светодиодными источниками белого теплого спектра при производстве пищевых и инкубационных яиц кур позволяет повысить эффективность работы птицеводческих предприятий. Результаты исследований внедрены в птицеводческих хозяйствах ООО ППР «Свердловский» Свердловской области, ЗАО «Птицефабрика Дружба» Краснодарского края, вошли в монографии «Адаптивная ресурсосберегающая технология производства яиц» (2016) и «Промышленное птицеводство» (2016).

Методология и методы исследования. Объектом исследований являлись яичные куры промышленного и родительского стада кроссов «СП-789», «Хай-Лайн Браун», «Хайсекс Браун». Предметом исследований являлось изучение зависимости жизнеспособности, продуктивности и воспроизводительных качеств птицы, развития внутренних органов, морфологических, товарных и инкубационных качеств яиц, химических показателей яиц и печени от светодиодных источников белого теплого и белого холодного спектров освещения и способов их размещения в клеточных условиях содержания птицы. Методологической основой исследований явились научные разработки отечественных и зарубежных авторов по изучению эффективности различных источников и спектров освещения. В ходе выполнения работы использовали современные зоотехнические, биохимические, физиологические, экономические, статистические методы исследований.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1) современное состояние технологического освещения птичников при содержании кур в многоярусных клеточных батареях;

2) жизнеспособность и продуктивность яичных кур промышленного стада при использовании светодиодных источников белого теплого и белого холодного спектров освещения и разных способов их размещения;

3) продуктивность и воспроизводительные качества яичных кур и петухов родительского стада при использовании светодиодных источников белого теплого и белого холодного спектров освещения и разных способов их размещения;

4) экономическая эффективность использования светодиодных источников белого теплого спектра освещения и локального способа их размещения в клеточных батареях при производстве пищевых и инкубационных яиц кур.

Степень достоверности и апробации результатов. Исследования и производственные проверки проведены на большом поголовье кур согласно установленному плану. Объективность научных положений и выводов обосновывается использованием методов вариационной статистики при обработке экспериментальных данных.

Результаты диссертационной работы представлены и доложены на: XVII Международной конференции Российского отделения ВНАП (Сергиев Посад, 2012); 53-й конференции молодых ученых и аспирантов по птицеводству (Сергиев Посад, 2012); Международной научно-практической конференции молодых ученых (Орел, 2013); XIV Европейской конференции по птицеводству (Стафангард, Норвегия, 2014);

Публикация результатов исследований. По материалам диссертации опубликована 21 научная работа, в том числе 5 – в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 1 – патент и 1 – монография.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 178 страницах компьютерного текста, состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследований, результатов исследований, заключения, предложений производству, списка использованной литературы, включающего 205 источников, в том числе 106 зарубежных авторов. Работа иллюстрирована 45 таблицами, 26 рисунками, 11 приложениями.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Диссертационная работа выполнена в 2011–2015 годах в отделе технологии производства продуктов птицеводства ФНЦ «НИТИП» РАН, ООО «Чибаркульская птица» Челябинской области (рекогносцировочный опыт 1), виварии СГЦ «Загорское ЭПХ» Московской области (опыты 2 и 3), ЗАО «Птицефабрика Дружба» Краснодарского края (производственная проверка 1) и ППР «Свердловский» Свердловской области (производственная проверка 2) в рамках тематического плана «Разработать адаптивную ресурсосберегающую технологию производства куриных яиц» (№ гос. рег. 01201250228).

В первом рекогносцировочном опыте изучали современное состояние технологического освещения птичников при содержании кур промышленного стада в многоярусных клеточных батареях. Для этого были выбраны три идентичных типовых птичника (18 x 96 м) с четырехъярусным клеточным оборудованием производства фирмы «Big Dutchman».

В птичниках 1, 2, 3 для освещения использовали лампы накаливания мощностью 60 Вт (2700–3000 К), компактные люминесцентные лампы мощностью 11 Вт (4000 К) и светодиодные светильники мощностью 6 Вт (2800–3200 К), соответственно. Во всех помещениях источники света располагались на высоте 3 м от пола традиционным способом – горизонтально в проходах между клеточными батареями на расстоянии 3 м. Замеры освещенности проводили на уровне кормушек, на каждом ярусе под источником и между источниками освещения.

Во втором опыте изучали влияние светодиодных источников белого теплого и белого холодного спектров освещения, а также способов их размещения в птичнике с клеточным оборудованием на жизнеспособность и продуктивность яичных кур промышленного стада.

Для этого из 120-дневных ремонтных курочек кросса «СП 789» методом аналогов сформировали 4 группы, по 108 голов в каждой. Птицу до 410-дневного возраста содержали в клеточных батареях КОН по 6 голов в клетке.

Схема второго опыта представлена в табл. 1.

Таблица 1 – Схема второго опыта

Группа	Количество птицы в группе, голов	Способ освещения	Мощность светильника, Вт	Спектр освещения	Цветовая температура, К
1(к)	108	традиционный	6	белый теплый	3000
2(к)	108	традиционный	6	белый холодный	6000
3	108	локальный	0,24	белый теплый	3000
4	108	локальный	0,24	белый холодный	6000

В группах 1 и 2 применяли традиционный способ освещения (источники света находились строго по центру над проходом между клеточными батареями), а в группах 3–4 – новый способ локального освещения (светодиодные источники освещения располагались над кормушкой клеточной батареи).

В группах 1 и 3 использовали светодиодные светильники белого теплого спектра с цветовой температурой 3000 К, а в группах 2 и 4 – белого холодного спектра с цветовой температурой 6000 К. Во всех группах средняя освещенность на уровне кормушек была одинаковой и составляла 10 лк.

В третьем опыте изучали влияние светодиодных источников белого теплого и белого холодного спектров освещения, а также способов их размещения в птичнике с клеточным оборудованием на продуктивность и воспроизводительные качества яичных кур и петухов родительского стада.

Для этого из 120-дневных ремонтных курочек и петушков родительского стада кросса «СП 789» методом аналогов сформировали 4 группы. Птицу до 410-дневного возраста содержали в клеточных батареях КП-15.

Схема третьего опыта представлена в табл. 2.

В группах 1 и 2 применяли традиционный способ освещения (источники света находились в проходах между клеточными батареями), а в группах 3 и 4 – новый способ локального освещения (источники света находились внутри клетки). Во всех группах средняя освещенность на уровне кормушек была одинаковая и составляла 15 лк.

Таблица 2 – Схема третьего опыта

Группа	Количество птицы в группе, голов		Количество птицы в клетке, голов		Способ освещения	Мощность светильника, Вт	Спектр освещения	Цветовая температура, К
	♀	♂	♀	♂				
1(к)	68	6	34	3	традиционный	6	белый теплый	3000
2(к)	68	6	34	3	традиционный	6	белый холодный	6000
3	68	6	34	3	локальный	1,2	белый теплый	3000
4	68	6	34	3	локальный	1,2	белый холодный	6000

С целью подтверждения результатов опытов были проведены производственные проверки: в ЗАО «Птицефабрика Дружба» – на курах промышленного стада кросса «Хай-Лайн Браун» и ППР «Свердловский» – на птице родительского стада кросса «Хайсекс Браун». Для этого из 154-дневных ремонтных курочек промышленного стада и 150-дневных ремонтных курочек и петухов родительского стада методом аналогов сформировали по 2 группы – контрольную (базовый вариант) и опытную (новый вариант). Птицу промышленного стада содержали в клеточных батареях «Зуками» до 520-дневного возраста, а родительского стада – в клеточных батареях «Техна» до 504-дневного возраста (табл. 3 и 4).

В опытах и производственных проверках птицу содержали при одинаковом режиме прерывистого освещения (2С:5Т:3С:2Т:3С:9Т). Условия содержания и кормления, за исключением изучаемых факторов, были одинаковыми для птицы всех групп.

Таблица 3 – Схема производственной проверки на курах промышленного стада

Вариант	Количество птицы в группе, голов	Способ освещения	Мощность светильника, Вт	Спектр освещения	Цветовая температура, К
Базовый	58180	традиционный	6	белый теплый	3000
Новый	58180	локальный	0,24	белый теплый	3000

Таблица 4 – Схема производственной проверки на птице родительского стада

Вариант	Количество птицы в группе, голов		Способ освещения	Мощность светильника, Вт	Спектр освещения	Цветовая температура, К
	♀	♂				
Базовый	20889	2919	традиционный	6	белый теплый	3000
Новый	20900	2920	локальное	1,2	белый теплый	3000

При проведении исследований учитывали и определяли следующие показатели: сохранность поголовья, живую массу птицы, возраст кур при достижении различных уровней яйценоскости, яйценоскость и интенсивность яйценоскости на начальную и среднюю несущку, массу яиц, выход яичной массы на начальную и среднюю несущку, выход яиц по категориям (опыт 2), выход инкубационных яиц (опыт 3), инкубационные качества яиц – оплодотворенность, выводимость и вывод молодняка (опыт 3), потребление корма на 1 голову в сутки и затраты корма на единицу продукции; массу белка, желтка, скорлупы; толщину скорлупы и индекс формы яиц; содержание в скорлупе кальция, в желтке – каротиноидов, витаминов А, Е и В₂, в белке – витамина В₂; массу сердца, печени, яичника, яйцевода и длину яйцевода (опыт 2); содержание в печени протеина, липидов, каротиноидов, витаминов А, Е, В₂ (опыт 2); интенсивность освещения; расход электроэнергии на освещение; экономическую эффективность содержания кур промышленного и родительского стад.

Полученные экспериментальные данные обработаны методами вариационной статистики по Н.А. Плохинскому (1969), на персональном компьютере с использованием программы «Microsoft Excel».

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Опыт 1 (рекогносцировочный). Результаты первого рекогносцировочного опыта показали, что в многоярусных клеточных батареях для содержания кур промышленного стада при расположении источников света в проходах между батареями на высоте 3 м от пола на расстоянии 3 м, в условиях нормативной средней освещенности 10 лк, традиционные системы не обеспечивают оптимальную равномерность освещения – на уровне кормушек 4-, 3-, 2- и 1-го ярусов батареи средние его значения при использовании ламп накаливания составляют 18,5; 12,3; 6,3 и 1,0 лк, люминесцентных – 15,5; 12,8; 7,5 и 4,3 лк соответственно. Светодиодные светильники с углом половинной яркости 120° по сравнению с лампами накаливания и люминесцентными источниками света обеспечивают экономию электроэнергии в 10,0 и 1,8 раза и лучшую равномерность освещения в вертикальной (освещенность на уровне кормушек 4-, 3-, 2- и 1-го ярусов составила 11,8; 12,0; 9,0 и 6,8 лк соответственно) и несколько худшую в горизонтальной плоскости батареи (разности значения под источником и между источниками света на уровне кормушек 4-, 3-, 2- и 1-го ярусов составили 14,5; 10,0; 3,0 и 1,5 лк соответственно). Однако, установлено, что сокращение расстояния между светодиодными источниками с 3,0 до 1,5 м позволяет существенно улучшить равномерность освещения в горизонтальной плоскости – до разности значений освещенности под светильником и между светильниками до величины не более 0,7 лк, в отличие от максимальной для люминесцентных и ламп накаливания – 9 лк, а также светодиодных светильников, расположенных на расстоянии 3 м – 14,5 лк, при сохранении освещенности в вертикальной плоскости.

Полное устранение неравномерности освещения в многоярусных клеточных батареях как в вертикальной, так и горизонтальной плоскости возможно только при использовании локального светодиодного освещения.

3.2. Опыт 2. Результаты второго опыта показали (табл. 5), что наиболее высокая сохранность поголовья кур промышленного стада была при локальном освещении светодиодными светильниками белого теплого спектра с цветовой температурой 3000 К (опытная группа 3) – на 2,8–4,6% выше, чем в других группах. Наименьшим этот показатель был при традиционном способе освещения светодиодными светильниками белого-холодного спектра с цветовой температурой 6000 К (контрольная группа 2).

По живой массе куры, находившиеся при локальном освещении светодиодными источниками белого теплого спектра (опытная группа 3), превосходили кур других групп: в 20-недельном возрасте птицы на 0,5–4,5% ($P < 0,05$ по сравнению с группой 2), 30-недельном – на 6,9–9,1% ($P < 0,01$ – $0,001$ по сравнению с группами 1, 2 и 4), 40-недельном – на 3,0–8,1% ($P < 0,01$ по сравнению с группой 2), 50-недельном – на 0,6–7,5% ($P < 0,05$ по сравнению с группой 2) и в 59-недельном возрасте – на 2,2–2,7%.

Локальное освещение светодиодными светильниками белого теплого спектра (опытная группа 3) способствовало более быстрому достижению курами 25-, 50-, 75%-ной яйценоскости, соответственно, на 3, 4–9 и 7–9 суток

раньше, чем в других группах. Позже всех пика продуктивности достигли куры контрольной группы 2 – на 9–12 суток позже, чем в группах 1, 3 и 4, которые между собой отличались несущественно.

Таблица 5 – Основные зоотехнические показатели кур (опыт 2)

Показатель	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
Сохранность поголовья за период 120-410 дней, %	90,7	88,9	93,5	89,8
Живая масса (г) в возрасте кур, недель:				
20	1383±16,7	1343±19,8	1403±13,8	1396±19,0
30	1511±23,4	1488±24,8	1615±21,5	1480±23,0
40	1613±28,3	1540±40,8	1664±23,8	1615±29,2
50	1624±30,8	1565±45,5	1682±28,9	1672±36,6
59	1661±41,3	1668±46,5	1704±29,4	1660±39,8
Возраст кур (сутки) при достижении различной яйценоскости, %:				
5	135	137	135	134
25	141	141	138	141
50	145	150	141	145
75	154	155	146	153
пик	170	181	172	169
Яйценоскость (шт.) на несушку:				
начальную	206,9	195,8	227,2	212,2
среднюю	214,3	207,6	233,7	223,9
Средняя масса яиц, г	58,0±0,27	58,6±0,29	59,7±0,21	59,1±0,27
Выход яиц по категориям, %:				
высшая	0,6	0,7	1,8	1,2
отборная	16,1	20,0	22,1	19,6
1	28,0	29,9	35,3	33,4
2	24,3	23,6	17,1	20,0
3	24,5	18,4	17,0	18,8
Бой и насечка	6,5	7,4	6,7	7,0
Выход яичной массы (кг) на несушку:				
начальную	12,10	11,60	13,65	12,64
среднюю	12,5	12,3	14,05	13,34
Затраты корма (кг):				
на 10 яиц	1,40	1,45	1,28	1,34
на 1 кг яичной массы	2,39	2,44	2,13	2,24

В результате в опытной группе 3 в расчете на начальную и среднюю несушку было получено, соответственно, на 7,1–16,0 и 4,4–12,6% больше яиц, чем в других группах. Наименьшими эти показатели были в контрольной группе 2.

В опытной группе 3 также зафиксирована наиболее высокая масса яиц – на 1,0–2,9% выше, чем в других группах. Минимальным этот показатель был в контрольной группе 1 – на 1,0% ниже, чем в контрольной группе 2. Разность статистически достоверна между группами 3 и 1 ($P<0,001$), 4 и 1 ($P<0,01$), 3 и 2 ($P<0,01$).

От массы яйца напрямую зависит выход яиц по категориям, что, в конечном счете, отражается на реализационной цене производимой продукции. Так, в связи с более высокой массой яиц в опытной группе 3 было получено яиц высшей, отборной и первой категории, соответственно, на 0,6–1,2; 2,1–6,0 и 1,9–7,3% больше по сравнению с другими группами. Самыми низкими эти показатели были в контрольной группе 1. Максимальный выход яиц второй и третьей категории отмечен в контрольной группе 1 – на 0,7–7,2 и 5,7–7,5% больше, чем в группах 2–4, соответственно. По количеству поврежденных яиц группы различались незначительно.

Наибольшая яйценоскость и масса яиц обусловили максимальный выход яичной массы на начальную и среднюю несушку в опытной группе 3 – на 8,0–17,7 и 5,3–14,2%, соответственно, выше, чем в других группах. Наименьшими эти показатели были в контрольной группе 2, соответственно, на 4,1 и 1,6% ниже, чем в контрольной группе 1.

Поскольку птицу всех групп кормили по рекомендуемым нормам, расход корма на 1 голову в сутки во всех группах был идентичным и в среднем за период 141–410 суток жизни кур составил 110,9 г. В то же время наименьшие затраты корма на 10 яиц и 1 кг яичной массы отмечены в опытной группе 3, соответственно, на 4,5–11,7 и 4,9–12,7% ниже, чем в остальных группах. Наибольшими эти показатели были в контрольной группе 2 – на 3,6 и 2,1% выше, чем в контрольной группе 1.

Морфологический (табл. 6) и химический анализ яиц показал, что в среднем за продуктивный период по абсолютной и относительной массе (к массе яиц) белка и желтка и скорлупы, толщине скорлупы, отношению массы белка и желтка яиц; по содержанию в скорлупе кальция (37,13–37,43 %), в желтке – каротиноидов (12,1–12,7 мкг/г), витаминов А (7,09–7,53 мкг/г) и В₂ (5,72–5,88 мкг/г), в белке – витамина В₂ (3,73–3,91 мкг/г) группы различались незначительно, разности были статистически недостоверны.

Таблица 6 – Морфологические показатели яиц (опыт 2)

Показатель	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
Масса:				
белка, г	37,2±0,61	36,5±0,47	37,7±0,50	36,8±0,51
%	62,6	62,2	62,6	62,3
желтка, г	15,8±0,40	15,8±0,42	16,2±0,41	15,8±0,48
%	26,6	26,9	26,9	26,7
скорлупы, г	6,4±0,10	6,4±0,11	6,3±0,10	6,5±0,09
%	10,8	10,9	10,5	11,0
Толщина скорлупы, мкм	362±3,2	360±3,7	361±3,3	362±2,7
Отношение массы белка и желтка	2,35	2,31	2,33	2,33

Результаты анатомической разделки кур (табл.7) показали, что во все возрастные периоды лучшим развитием воспроизводительных органов характеризовались куры, находившиеся при локальном светодиодном освещении (опытные группы 3 и 4), нежели при традиционном способе (контрольные группы 1 и 2), при белом теплом спектре (группы 1 и 3), чем при белом холодном (группы 2 и 4).

Таблица 7 – Результаты анатомической разделки тушек кур (опыт 2)

Показатель	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
Возраст 20 недель				
Масса:				
сердца, г	5,1±0,36	4,9±0,35	5,5±0,5	5,3±0,15
%	0,37	0,36	0,39	0,38
печени, г	24,8±0,64	22,7±2,03	26,8±1,07	25,5±1,56
%	1,80	1,68	1,88	1,82
яичника, г	32,4±0,78	25,8±5,0	37,3±2,19	36,5±2,68
%	2,35	1,91	2,62	2,61
яйцевода, г	44,8±1,77	39,1±1,91	49,7±3,73	46,3±2,63
%	3,25	2,90	3,49	3,31
Длина яйцевода, см	57,3±3,71	55,7±6,69	61,7±3,28	59,0±1,0
Возраст 40 недель				
Масса:				
сердца, г	6,2±0,45	5,8±0,09	6,8±0,35	6,5±0,57
%	0,40	0,38	0,41	0,41
печени, г	38,9±17,08	40,6±2,46	39,4±0,62	37,2±3,46
%	2,49	2,68	2,37	2,33
яичника, г	42,5±9,12	40,0±5,67	51,03±1,23	48,4±3,8
%	2,72	2,18	3,07	3,02
яйцевода, г	54,6±15,68	49,2±8,33	64,0±11,78	60,03±0,69
%	3,50	2,00	3,85	3,75
Длина яйцевода, см	59,3±20,7	56,8±16,32	65,2±1,15	62,0±3,21
Возраст 59 недель				
Масса:				
сердца, г	7,1±0,96	7,0±0,67	6,9±0,3	6,7±0,27
%	0,43	0,42	0,41	0,40
печени, г	39,4±4,37	43,0±2,32	39,4±3,8	37,8±1,56
%	2,39	2,61	2,32	2,28
яичника, г	46,2±6,97	42,5±2,52	52,4±3,47	49,5±7,72
%	2,80	2,15	2,96	2,86
яйцевода, г	55,8±8,94	51,5±9,87	66,9±4,13	62,0±2,4
%	3,38	2,52	3,82	3,37
Длина яйцевода, см	62,0±5,51	57,0±9,5	67,7±4,98	63,9±7,55

Что касается сердца и печени, то в начале продуктивного периода (20 недель) более высокую абсолютную и относительную массу (к живой массе) этих органов имели куры, находившиеся при локальном светодиодном освещении, чем при традиционном способе освещения, причем при белом теплом спектре выше, чем при белом холодном.

В 40-недельном возрасте превосходство кур, находившихся при локальном светодиодном освещении, по абсолютной и относительной массе сердца сохранялось, в то время как по абсолютной и относительной массе печени различия между группами нивелировались.

В конце опытного периода (59 недель) куры, находившиеся при традиционном способе освещения (контрольные группы 1 и 2) по абсолютной и относительной массе сердца и печени несколько превосходили кур из групп 3 и 4, которые находились при локальном освещении.

Разности между группами по изученным показателям во все возрастные периоды были статистически недостоверны.

Таким образом, по результатам второго опыта можно заключить, что при содержании яичных кур промышленного стада в клеточных батареях использование светодиодных источников белого теплого спектра освещения с цветовой температурой 3000 К и локальном способе их размещения (опытная группа 3) по сравнению с контрольными группами 1 и 2, где применялись светодиодные источники белого теплого (3000 К) и белого холодного (6000 К) спектров освещения и традиционный способ их размещения позволило повысить сохранность поголовья на 2,8–4,6%, яйценоскость на начальную и среднюю несущку – на 9,8–16,0 и 9,1–12,6%, массу яиц – на 1,9–2,9 %, выход яиц высшей, отборной и первой категории – на 1,1–1,2, 2,1–6,0 и 5,4–7,3%, выход яичной массы на начальную и среднюю несущку – на 12,8–17,8 и 12,4–14,2% при снижении затрат корма на 10 яиц и 1 кг яичной массы – на 8,6–11,7 и 10,9–12,7% соответственно.

3.3. Опыт 3. Результаты третьего опыта (табл. 8) показали, что самая высокая сохранность кур была зарегистрирована в группах 1 и 3 при освещении светодиодными светильниками белого теплого спектра – на 1,5–3,0 и 4,4–5,9% выше, чем в группах 2 и 4, соответственно, находящимися при освещении светодиодными светильниками белого холодного спектра. В опытных группах 3 и 4 при локальном способе освещения сохранность кур была на 2,9 и 1,5% выше, чем в соответствующих контрольных группах 1 и 2 при традиционном способе освещения. Наименьшим этот показатель был при традиционном способе освещения светодиодными светильниками белого холодного спектра (контрольная группа 2). Сохранность петухов во всех группах была 100%-ной.

В 20-недельном возрасте куры групп 1 и 3, которые освещались светодиодными светильниками белого теплого спектра традиционным и локальным способом, превосходили по живой массе своих сверстниц из групп 2 и 4, которые освещались, соответственно, этими же способами белым холодным

спектром. Разность статистически достоверна между группами 1 и 4 ($P<0,001$); 3 и 2 ($P<0,05$) и 3 и 4 ($P<0,001$).

В 30- и 40-недельном возрасте птицы опытная группа 3 продолжала превалировать по живой массе над остальными группами на 0,9–4,2 и 1,0–4,2 %. В 30-недельном возрасте наименьшим этот показатель был в опытной группе 4, а в 40-недельном возрасте – в контрольной группе 2. Разность была статистически достоверна между группами 3 и 2 ($P<0,05$); 3 и 4 ($P<0,01$) в 30-недельном возрасте кур, в 40-недельном возрасте – между группами 3 и 2, 4 ($P<0,05$).

Таблица 8 – Основные зоотехнические показатели птицы (опыт 3)

Показатель	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
Сохранность поголовья за период 120–410 дней, %:				
кур	91,2	88,2	94,1	89,7
петухов	100	100	100	100
Живая масса (г) кур в возрасте, недель:				
20	1385±14,3	1347±15,4	1388±11,1	1314±11,9
30	1533±19,2	1493±18,7	1547±14,4	1485±18,3
40	1589±18,8	1555±21,6	1621±20,2	1563±20,8
50	1587±19,4	1567±29,8	1663±22,2	1669±29,2
59	1583±18,7	1580±22,5	1671±26,7	1673±19,0
Возраст кур (сут.) при достижении различной яйценоскости, %:				
5	135	137	134	136
25	141	141	139	140
50	145	149	141	143
75	154	156	154	154
пик	181	181	165	169
Яйценоскость (шт.) на несушку:				
начальную	203,2	190,6	224,8	210,5
среднюю	211,3	203,2	231,6	221,3
Средняя масса яиц, г	59,5±0,32	58,3±0,34	59,9±0,29	59,4±0,30
Затраты корма на 10 яиц, кг	1,55	1,61	1,41	1,48
Выход инкубационных яиц, %	88,7	86,3	89,5	86,4
Инкубационные качества яиц, %:				
оплодотворенность	94,7	94,0	96,7	95,7
выводимость	87,3	87,6	87,2	87,8
вывод цыплят	82,7	82,3	84,3	84,0

В 50-недельном возрасте живая масса кур в опытных группах 3 и 4 nivelировалась и до конца продуктивного периода находилась на одном уровне при их превосходстве над контрольными группами. Разность по живой массе кур в 50-недельном возрасте была достоверна между группами 3, 4 и 1, 2

($P < 0,05$), 59-недельном возрасте – между группами 3 и 1 ($P < 0,01$); 3 и 2 ($P < 0,05$); 4 и 1, 2 ($P < 0,01$).

Установлено, что куры при локальном способе освещения (группы 3 и 4) раньше достигли 5-, 25-, 50%-ной и пика яйценоскости, чем при традиционном способе (контрольные группы 1 и 2), при белом теплом спектре светодиодного освещения (группы 1 и 3) раньше, чем при белом холодном (группы 2 и 4). Среди подопытных групп на 1–3, 1–2, 2–8 и 4–16 суток раньше других указанных уровней яйценоскости достигли куры опытной группы 3.

В результате за период 140–410 суток жизни птицы по яйценоскости на начальную и среднюю несущку опытные группы 3 и 4 превосходили контрольные группы 1 и 2. Наибольшим этот показатель был в опытной группе 3 – на 6,8–17,9 и 4,7–14,0% выше, чем в других группах. Наименьшая яйценоскость на начальную несущку отмечена при использовании белого холодного спектра и традиционного способа освещения (контрольная группа 2). Значительное превосходство опытной группы 3 над другими группами можно объяснить как более высокой яйценоскостью, так и лучшей сохранностью птицы в этой группе.

Более высокая яйценоскость кур опытной группы 3 обусловила снижение затрат корма на 10 яиц на 4,7–12,4% по сравнению с другими группами. Самым высоким этот показатель был в контрольной группе 2 при белом холодном спектре и традиционном способе светодиодного освещения – на 3,9% больше, чем в контрольной группе 1.

Самая низкая масса яиц была в контрольной группе 2 – на 1,9–2,7% ($P < 0,05–0,01$) ниже, чем в других группах, которые между собой по данному показателю различались несущественно.

В среднем за период 171–410 суток племенного периода по выходу инкубационных яиц доминировала опытная группа 3, разница по сравнению с другими группами составила 0,8–3,2%. Минимальные значения этого показателя были зафиксированы в группах 2 и 4 при белом холодном спектре светодиодного освещения – на 2,4 и 2,3% ниже, чем в контрольной группе 1.

Максимальные значения оплодотворенности яиц и вывода цыплят отмечены в опытной группе 3 – на 1,0–2,7 и 0,3–2,0%, соответственно, выше, чем в других группах. Наименьшими эти показатели были в контрольной группе 2 при традиционном освещении светодиодными светильниками белого холодного спектра. По выводимости яиц группы практически не различались.

Результаты морфологического и химического анализа яиц (табл. 9 и 10) показали, что в среднем за продуктивный период по абсолютной и относительной массе (к массе яиц) белка, желтка и скорлупы, толщине скорлупы и индексу формы яиц; по содержанию в скорлупе кальция, в желтке – каротиноидов, витаминов А и В₂; в белке – витамина В₂ различия между группами были незначительны и находились в пределах ошибки анализа.

Таким образом, анализируя результаты третьего опыта, можно констатировать, что при содержании яичных кур и петухов родительского стада в клеточных батареях использование светодиодных источников белого теплого спектра освещения с цветовой температурой 3000 К и локального способа их

размещения (группа 3) по сравнению с контрольными группами 1 и 2, в которых применяли светодиодные источники белого теплого (3000 К), белого холодного (6000 К) спектра освещения и традиционный способ их размещения позволило повысить сохранность поголовья на 2,9–5,9%, яйценоскость на начальную и среднюю несущку – на 10,6–17,9 и 9,6–14,0%, массу яиц – на 0,7–2,7%, выход инкубационных яиц – на 0,8–3,2%, оплодотворенность яиц – 2,0–2,7%, вывод цыплят – на 1,6–2,2% при снижении затрат корма на 10 яиц на 9,0–12,4%, соответственно.

Таблица 9 – Морфологические показатели яиц (опыт 3)

Показатель	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
Масса:				
белка, г	37,7±0,52	37,4±0,55	38,2±0,52	37,7±1,53
%	62,6	62,9	62,8	63,0
желтка, г	16,1±0,31	15,8±0,35	16,3±0,26	15,9±0,31
%	26,7	26,6	26,8	26,6
скорлупы, г	6,4±0,08	6,3±0,15	6,3±0,08	6,2±1,53
%	10,6	10,6	10,4	10,4
Толщина скорлупы, мкм	364±4,3	362±3,8	363±3,9	364±4,2
Индекс формы яиц, %	75,7±0,34	76,2±0,37	76,7±0,39	76,3±0,35

Таблица 10 – Результаты химического анализа яиц (опыт 3)

Показатель	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
Содержание:				
в скорлупе кальция, %	37,3	37,5	37,3	37,7
в желтке, мкг/г:				
каротиноидов	12,3	12,6	12,1	12,2
витамина А	7,37	6,25	7,29	6,98
витамина В ₂	5,46	5,52	5,80	5,23
в белке витамина В ₂ , мкг/г	3,18	3,23	3,30	3,04

4. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОВЕРКА

Результаты производственной проверки на курах промышленного стада (табл. 11) показали, что новый способ локального освещения светодиодными светильниками белого теплого спектра по сравнению с традиционным способом позволил повысить сохранность поголовья на 2,1%, яйценоскость на

начальную и среднюю несущку – на 6,4 и 4,7%, массу яиц – на 2,6%, выход яичной массы на начальную и среднюю несущку – на 9,1 и 7,4%; снизить затраты корма на 10 яиц и 1 кг яичной массы на 4,5 и 6,2%, себестоимость яиц – на 1,6%, соответственно.

Таблица 11 – Результаты производственной проверки
(промышленное стадо)

Показатель	Вариант	
	базовый	новый
Сохранность поголовья, %	96,0	98,1
Яйценоскость на 1 несущку, шт.:		
начальную	306,2	325,7
среднюю	322,7	338,0
Средняя масса яиц, г	62,6	64,2
Выход яичной массы на 1 несущку, кг:		
начальную	19,17	20,91
среднюю	20,20	21,70
Затраты корма:		
на 10 штук яиц, кг	1,32	1,26
на 1 кг яичной массы, кг	2,09	1,96
Расход средств на источники освещения и монтаж в расчете на птичник 18x96 м, руб.	278 000	791 200
Себестоимость 10 штук яиц, руб.	30,37	29,88
Средняя реализационная цена 10 штук яиц, руб.	33,29	33,46
Прибыль, тыс. руб.	5203,1	6781,7
Рентабельность производства яиц, %	9,62	11,98
Экономический эффект (руб.) в расчете:		
на птичник 18 x 96 м	-	1 250 776
на 1 начальную несущку	-	21,5
на 1000 яиц	-	66,0

За продуктивный период кур в новом варианте по сравнению с базовым прибыль была на 30,3%, а рентабельность производства – на 2,36% выше при экономическом эффекте в расчете на птичник 18 x 96 м 1250,8 тыс. руб., или 21,5 и 66,0 руб. в расчете на 1 начальную несущку и 1000 яиц соответственно.

Результаты производственной проверки на птице родительского стада (табл. 12) показали, что новый способ локального освещения светодиодными светильниками белого теплого спектра по сравнению с традиционным способом позволил повысить сохранность поголовья на 2,4%, яйценоскость на начальную и среднюю несущку – на 7,2 и 4,7%, массу яиц – на 0,3%, выход инкубационных яиц – на 0,3%, оплодотворенность яиц – на 1,3%, вывод цыплят – на 1,5%, выход цыплят на 1 начальную несущку – на 9,7%; снизить затраты корма на 10 яиц – на 4,2%, себестоимость яиц – на 5,3%.

За продуктивный период в новом варианте по сравнению с базовым прибыль была на 27,5%, а рентабельность производства – на 7,3% выше при экономическом эффекте в расчете на птичник 18 х 96 м 1634,9 руб., или 78,22 и 264,0 рублей в расчете на 1 начальную несушку и 1000 яиц соответственно.

Таблица 12 – Результаты производственной проверки
(родительское стадо)

Показатель	Вариант	
	базовый	новый
Сохранность поголовья, %:		
петухов	93,3	93,6
кур	91,9	94,3
Яйценоскость на 1 несушку, шт.:		
начальную	276,3	296,3
среднюю	295,5	309,4
Средняя масса яиц, г	61,4	61,7
Выход яиц, %:		
инкубационных	87,0	87,3
товарных	13,0	12,7
Затраты корма на 10 шт. яиц, кг	1,42	1,36
Оплодотворенность яиц, %	95,8	97,1
Выводимость яиц, %	82,1	82,8
Вывод цыплят, %	78,6	80,1
Получено цыплят на 1 начальную несушку, голов	188,9	207,2
Себестоимость 10 штук яиц, руб.	48,29	45,75
Реализационная цена, руб.:		
10 штук инкубационных яиц	66	66
10 штук товарных яиц	37	37
средняя	62,2	62,3
Прибыль, тыс. руб.	8048,4	10261,8
Рентабельность производства яиц, %	28,9	36,2
Экономический эффект (руб.) в расчете:		
на птичник 18 х 96 м	-	1 634 865
на 1 начальную несушку	-	78,22
на 1000 яиц	-	264,0

Таким образом, производственные проверки на курах промышленного и родительского стада полностью подтвердили результаты опытов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Традиционные системы технологического освещения не обеспечивают оптимальную равномерность освещения в многоярусных клеточных батареях птичника промышленного стада кур-несушек – в условиях заданной нормативной освещенности 10 лк, на уровне кормушек 4-, 3-, 2- и 1-го ярусов батареи средние ее значения при использовании ламп накаливания составляют 18,5; 12,3; 6,3 и 1,0 лк, люминесцентных – 15,5; 12,8; 7,5 и 4,3 лк соответственно.

2. Светодиодные источники света с углом половинной яркости 120° по сравнению с люминесцентными и лампами накаливания при их расположении в проходах между батареями на расстоянии 3 м и высоте 3 м от пола и в условиях заданной нормативной освещенности 10 лк обеспечивают лучшую ее равномерность в вертикальной (освещенность на уровне кормушек 4-, 3-, 2- и 1-го ярусов составила 11,8; 12,0; 9,0 и 6,8 лк, соответственно) и несколько худшую в горизонтальной плоскости батареи (разности значения под источником и между источниками света на уровне кормушек 4-, 3-, 2- и 1-го ярусов составили 14,5; 10,0; 3,0 и 1,5 лк, соответственно).

3. Сокращение расстояния между светодиодными источниками с 3,0 до 1,5 м позволяет существенно улучшить равномерность освещения в горизонтальной плоскости – под светильником и между светильниками на 4-, 3-, 2- и 1-го ярусов батареи до разности значений 0,7; 0,3; 0,0 и 0,6 лк, соответственно, при сохранении освещенности в вертикальной плоскости.

4. Полное устранение неравномерности освещения в многоярусных клеточных батареях как в вертикальной, так и горизонтальной плоскости возможно только при использовании локального светодиодного освещения.

5. При содержании кур промышленного и родительского стада в клеточных батареях наиболее эффективными являются светодиодные источники белого теплого спектра и локальный способ освещения.

6. Локальное освещение светодиодными источниками белого теплого спектра оказывает положительное влияние на жизнеспособность кур. Сохранность поголовья промышленного и родительского стада увеличилась на 2,8–4,6 и 2,9–5,9% по сравнению с традиционным способом освещения светодиодными источниками белого теплого (контрольная группа 1) и белого-холодного (контрольная группа 2) спектров, соответственно.

7. Применение локального освещения светодиодными источниками белого теплого спектра позволяет повысить живую массу кур промышленного и родительского стада в 20-недельном возрасте на 1,4–4,5 и 0,2–3,0 %, 30-недельном – на 6,9–8,5 и 0,9–3,6 %, 40-недельном – на 3,2–8,1 и 2,0–4,2 %, 50-недельном – на 3,6–9,2 и 4,8–6,1 % и в 59-недельном возрасте – на 2,2–2,6 и 5,6–5,38 %, соответственно, по сравнению с традиционным освещением.

8. Локальное освещение светодиодными источниками белого теплого спектра способствует более раннему половому созреванию птицы – куры промышленного и родительского стада на 4–9 и 4–8 суток, соответственно, раньше достигают 50%-ной интенсивности яйценоскости, чем в контрольных

группах, что подтверждается и лучшим развитием их репродуктивных органов.

9. За счет быстрого нарастания яйценоскости, более высоком ее пике, а также устойчивой яйцекладки при локальном освещении светодиодными светильниками белого теплого спектра по сравнению с контрольными группами увеличивается яйценоскость в расчете на начальную и среднюю несушку у кур промышленного стада – на 9,8–16,0 и 9,1–12,6%, кур родительского стада – на 10,6–17,9 и 9,6–14,0%, при снижении затрат корма на 10 яиц и 1 кг яичной массы на 8,6–11,7; 9,0–12,4 и 10,9–12,7%, соответственно.

10. Наряду с увеличением яйценоскости птицы, локальное освещение светодиодными источниками белого теплого спектра в сравнении с контрольными группами приводит к увеличению у кур промышленного стада: средней массы яиц на 1,9–2,9%, выхода яичной массы на начальную и среднюю несушку – на 12,8–17,7 и 12,4–14,2%, выхода яиц отборной и первой категории – на 2,1–6,0 и 5,4–7,3%; у кур родительского стада: средней массы яиц – на 0,7–2,7%, выхода инкубационных яиц – на 0,8–3,2%, оплодотворенности яиц на – 2,0–2,7% и вывода цыплят – на 1,6–2,0%, соответственно.

11. Испытанные способы и спектры светодиодного освещения не оказывают существенного влияния на морфологические показатели и химический состав яиц кур промышленного и родительского стада.

12. Производственные проверки, проведенные на большом поголовье птицы, подтверждают результаты опытов. Локальное освещение светодиодными светильниками белого теплого спектра по сравнению с традиционным освещением позволило при содержании кур промышленного и родительского стада повысить сохранность поголовья на 2,1 и 2,4%, яйценоскость на начальную несушку – на 6,4 и 7,2%, массу яиц – на 2,6 и 0,3%, вывод цыплят – на 1,5%, выход цыплят на 1 начальную несушку – на 9,7%; снизить затраты корма на 10 яиц – на 4,5 и 4,2%, себестоимость яиц – на 1,6 и 5,3% соответственно.

13. Рентабельность производства пищевых и инкубационных яиц в новом варианте составляют 12,0 и 36,2%, что выше, соответственно, на 2,4 и 7,3%, чем в базовом варианте. Экономический эффект в расчете на 1 начальную несушку и 1000 произведенных яиц при содержании кур промышленного стада составляет 21,5 и 66,0 рублей, а при содержании птицы родительского стада – 78,2 и 264,0 рублей соответственно.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

С целью повышения эффективности производства пищевых и инкубационных яиц кур рекомендуется использовать локальный способ освещения птицы светодиодными источниками белого теплого спектра с цветовой температурой 3000 К. При этом для промышленного стада светильники целесо-

образно располагать над кормушкой клеточной батареи, а для родительского стада – внутри клетки под потолочной сеткой по центру полезной площади. При использовании традиционного способа размещения светодиодных светильников соблюдать расстояние между источниками в пределах 1,5 м.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в изданиях, рецензируемых ВАК РФ

1. Кавтарашвили, А. Какое освещение лучше для яичных кур? / А. Кавтарашвили, Е. Новоторов, **Д. Гладин**, Т. Колокольникова // Птицеводство. – 2011. – № 6. – С. 17–19.
2. Фисинин, В.И. Локальное светодиодное освещение – путь повышения эффективности птицеводства / В.И. Фисинин, А.Ш. Кавтарашвили, Е.Н. Новоторов, **Д.В. Гладин** // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 6. – С. 61–63.
3. Кавтарашвили, А. Как добиться высокой однородности стада птицы / А. Кавтарашвили, Е. Новоторов, **Д. Гладин**, Т. Колокольникова // Птицеводство. – 2012. – № 4. – С. 2–7.
4. Кавтарашвили, А. Светодиодное освещение при содержании родительского стада / А. Кавтарашвили, Е. Новоторов, **Д. Гладин**, Т. Колокольникова // Птицеводство. – 2012. – № 5. – С. 15–17.
5. Кавтарашвили, А.Ш. Сравнительная эффективность различных систем освещения в птицеводстве / А.Ш. Кавтарашвили, **Д.В. Гладин** // Птицеводство. – 2016. – № 4. – С. 37–50.

Патент

6. Патент РФ на полезную модель № 154984. Клеточная батарея для содержания птицы / В.А. Гусев, А.В. Дубровин, И.П. Салеева ... **Д.В. Гладин** др. // опубликовано 20.09.2015, бюл. № 26.

Монография

7. Адаптивная, ресурсосберегающая технология производства яиц: монография / В.И. Фисинин, А.Ш. Кавтарашвили, И.А. Егоров **Д.В. Гладин** и др.; под общ. ред. В.И. Фисинина и А.Ш. Кавтарашвили. – Сергиев Посад, 2016. – 351 с.

Статьи, опубликованные в других изданиях

8. Фисинин, В.И. Революционный этап в освещении птицеводческих помещений / В.И. Фисинин, А.Ш. Кавтарашвили, Е.Н. Новоторов, **Д.В. Гладин** // РацВетИнформ. – 2011. – № 5 (117). – С. 23–25.
9. Кавтарашвили, А. Новый способ светодиодного освещения / А. Кавтарашвили, Е. Новоторов, **Д. Гладин**, Т. Колокольникова // Животноводство России. – 2011. – № 6. – С. 15–16.

10. Кавтарашвили, А.Ш. Жизнеспособность и продуктивность кур-несушек при светодиодном локальном освещении / А.Ш. Кавтарашвили, Е.Н. Новоторов, **Д.В. Гладин**, Т.Н. Колокольникова // Феникс-Кус (Казахстан). – 2011. – № 11 – С. 27–30.
11. **Гладин, Д.** Эра светодиодов / Д. Гладин // Наше птахівництво. – 2012. – № 9. – С. 42–44.
12. **Гладин, Д.** Использование светодиодных технологий в сельском хозяйстве / Д. Гладин // Полупроводниковая светотехника. – 2012. – № 1. – С. 22–23.
13. **Гладин, Д.** Светодиодное освещение: только преимущества / Д. Гладин // Животноводство России. – 2012. – № 9. – С. 2–4.
14. **Гладин, Д.** Энергоэффективное светодиодное освещение для сельского хозяйства / Д.В. Гладин // Эксклюзивные технологии. – 2012. – №. – С. 40–43.
15. **Гладин, Д.В.** Влияние светодиодного освещения на жизнеспособность и продуктивность кур-несушек / Д.В. Гладин // Материалы 53-й конференции молодых ученых и аспирантов по птицеводству (18 июня 2012 года). – Сергиев Посад, 2012. – С. 54–57.
16. Кавтарашвили, А.Ш. Продуктивные и воспроизводительные качества кур промышленного и родительского стада при разных способах светодиодного освещения / А.Ш. Кавтарашвили, **Д.В. Гладин**, Е.Н. Новоторов // Материалы XVII Международной конференции Российского отделения ВНАП «Инновационные разработки и их освоение в промышленном птицеводстве». – Сергиев Посад, 2012. – С. 343–345.
17. Кавтарашвили, А.Ш. Эффективность светодиодного локального освещения при производстве инкубационных и пищевых яиц / А.Ш. Кавтарашвили, Е.Н. Новоторов, **Д.В. Гладин** // Сучасне птахівництво. – 2012. – №2. – С. 6–9
18. Кавтарашвили, А.Ш. Эффективность светодиодного освещения при производстве пищевых и инкубационных яиц кур / А.Ш. Кавтарашвили, Е.Н. Новоторов, **Д.В. Гладин** // Сб. науч. тр. Всерос. н-и. и технол. ин-т. птицеводства (ВНИТИП). – 2012. – т. 86. – С. 96–106.
19. Кавтарашвили, А.Ш. Воспроизводительные качества кур родительского стада при разных способах светодиодного освещения / А.Ш. Кавтарашвили, **Д.В. Гладин**, Е.Н. Новоторов // Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых «Животноводство России в условиях ВТО: от фундаментальных и прикладных исследований до высокопродуктивного производства». – Орел, 2013. – С. 158–162.
20. Кавтарашвили, А. Новый способ светодиодного освещения / А. Кавтарашвили, Е. Новоторов, **Д. Гладин**, Т. Колокольникова // Животноводство России. – 2013. – (специальный выпуск). – С. 37–38.
21. Kavtarashvili, A. Influence of LED lighting on productivity in laying hens / A. Kavtarashvili, **D. Gladin**, E. Novotorov, Korshunova L. // XIV European Poultry Conference (Stavanger, Norway 23-27 June 2014). – 2014. – P. 500.