Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский
и технологический институт птицеводства» Российской академии наук
(ФНЦ «ВНИТИП» РАН)

на правах рукописи

ГЛАДИН ДМИТРИЙ ВИКТОРОВИЧ

СВЕТОДИОДНОЕ ЛОКАЛЬНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЯИЦ КУР

Специальность: 06.02.10. – частная зоотехния,
технология производства продуктов животноводства

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, заслуженный деятель науки РФ
А.Ш. Кавтарашвили

Сергиев Посад, 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 9
1.1. Световое излучение и его физиологическое влияние на живые организмы . 9
1.2. Спектр освещения и его влияние на рост, развитие, жизнеспособность и продуктивность птицы 18
1.3. Интенсивность и равномерность освещения, их влияние на рост, развитие, жизнеспособность и продуктивность птицы 24
1.4. Источники света, используемые в птицеводстве 31
2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ 43
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ 49
3.1. Первый рекогносцировочный опыт. Анализ современного состояния технологического освещения птичников при содержании кур промышленного стада в многоярусных клеточных батареях 49
3.2. Второй опыт. Изучение влияния светодиодных источников белого холодного и белого теплого спектров освещения и способа их размещения на жизнеспособность и продуктивность кур промышленного стада 59
3.2.1. Сохранность и живая масса птицы 59
3.2.2. Яичная продуктивность кур-несушек 62
3.2.3. Масса и категорийность яиц, выход яичной массы 72
3.2.4. Затраты корма 81
3.2.5. Качество яиц 86
3.2.6. Результаты анатомической разделки тушек кур 94
3.2.7. Содержание в печени кур липидов, витаминов А, Е, B_2 и каротиноидов. 96
3.2.8. Заключение по второму опыту 99
3.3. Третий опыт. Изучение влияния светодиодных источников белого холодного и белого теплого спектров освещения и способов их размещения на продуктивность и воспроизводительные качества яичных кур и петухов родительского стада 99
3.3.1. Сохранность и живая масса птицы 99

3.3.2. Яичная продуктивность кур 105
3.3.3. Затраты корма 114
3.3.4. Масса яиц 118
3.3.5. Выход инкубационных яиц 120
3.3.6. Морфологические показатели яиц 122
3.3.7. Содержание в желтке яиц каротиноидов, витаминов А и В2; в белке – витамина В2; в скорлупе – кальция 127
3.3.8. Инкубационные качества яиц 131
3.3.9. Заключение по третьему опыту 133
4. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОВЕРКА 134
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 141
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ 144
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 145
ПРИЛОЖЕНИЯ 165

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Интенсификация промышленного производства яиц в последние годы обусловила его высокую энергоемкость [4]. При этом одним из наиболее энергоемких технологических процессов является освещение, на которое приходится значительная часть потребляемой электроэнергии [21, 73].

Свет является одним из важнейших элементов окружающей среды, оказывающих влияние на жизнеспособность и физиологическое состояние птицы [166]. Он универсальный синхронизатор большинства биологических ритмов организма и используется в птицеводстве как фактор, регулирующий половое развитие птицы и стимулирующий ее рост и продуктивность [34, 156].

Базисным источником света для птицы, разводимой в безоконных помещениях, является искусственное освещение, следовательно, источник, его спектр, интенсивность, а также режим освещения являются решающими факторами света в интенсивном птицеводстве [100, 103, 161, 166].

Традиционно для освещения птицеводческих помещений в основном используют лампы накаливания и люминесцентные лампы [37]. При использовании указанных типов светильников, освещенность в клетках, расположенных на разных ярусах батареи, варьирует в широком диапазоне [67]. 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 [66].

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 («Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»), устанавливающий ряд ограничений в области использования ламп накаливания (с 1 января 2013 года на территории Российской Федерации запрещаются к обороту лампы

накаливания мощностью семьдесят пять ватт и более, а с 1 января 2014 года – лампы накаливания мощностью двадцать пять ватт и более) [90] вынуждают птицеводческие предприятия провести модернизацию осветительных систем птичников, а исследователей заняться разработкой новых энергосберегающих источников и способов освещения [166]. Особенно повышенный интерес в последнее время появляется к светодиодным лампам благодаря их высокой энергоэффективности [140], большому сроку службы и доступности разной длины волны [109, 145], низкому потреблению электроэнергии и незначительным затратам на обслуживание [185]. Начало промышленного производства осветительных систем со светодиодами ученые считают революционным прорывом в освещении жилых и животноводческих помещений [93, 95].

Светодиодные светильники за счет высокоэффективных источников света – светодиодов и их направленных свойств позволяют значительно снизить потребление электроэнергии по сравнению с традиционными источниками света при сохранении нормативной освещенности [140]. Кроме того, одним из основных преимуществ светодиодов является их миниатюрность, это дает возможность обеспечения локального освещения птицы, что позволит 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 [93].

В опытах, проведенных во ВНИТИП по изучению различных спектров и источников освещения была показана высокая эффективность светодиодных источников освещения при содержании яичных кур промышленного стада [27, 36, 38, 39, 70]. Исследования по сравнительному изучению светодиодных источников белого холодного и белого теплого спектров освещения, а также способа их размещения при содержании яичных кур 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 [9, 30, 33, 40, 45, 52, 77, 88, 98, 116, 117, 118, 123, 155, 182]. Значительный вклад в разработку энергосберегающих режимов и систем освещения внесли Morris T. и Midgley M. [159, 163], Пигарев Н. [74, 75], Асриян М. [7, 6, 8], Кавтарашвили А. [30, 39, 41, 43, 70], Parvin R. [166], Славин Р. [81] Мазуха А. [57] 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 продуктивность 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 стад 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 качества 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).

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Световое излучение и его физиологическое влияние на живые организмы

Свет – это электромагнитное излучение, обусловленное изменением энергетического состояния атомов и молекул вещества. При таких спонтанных или вынужденных изменениях энергетического состояния частиц вещества происходит выделение энергии в виде излучения, которое по своей природе является электромагнитным. Одной из наиболее важных характеристик электромагнитного излучения является длина волны. Как видно из приложения 1 диапазон электромагнитных волн чрезвычайно широк и охватывает область от радиоволн (десятки метров) до гамма-лучей (10^{-13} метров) [5].

К оптическому диапазону длин волн с большой долей условности относят более узкий диапазон: от микроволнового до рентгеновского излучения. Участок спектра электромагнитного излучения Солнца, самого мощного естественного его источника для нашей планеты, еще меньше, и охватывает диапазон видимого, ультрафиолетового и инфракрасного излучения.

Инфракрасные лучи (невидимое излучение с длиной волны от 760 до 5000 нм) составляют 45–50 % энергии, выделяемой солнечной радиации. Ультрафиолетовые лучи – это невидимое глазом человека электромагнитное излучение с длиной волны от 295 до 400 нм в излучении солнечной радиации составляет 3–5 % энергии.

Видимый свет или диапазон длин волн, который непосредственно могут воспринимать органы зрения большинства живых организмов начинается электромагнитным излучением с длиной волны примерно 350-380 нм и заканчивается длиной волны 750-780 нм [169, 173]. Такой узкий диапазон объясняется физическими явлениями в атмосфере Земли и у ее поверхности. В частности, озон (O_3) в верхних слоях атмосферы сильно ослабляет ультрафиолетовое излучение с длиной волны менее 300 нм. Около половины мощности излучения

Солнца, проходящего сквозь атмосферу, находится в микроволновой части спектра. Однако микроволновое электромагнитное излучение непригодно для зрения. Как известно, видение предметов нашими органами зрения обусловлено отражением от них электромагнитного излучения. У поверхности Земли существуют фотоны, излученные из разных источников. Одни – это излучение непосредственно Солнца с температурой примерно 6000 К, другие – тепловое излучение Земли с температурой 300 К. «Солнечные» фотоны несут зрительную информацию, а «земные» создают оптический шум, мешающий зрению. Соотношение этих двух «видов» фотонов сильно зависит от длины волны. При одинаковых условиях и длине волны равной 500 нм (0,5 мкм) оно в пользу «солнечных» фотонов в соотношении примерно 1 к 10^{29}, а уже для длины волны электромагнитного излучения 2 мкм – практически 1 к 1 и зрительная информация полностью подавлена. В ночное время, в отсутствие солнечного света, доминирующим является инфракрасное излучение с длиной волны 10 мкм, возникающее от Земли и тел на его поверхности, излучающих при температуре примерно 300 К. Невозможность непосредственного получения зрительной информации обуславливается в этом случае тем, что сам глаз, имеющий примерно такую же температуру, является источником «шумовых» фотонов [5].

В ходе эволюции органы зрения человека и большинства других живых организмов приобрели возможность воспринимать именно этот участок диапазона электромагнитного излучения Солнца, как наиболее эффективный с точки зрения получения зрительной информации. Хотя, границы видимого диапазона длин волн у разных живых организмов различны. В частности, у птицы в отличие от человека выше чувствительность органов зрения в области глубокого синего и ультрафиолетового диапазона 315-400 нм и в области глубокого красного и инфракрасного излучения 660-715 нм. [172]. Для сравнения в приложении 2 представлена зависимость чувствительности органов зрения человека и птицы от длины волны для диапазона видимого излучения.

Как видно из приложения 2 чувствительность органов зрения птицы имеет несколько локальных максимумов на длинах волн 370 нм (ультрафиолет),

470 нм (глубокий синий), 560 нм (зеленый), 620 нм (желтый), в отличие от человека, у которого один максимум на длине волны 550 нм. При этом, как показывают результаты исследований, возможность видеть в области коротких волн УФ-А (315-400 нм) сформировалась в ходе эволюции с целью индивидуального распознавания птицей отдельных особей своего вида на основе различной отражательной способности оперения именно в этом диапазоне излучения [56].

Видимый диапазон длин волн можно разделить по цветоощущению, возникающему в головном мозге человека. Такое разделение по цветам не имеет четких границ, тем не менее, считается, что он состоит из гаммы монохроматических световых излучений: красного, оранжевого, желтого, зеленого, голубого, синего и фиолетового [17]. Наибольшая длина волны соответствует красному, наименьшая – фиолетовому цветоощущению. Основным периферическим рецептором, воспринимающим световые раздражения, является сетчатка глаза [44, 49, 78, 186]. Она одновременно связана с корой больших полушарий, с подкорковыми образованиями и с гипофизом. Благодаря этим многочисленным связям обеспечиваются разнообразные сложные рефлекторные реакции, которые возникают в результате возбуждения сетчатки световыми раздражителями [44].

Воздействие электромагнитного излучения возможно не только на органы зрения. Все электромагнитные волны обладают как тепловым, так и химическим действием. Глубина проникновения излучений с различной длиной волны в тело живого организма неодинакова: инфракрасные лучи проникают на несколько сантиметров, видимые (световые) – на несколько миллиметров, а ультрафиолетовые – только на 0,7-0,9 мм [62]. Существуют особенности проникновения волн разной длины видимого света в тело различных видов животных. Так, передача длинных волн (более 650 нм) в сравнении с короткими (400-450 нм) в гипоталамус уток осуществляется в 37 раз быстрее [102], перепелов – в 77-200 раз [122], воробьев – в 68-163 раза и голубей – в 43-120 раз быстрее [133].

Можно выделить несколько видов воздействия видимого света на птицу. Во-первых, это непосредственное участие в получении зрительной информации об окружающем мире с помощью органов зрения. Это достигается превращением воздействия излучения на сетчатку глаза в нервные сигналы путем еще недостаточно изученных фотохимических изменений в сетчатке, с чем, вероятно, связано множество биологических процессов, например, рост и потребление корма зависят от степени чувствительности сетчатки глаза. Во-вторых, светлые и темные участки, которыми богаты экстраретинальные фоторецепторы, используются птицей для получения информации о длине светового дня и сезонных изменениях. Эта информация непосредственно влияет на образование серотонина и мелатонина, которые в свою очередь влияют на многие другие эндокринные процессы и суточные колебания, включая двигательную активность, температуру тела, время миграции и сезонного размножения. И, наконец, потоки световой энергии, которые достигают гипоталамуса либо посредством зрительного нерва или напрямую через череп и ткани мозга, контролируют секрецию рецепторного гормона гонадотропина (гонадолеберина), который стимулирует гипофиз для выработки лютеинизирующего и фолликулостимулирующего (гонадотропных) гормонов. Эти гормоны с током крови, достигая половой железы (яичника), вызывают реакции: фолликулостимулирующий – созревание фолликулов и освобождение яйцеклеток, лютеинизирующий – поддерживает непрерывность цикла яйцекладки у несушек [151].

Основным механизмом в передаче световых раздражений от сетчатки глаза к гипофизу является центральная нервная система, а сам гипофиз играет посредническую роль и тоже стимулируется нервными импульсами, возникающими в полушариях головного мозга [44].

Преобразование световых сигналов в нервные импульсы происходит за счет сложных нейрохимических реакций. Исследованиями установлено, что ведущую роль в этом процессе занимает светочувствительный белок – «пинопсин» [135, 137, 168, 204].

Основная часть мозговых фоторецепторов находится в гипоталамусе – высшем центре регуляции деятельности эндокринной системы [205]. Между гипофизом и гипоталамусом имеется нейрогуморальная связь. Гипоталамус выделяет вещества, которые гуморальным путем поступают в переднюю долю гипофиза и стимулируют ее секреторную деятельность – выработку кортикотропных, гонадотропных, тиреотропных и других гормонов. В результате изменяется функция эндокринных желез – надпочечников, половых и щитовидных желез [51, 164, 205].

Известно, что в восприятии света кроме глаз могут участвовать светочувствительные элементы поверхности тела (кожи). Установлено, что свет может поглощаться головным мозгом и кровью [99, 167]. Расположение глубоких мозговых фоторецепторов еще недостаточно изучено. По имеющимся данным некоторая часть их находится в обонятельной доле мозга птицы [136, 139].

Из всех компонентов циркадной нервной системы птиц только о шишковидной железе можно с определенной степенью уверенности сказать, что она играет роль биологических часов, подверженных действию света. Удаление шишковидной железы уничтожает свободно протекающие локомоторные ритмы у одних видов воробьиных [124] и прерывает их у других [126]. С другой стороны, удаление шишковидной железы у куриных не оказывает влияния на свободно протекающие локомоторные ритмы [191].

Пути, по которым информация передается эпифизу, у разных животных различны: или через определенные волокна зрительного тракта, не связанные со зрением, или даже прямо через череп [165]. Так, эпифиз, удаленный у курицы и помещенный в питательную среду, реагирует на изменение освещенности [157, 158]. Этот эксперимент доказывает фоторецепторность шишковидной железы кур.

В шишковидной железе происходит превращение сератонина в гормон мелатонин, который выделяется в кровяное русло [18]. Мелатонин, по-видимому, служит посредником в тех функциях железы, которые связаны с учетом времени и световыми режимами [180]. У кур содержание циркулирую-

щего в крови мелатонина обуславливает нормальные циркадные ритмы дневной активности и ночного покоя, а также циклические изменения температуры тела. Процесс превращения сератонина в мелатонин состоит из двух этапов, осуществляют его два фермента, синтезируемые в эпифизе. Один из этих ферментов-N-ацетилтрансфераза (ацетилсеротонин–метил–трансфераза). От ее активности зависит количество мелатонина, выделяемого шишковидной железой в кровь, который в свою очередь, контролирует такие физиологические ритмы, как изменение температуры тела, сон и бодрствование [111]. Поэтому считают, что N–ацетилтрансфераза служит для этих функций синхронизирующим фактором. У кур активность N–ацетилтрансферазы и мелатонина ночью в 27 и 10 раз соответственно выше, чем днем, причем пики обоих величин приблизительно совпадают по времени [13]. При увеличении количества мелатонина у кур понижается температура, они засыпают. Поскольку число светлых и темных часов в сутках на протяжении года изменяется, свет влияет на активность N–ацетилтрансферазных «часов». Эксперименты показали, что у кур при постоянной темноте сохраняется 24–часовой ритм N–ацетилтрансфераза, а при непрерывном освещении количество фермента уменьшается. Но большего внимания заслуживает тот факт, что у кур, выращенных в условиях чередования 12-часовых периодов света и темноты и внезапно подвергшихся действию света во время одного из темных периодов, активность фермента резко падает. Эта реакция указывает на чувствительность шишковидной железы к свету. Правда, обратной реакции при внезапном включении света в середине субъективного дня не было отмечено [111].

Эпифиз кур чувствителен к включению освещения в конце периодов темноты. С помощью этого органа они могут реагировать на разность в продолжительности следующих друг за другом ночей. Свет, в утреннее время, достигая эпифиза, уменьшает активность N–ацетилтрансферазы, что в свою очередь снижает количество выделяемого мелатонина. С уменьшением концентрации мелатонина в крови у кур повышается температура тела и у них начинается период активности. Поскольку в естественных условиях рассвет в течение года

начинается в разное время суток, эпифизарные биологические часы должны ежедневно устанавливаться заново, сохраняя при этом общую продолжительность цикла равную 24 часам [128].

Птицы – это первые позвоночные, у которых описаны фотопериодические реакции. Фотопериодические эффекты обнаружены более чем у 50 видов этого класса [160]. Фотопериод контролирует у птиц сроки подготовки к размножению, сроки предбрачной и послебрачной линьки, весенней и осенней миграции и сроки наступления нечувствительности (фоторефракторности) к длиннодневным сигналам [115].

Гипотеза о фотопериодизме птиц была кратко описана впервые в 1953 году [114]. Эта гипотеза утверждает, что дневной фотопериодизм имеет две функции: 1) определяет циркадную периодичность фоточувствительности; 2) стимулирует фотопериодические реакции.

В 1963 году У. Хаммер [129] подтвердил наличие циркадного ритма фоточувствительности у птиц.

Фотопериодизм охватывает две категории явлений – фотопериодическую настройку и фотопериодическую индукцию. При фотопериодической настройке длина дня не изменяет интенсивность или направление биологического процесса, а лишь устанавливает его начало или конец на шкале времени [87].

Фотопериодическая настройка используется, главным образом, при регуляции суточных ритмов. Её значение в приспособлении организмов к сезонной динамике невелико – оно ограничивается согласованием периодов дневной или ночной активности с календарными изменениями продолжительности дня и ночи. Более важное, значение имеет фотопериодическая индукция, при которой длина дня определяет интенсивность или направление биологических процессов. Режимы с продолжительными ночными периодами приводят организм в свободно-текущее состояние, такие режимы являются не индуктивными. Индуктивность – явление периодическое, это доказывают опыты, в которых свет включался в различные моменты темного периода [12, 197].

По характеру ответа на действие фотопериода выделяют количественные реакции, когда степень их проявления зависит от длины фотопериода, и качественные, когда фотопериод определяет только время начала реакции, а ее проявление не зависит от длины фотопериода. Так, примером количественной реакции может служить тот факт, что более длинные фотопериоды у птиц приводят к большему росту семенников [104, 113].

Во время ответа на действие фотопериода выделяют реакции, непосредственно наступающие сразу за действием фотопериода, и отставленные, включающиеся спустя длительный латентный период времени после действия фотопериода.

Состояние организма, в момент ответа на фотопериод, разделяют на фоточувствительное, когда регуляторы положительно реагируют на световые раздражители и фоторефракторное, когда способность их реагировать на фотопериод, заблокирована [12].

В результате проведенных исследований над некоторыми видами диких птиц, было установлено, что гонодальные изменения были вызваны не продолжительностью периодов света и темноты, а моментом времени, в которое подавался свет [198].

У. Хаммер [129, 130] выдвинул предположение о том, что в светорецепторном механизме птиц существует суточный эндогенный ритм светочувствительности. Фаза повышенной светочувствительности возникает спустя 12 часов после включения света, или «рассвета», и может длиться 10 часов.

По другим данным длительность суток измеряется с помощью эндогенного ритма, который состоит из двух полуциклов: «светолюбивого» и «темнолюбивого», каждый продолжительностью по 12 часов. Световая стимуляция происходит, только в тех случаях, когда продолжительность светового дня распространяется на «темнолюбивую» часть эндогенного ритма [183].

По мнению некоторых исследователей [199], светочувствительная фаза для птиц наступает в промежутке между 11 и 18 часами после включения света («рассвета»), а по более поздним данным [200], для кур этот период наступает

между 11 и 16 часами, следуя за «рассветом», несмотря на то, что этот период может прерываться короткими периодами темноты.

Установлено, что изменение продолжительности освещения в светочувствительной фазе может использоваться в качестве метода регулирования суточного ритма яйцекладки и массы яиц. Так, сокращение продолжительности освещения с 5 до 1 часа в ней приводит к достоверному сдвигу яйцекладки на утреннее время и увеличению массы яиц и наоборот [29, 30, 31, 32, 92].

Как отмечают некоторые авторы [199], увеличение количества световых периодов в светочувствительной фазе приводит к повышенной стимуляции гонад.

Однако в опытах на курах, проведенных во ВНИТИП, было доказано, что при режимах прерывистого освещения увеличение количества фотопериодов в светочувствительной фазе приводит к снижению сохранности поголовья, яйценоскости кур и массы яиц [58, 59, 60].

Многими учеными установлено, что под влиянием света активизируются процессы кроветворения. В крови увеличивается содержание эритроцитов, гемоглобина, кальция и фосфора, усиливается азотистый обмен. Свет повышает бактерицидные свойства крови и общие иммунобиологические свойства организма, активизирует ферментативные процессы, в частности действие окислительных ферментов – оксидаз [15, 50, 64, 83].

Установлено, что под влиянием ультрафиолетовых лучей в покровных тканях животного происходит синтез витамина D, играющего важную роль в жизнедеятельности птицы [72, 192].

Таким образом, на основании анализа литературных источников можно сделать вывод, что электромагнитное излучение, в общем, и солнечное излучение в частности, оказывает огромное влияние на все живые организмы. Являясь источником энергии для растений, для животных видимое излучение является основным источником информации об окружающем мире, позволяя им приспосабливаться к изменению окружающей обстановки, реагировать на опасность и находить пищу. Кроме того, непосредственно участвуя в обменных и фермен-

тативных процессах, оказывает гонадостимулирующее действие, следовательно, позволяет влиять в желательном направлении на рост, развитие и продуктивность птицы.

1.2. Спектр освещения и его влияние на рост, развитие, жизнеспособность и продуктивность птицы

Спектр (лат. *spectrum* «виде́ние») – распределение значений физической величины (обычно энергии, частоты или массы). Графическое представление такого распределения называется спектральной диаграммой. Обычно под спектром подразумевается электромагнитный спектр – распределение энергии излучения по частоте или, что тоже самое, длине волны электромагнитного излучения [1].

В научный обиход термин спектр ввёл Ньютон в 1671–1672 годах для обозначения многоцветной полосы, похожей на радугу, которая получается при прохождении солнечного луча через треугольную стеклянную призму [142].

Исходя из этого, спектр видимого света представляет собой распределение интенсивности электромагнитного излучения по длинам волн видимого диапазона. Видимое излучение различной длины волны или цвета является важной характеристикой света и оказывает как индивидуальное, так и комбинированное действие на птицу [63].

В исследовании по изучению влияния световых волн разной длины на молодок 4–11-недельного возраста использовали монохромное освещение с выровненным излучением (Вт/м^2) и освещенностью (лк). В результате наблюдалась тенденция к увеличению живой массы [121, 143, 170, 171], или она была значительно выше [119, 184, 194] у птицы при длине волн 415–560 нм (от фиолетового до зеленого), чем у птицы при длине волн более 635 нм (красный) или широкого спектра (белый свет). Несмотря на выравненность излучения по освещенности для разного спектра, различия ретинальной чувствительности

видимого спектра могли стать результатом восприятия птицей волн разной длины как разной интенсивности освещения.

Однако, в опыте [184], когда излучение монохромного источника и белых ламп накаливания выровняли до 0,1 Вт/м^2 и птица воспринимала интенсивности 480, 560, 660 нм и белое освещение как 56, 68, 15 и 26 галлилюкс соответственно, наибольшая живая масса была достигнута при длинах волн 480 и 560 нм. Это обстоятельство позволяет утверждать, что лучший рост был следствием влияния длины волны, а не интенсивности освещения, поскольку, как известно рост птицы при повышении интенсивности белого освещения снижается [108, 162, 203].

Схожие результаты были получены и другими исследователями [125, 150] – рост был значительно лучше как у самцов, так и у самок 16–18-недельного возраста при синем свете (450 нм) в сравнении с красным (650 нм) и белым светом с одинаковой освещенностью (5 или 86 лк).

Основываясь на вышеуказанных результатах, английские ученые [151] делают вывод о том, что рост птицы подавляется длинными световыми волнами сильнее, нежели стимулируется короткими.

Есть сведения о том, что зеленый свет повышает рост птицы на самой ранней стадии жизни [184] путем ускорения пролиферации скелетных мышц [127], синий свет повышает рост в более поздний период, вероятно, вследствие повышения андрогенов в плазме крови, которые стимулируют синтез протеинов и снижают их расщепление, что способствует увеличению мышечной массы [101, 105, 110] и поддерживают ее состояние.

Сильное влияние красного и белого света (содержащего красный спектр) было также показано на половозрелых курах с внезапным изменением стимулирующего (14 часов) освещения на нестимулирующее (6 часов) дневного света. Снижение массы тестикул было прогрессивно больше при синем, зеленом, красном и белом спектрах, соответственно [132].

Более низкая масса и заторможенные сперматогенез и выделение гонадотропина были зафиксированы у 18-недельных петушков при 6-часовой экспо-

зиции красного и белого фотопериодов в сравнении с 14-часовым днем, но не было различий между влиянием дневного и синего или зеленого света [106].

Наибольший стимулирующий эффект длинных волн света в сравнении с синим был также продемонстрирован путем внедрения микроскопических источников излучения в мозг неполовозрелых самцов и самок перепелов. Быстрый рост гонад был зафиксирован у птиц с имплантатами оранжево-желтого спектра излучения [138].

Различие источников света по излучению и освещенности, а также использование промышленных ламп с широким смешанным спектральным диапазоном послужило результатом некорректной оценки влияния длины волны на половое развитие самок. Однако, маловероятно существование значительной зависимости возраста снесения первого яйца или пика яйценоскости, потому что интенсивность освещения, используемая во многих опытах, была выше уровней, установленных как минимальные для полового развития молодок [153] и яйценоскости кур [154].

Несмотря на сложности обобщения информации из доступных источников, можно сделать вывод, что воздействие красного или белого спектра по сравнению с синим или зеленым в большей степени стимулирует раннее половое развитие как самцов, так и у самок индеек [190], перелинявших кур [179] и перепелок [201].

В двух опытах [106, 131], где птицу содержали при убывающей (до 7 и 8 часов) продолжительности светового дня, более позднее созревание курочек при белом и красном спектре по сравнению с синим и зеленым привело авторов к ошибочному заключению, что более короткие волны стимулируют половое созревание. Однако, обратное утверждение в случае позднего развития при красном и белом спектрах, следуя сокращению длины светового дня к 14-недельному возрасту, показывает большую, а не меньшую светочувствительность. Таким образом, эти данные скорее подтверждают общее заключение, а не опровергают.

Ряд авторов [120, 152, 162] сообщают, что перевод молодок от зеленого и/или синего спектра на белый и/или красный спектр ускоряет половое созревание птицы.

Как известно, короткие волны имеют минимальное воздействие на яйценоскость кур [178, 189, 196] и индеек [144, 177]. Хотя были описаны и исключения в опытах на несушках [178] и перепелках [202].

В исследованиях [178], когда до начала продуктивного периода было использовано синее и зеленое освещение, масса яиц была достоверна выше по сравнению с красным и белым, что позволяет предположить, что созревание при коротких волнах может происходить медленнее и, как следствие, являться причиной снесения меньшего количества яиц большей массы.

Следует отметить, что влияние длины волны света на репродуктивные качества самок – область, достойная дальнейшего изучения. Так, еще в 1990 году было высказано мнение [107] о том, что зеленый свет может повышать выход цыплят у мясных кур посредством сокращения смертности и повышения воспроизводительных качеств.

Другие авторы [120] сообщили, что зеленое освещение может повышать яичную продуктивность несушек с живой массой 1650 г в 15–20-недельном возрасте по сравнению с красным светом.

Некоторые ученые [176] на родительском стаде индеек показали увеличение массы яиц при красном освещении и улучшение качества скорлупы при зеленом и синем свете, а другие исследователи [202] обнаружили, что инкубационные качества яиц перепелов, содержащихся при синем свете, были ниже, чем при красном, зеленом или белом.

Несмотря на возможные различия в восприятии интенсивности освещения птицей, даже когда свет был выровнен по степени излучения или освещенности (воспринимаемой человеком), длина волны при освещении разноцветными промышленными лампами не оказывала значительного влияния на сохранность бройлеров [174, 175, 194, 195], кур [148] и индеек [125, 148, 150]. Однако, была зафиксирована высокая смертность при содержании молодок до 18 недель

при красном в сравнении с белым светом ламп накаливания [196], а также при зеленом флуоресцентном освещении по сравнению с белыми лампами накаливания у самок бройлеров до 7-недельного возраста [175]. В другом опыте [107], наоборот, смертность была ниже у мясной птицы в период с 10-й по 40-ю недели жизни при зеленом свете по сравнению с белым.

Когда публикаций о поведенческой реакции на цветное освещение было немного, существовало мнение об успокаивающем влиянии синего света на птицу. Так, есть сообщение [125] о том, что при начальном освещении 5 лк, самцы индеек были более послушными, со сниженным половым развитием и имели меньшую активность при синем свете, по сравнению с красным и белым. Однако при освещенности 86 лк, эти различия не были обнаружены. Из-за того, что низкая освещенность и короткие световые волны связаны со слабой сексуальной активностью, как и комбинация обоих факторов сыграла такую роль, но при повышении одного из этих показателей, как половая активность, так и вообще поведение птицы, резко изменяется.

В другой работе [170, 171], также было показано, что цыплята-бройлеры становятся пассивными и малоподвижными при синем и зеленом освещении, по сравнению с красным и белым. При красном освещении цыплята проявляли большую агрессивность, сильнее расправляли крылья и клевали подстилку.

В недавно проведенном исследовании при изучении поведения кур-несушек в условиях зеленого, красного и белого светодиодного света [140] было показано, что птица стремится провести больше времени за потреблением корма при красном и белом светодиодном свете, чем при зеленом светодиодном свете. Наиболее агрессивное поведение птица демонстрировала в условиях красного светодиодного света, менее агрессивное при зеленом светодиодном свете, и наименее агрессивное при белом светодиодном свете.

В 1986 году Марк О. Норт (Mark O.North, США) представил данные о зависимости поведенческих особенностей и продуктивности птицы для различных участков видимого диапазона излучения (таблица 1) [76].

Собченюк В.И. сообщает, что в сравнении с белым при красном, желтом, зеленом и синем спектре освещения яйценоскость повышалась на 2,2; 5,2; 7,8 и 9,0% соответственно [84].

В исследованиях [26, 38, 39], проведенных во ВНИТИП по изучению различных спектров и источников освещения при содержании яичных кур промышленного стада была показана более высокая эффективность светодиодных источников белого холодного спектра освещения.

Таблица 1 – Зависимость показателей содержания птицы от спектра видимого излучения [76]

Показатель	Спектр видимого излучения				
	красный	оранже-вый	желтый	зеленый	голубой
Улучшение роста					
Снижение расхода корма					
Задержка созревания птицы					
Стимуляция созревания птицы					
Снижение беспокойства					
Снижение каннибализма					
Повышение яичной продуктивности					
Снижение яичной продуктивности					
Увеличение размеров яйца					
Повышение оплодотворяющей способности петухов					

В другой работе [103] изучали сравнительное влияние светодиодных источников синего, желтого, зеленого, красного, белого спектров освещения и ламп накаливания на продуктивные показатели кур промышленного стада кросса Isa Brown. Максимальная яйценоскость кур была достигнута при белом (91,95%), красном (91,25%) светодиодном освещении и лампах накаливания (91,58%), а минимальная – при зеленом светодиодном освещении (86,84%). Яйценоскость кур при синем и желтом светодиодном освещении составила 89,14 и 89,21% соответственно. Масса и качество яиц, а также потребление корма не зависели от используемого источника света. Авторами был сделан вывод о возможности замены ламп накаливания на белые и красные светодиодные светильники без негативного влияния на продуктивные показатели кур промыш-

ленного стада.

Таким образом, многочисленные исследования, проведенные в целях изучения влияния различных спектров освещения на организм птицы, показали зависимость роста, развития, жизнеспособности и продуктивности птицы от длины волны излучения. В то же время необходимо отметить, что результаты этих исследований носят противоречивый характер из-за необходимости учета на наш взгляд, еще одного важного параметра освещения, а именно его интенсивности. Последние исследования убедительно доказывают более высокую эффективность белого спектра освещения по сравнению с красным, зеленым и синим. В доступной литературе отсутствуют данные о влияние цветовой температуры белого спектра освещения на организм птицы.

1.3. Интенсивность и равномерность освещения, их влияние на рост, развитие, жизнеспособность и продуктивность птицы

Интенсивность светового излучения играет важную роль в обеспечении необходимых условий выращивания и содержания птицы. Позволяя птице видеть корм и воду особенно на ранних стадиях развития, а также влияя на обменные процессы в организме, интенсивность света выступает одним из основных факторов, позволяющих управлять поведением птицы с целью стимулирования потребления корма и воды, снижения агрессивности или наоборот увеличения активности. Правильные световые режимы, в которых учтено влияние различной интенсивности света на птицу позволяет существенно повысить продуктивные показатели при выращивании и содержании, снизить падеж молодняка, оптимизировать конверсию корма и снизить негативное влияние ее агрессивного поведения [89].

Размещение большого поголовья птицы в ограниченном, но достаточно большом пространстве, особенно при клеточном содержании создает трудности в обеспечении одинаковых условий для всего стада, в том числе и в освещенности. В таком случае, говорить об однородности стада, его одинаковом дина-

мичном развитии для достижения необходимого результата, не приходится. Особенно это касается выращивания и содержания птицы в клеточных батареях. С точки зрения обеспечения одинаковой освещенности для каждой птицы, клеточное содержание птицы заметно уступает напольному из-за наличия ярусности оборудования [68].

Несмотря на усиливающееся давление правозащитных организаций Европы и Америки [86], наиболее распространенный в Российской Федерации способ содержания кур-несушек промышленного стада – клеточный [68]. Птицу располагают в многоярусных клеточных батареях. Обычные российские клеточные батареи имеют от трех до пяти ярусов, в каждой клетке размещается от 6 до 9 птиц. Глубина клетки от 45 до 65 см, ширина от 60 до 75 см, высота 39-45 см. Каждая клетка оборудована кормушкой с фронтом кормления по всей ширине клетки (корм, как правило, доставляется мобильными раздатчиками), лентой пометоудаления под каждым ярусом, транспортером для сбора яиц, ниппельными поилками. Данный способ содержания дает ряд преимуществ:

1) численность поголовья продуктивной птицы и производство яиц сохраняются на одном уровне в течение года;

2) птицы размещаются малыми группами или даже индивидуально, что облегчает наблюдение за птицей и помогает своевременно удалять слабых и малопродуктивных особей и способствует лучшему сохранению поголовья;

3) птица ограничена в передвижениях, она расходует меньше корма на производство яиц по сравнению с курами, содержащимися на глубокой подстилке;

4) выше качество яиц;

5) более эффективное использование площади помещения и, как следствие, уменьшение общей длины коммуникаций [55, 86].

К недостаткам содержания кур-несушек в многоярусных клеточных батареях следует отнести разный уровень освещенности кормушек клеточных батарей или другими словами его неравномерность.

Современные птицефабрики для птичников яичного направления в основном применяют многоярусные клеточные батареи. Освещенность на каждом ярусе таких батарей различная и часто выходит за пределы оптимальной, что влияет на продуктивность птицы. Каждый кросс курицы индивидуально чувствителен к этим отклонениям освещенности кормушек клеточной батареи. В ряде работ [3, 11, 23] отмечается, что пониженная или повышенная освещенность может существенно снизить продуктивность птицы. Поэтому при создании новых кроссов пытаются максимально уменьшить указанное влияние. Однако задача обеспечения оптимальной средней освещенности кормушек всех ярусов многоярусной клеточной батареи птичника промышленного стада кур-несушек до настоящего времени не получила удовлетворительного решения.

В работе [68] проведены экспериментальные измерения освещенности по ярусам для четырехъярусного клеточного оборудования содержания промышленного стада яичных кур на птицефабрике «Глазовская» Удмуртской республики при использовании светильников НСП02 с лампами накаливания БК60 и люминесцентных светильников Comtech Fluorescent Line FL26/840 G13. Все светильники располагались традиционным способом горизонтально вдоль батареи в проходах. Средняя освещенность представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Освещенность клеточных батареи в птичниках кур промышленного стада при использовании люминесцентных и ламп накаливания, лк [68]

Тип источника света	1 ярус		2 ярус		3 ярус		4 ярус	
	под лампой	между лампами	под лампой	между лампами	под лампой	между лампами	под лампой	между лампами
Лампы накаливания	6	4	12	7	24	15	37	22
Люминесцентные светильники	8	5	14	8	23	14	28	16

Анализ представленных данных позволяет сделать вывод, что традиционное расположение светильников в проходах между батареями не позволяет

добиться удовлетворительной равномерности освещения и не обеспечивает одинаковых условий для птицы, находящейся на различных ярусах.

Известно, что высокопродуктивная птица характеризуется очень напряженным обменом веществ, при котором обычно действующие неблагоприятные факторы воспринимаются организмом как сверхсильные раздражители, что ведет к нарушению обмена веществ, значительному снижению продуктивности и резистентности [4, 14, 23]. Поэтому необходимо создать оптимальный микроклимат и оптимальный световой режим в помещениях для содержания кур-несушек [16]. В опытах [64, 65] авторы отмечают, что на верхних ярусах клеточных батарей, где освещенность была наиболее высокой, отход птицы из-за падежа и выбраковки был максимальным.

В условиях различной освещенности у клинически здоровых животных температура тела и частота пульса находится в пределах физиологической нормы. Частота дыхания почти не меняется, но нарастает его глубина, что обеспечивает лучшую вентиляцию легких и активизирует газообмен. Наоборот, темнота, низкий уровень освещенности или круглосуточное интенсивное (100 лк и более) освещение в помещении приводят к недоразвитию гипофиза и эпифиза, снижению их массы и гормональной активности, ослаблению функции эндокринной системы в целом [98].

Ряд авторов считает, что избыточная освещенность увеличивает вероятность каннибализма кур-несушек, а эффективным средством борьбы с ним является пониженное освещение клеточных батарей [134, 146, 147, 188]. Причины расклева зависят и от способов содержания птицы. В клеточных батареях оно наблюдается на верхних ярусах от повышенной освещенности и страха из-за ограниченности обзора [24].

На активность птицы влияет интенсивность освещения и источник света. При анализе отхода птицы в клетке видно, что на верхнем ярусе отход в разы выше, поэтому чрезвычайно важно обеспечить равномерное распределение света [24].

Одним из основных условий освещения в корпусах для содержания и выращивания птицы является обеспечение заданных уровней освещенности. Принимая во внимание необходимость создания одинаковых условий выращивания и содержания всего поголовья птицы, возникает требование равномерности освещенности. В общем случае содержание птицы делится на напольное и клеточное. Соответственно, и подходы к реализации максимально возможной равномерности освещения различны в указанных случаях. Если при напольном содержании птицы создание одинаковой освещенности на подстилке по всей площади корпуса решается достаточно простыми инженерно-техническими расчетами за счет использования светильников определенной яркости, их количества и правильного геометрического расположения, то в случае клеточного содержания решение такой задачи происходит в трехмерной плоскости с учетом ярусности клетки. В настоящее время, на основе анализа способов использования источников света [68], можно выделить следующие подходы для обеспечения равномерности освещения по всей длине батарей и по всем ярусам:

1) традиционный способ размещения в проходах, при которых светильники размещены горизонтально по длине батареи через определенные расстояния;

2) традиционный способ размещения в проходах, при которых светильники размещены вертикально по высоте батареи через определенные расстояния;

3) локальное освещение, когда над каждым кормовым желобом по всей длине батареи размещаются маломощные светильники.

При традиционном размещении в настоящее время предпочтительным является способ горизонтального расположения светильников. Светильники при этом находятся в горизонтальном положении на высоте от 0,2 до 1 метра выше верхнего края батареи, не мешают функционированию другого оборудования птичника и работе обслуживающего персонала. Здесь возможно использование в светодиодных светильниках вторичной оптики для получения необходимого распределения светового потока с целью повышения равномерности

освещения. Применение в светодиодных светильниках вторичной оптики (линз) в настоящее время достаточно распространено. Линзы используются в уличных светильниках и в светильниках для других специальных применений. Некоторые компании и для осветительного оборудования в птицеводстве пробуют использовать вторичную оптику [89]. Как правило, используются линзы, предназначенные по оптическим характеристикам для других применений. Действительно, такие линзы относительно недороги, но чаще всего мало подходят для использования в птичниках с клеточным оборудованием, где кривая света источника для обеспечения равномерности по длине батареи и ярусам должна иметь достаточно сложный вид. Проведение инженерных расчетов для определения формы и состава таких линз связано с наличием глубоких знаний в области оптики. Стоимость таких изделий, как правило, будет значительна из-за необходимости сложных расчетов, использования специального материала в составе линз, который не приводил бы к частичному разложению спектра света и сохранял свои свойства в течение продолжительного времени. Кроме того, зафиксировать свойства линз можно для определенной высоты подвеса светильников, при изменении количества ярусов значительно изменяется распределение света, что приводит к потере универсальности осветительного оборудования.

Традиционный способ размещения в проходах, при которых светильники размещены вертикально по высоте батареи через определенные расстояния [68], обладает недостатками, которые в настоящее время определяют его малую распространенность:

1) неудобство эксплуатации такого оборудования, когда светильники мешают персоналу, находясь непосредственно в проходах между батареями. Использование системы специальной подвески и подъема светильников в горизонтальное положение, компенсирует в определенной мере этот недостаток, но увеличивает стоимость. Кроме того, постоянные перемещения светильников влияют на надежность оборудования;

2) световой поток светильников, расположенных вертикально в проходах направлен непосредственно на птицу, а дно кормового желоба частично или полностью (например, верхний ярус) находятся в тени. Таким образом, чтобы обеспечить требуемый уровень освещенности кормового фронта необходимо создать значительно превышающую его интенсивность освещения непосредственно на птице, что приводит к излишней ее агрессивности и, как следствие, увеличению расклева и гибели;

3) равномерность освещения кормушек на различных ярусах также оставляет желать лучшего. Непосредственно напротив светильников клетки будут освещены гораздо больше, чем на удалении от светильников ввиду существенной разницы в расстояниях (при ширине прохода 1,1 метр – соответственно расстояние от клеточной батареи до светильника составляет 0,5 метра). Снижение освещенности будет зависеть не только от расстояния, но и от длины светильника сопоставимой с высотой батареи, сегменты светильника, находящиеся ниже высоты края кормового желоба конкретного яруса практически не участвуют в его освещении. Для освещения кормушек верхнего яруса используется незначительная часть каждого светильника, а в некоторых случаях верхний край светильника находится ниже по высоте. Кроме того, край кормушек в этом случае загораживает свет.

Таким образом, интенсивность и равномерность освещения являются важными составляющими светового фактора в промышленном птицеводстве. Недостаточная интенсивность освещения также, как и избыточная освещенность может привести к ухудшению здоровья и стрессу птицы, резкому возрастанию случаев расклева и каннибализма, снижению продуктивности, неэффективному расходу корма и воды на единицу продукции, а в случае высокой освещенности и к необоснованно высоким затратам электроэнергии на освещение. В многоярусных клеточных батареях при традиционных источниках освещения равномерность освещения по горизонтальной плоскости можно повысить путем снижения мощности и увеличением числа светильников. Однако равномерность освещения необходимо обеспечить не только в одной горизон-

тальной плоскости, но также и в вертикальной плоскости, при этом сложность процесса определяется количеством ярусов клеточного оборудования. Эту проблему на наш взгляд можно решить путем использования локального (местного) светодиодного освещения, при котором маломощные светильники могут размещаться на каждом ярусе клеточных батарей – над кормушками каждого яруса или внутри каждой клетки, что позволит создать практически одинаковую освещенность для всего поголовья птицы.

1.4. Источники света, используемые в птицеводстве

Источниками искусственного излучения являются электрические светильники и установки, но при условии, что освещение сосредоточено в области физиологической радиации, а мощность излучения достаточна для нормального роста и развития молодняка, жизнедеятельности и продуктивности взрослой птицы [62].

До недавнего времени в птицеводстве в качестве источников света для освещения использовались в основном лампы накаливания и люминесцентные лампы. В то же время все большее распространение находят системы освещения, реализованные на базе светодиодов и их доля постоянно растет [37].

Лампы накаливания относятся к искусственным тепловым источникам света. Устройство их основано на использовании излучения накаленной до высокой температуры вольфрамовой нити, обладающей высокой температурой плавления и малой скоростью испарения и помещенной в стеклянную колбу, в которой для предотвращения окисления раскаленной нити создан вакуум до 10^{-4}–10^{-5} мм ртутного столба (вакуумные лампы) или же закачен инертный газ до давления, близкому к атмосферному (газонаполненные лампы) [91].

Для уменьшения потерь энергии на теплопроводность газа и конвекцию тепла в газе, а также для замедления термического распыления вольфрамовой нити последней придают форму цилиндрической спирали с весьма малым расстоянием между витками. Ещё больший эффект дает применение дважды спи-

рализованной нити, в так называемых биспиральных лампах. В тех же целях лампы накаливания наполняют тяжелыми малотеплопроводными газами (аргон, криптон, ксенон) с примесью 5–15% азота. Добавление азота повышает напряжение газа и предотвращает образование электрической дуги. С увеличением молекулярного веса газа повышается экономичность ламп накаливания, которая определяется световой отдачей [91].

В лампах накаливания происходит значительное выделение энергии в области длинных волн, что придает поверхности, освещаемой светом этих ламп, оранжево-желтый оттенок. Они по сравнению с другими источниками света (включая солнечный свет) в большей степени (до 70%) испускают длинноволновую часть спектра видимого излучения [151]. В приложении 3 представлен спектр лампы накаливания.

Некоторые характеристики ламп накаливания приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Соотношение электрической мощности, светового потока и световой отдачи для ламп накаливания в виде «груши», популярных в России, цоколь E27 [2]

Электрическая мощность, Вт	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт
15	90	6
25	230	9,2
40	420	10,5
60	720	12
75	940	12,5
100*	1360	13,6
150*	2200	14,6
200*	3100	15,5

**- не допускаются к использованию на территории России согласно Федеральному Закону Российской Федерации № 261-ФЗ от 11.11.2009 года «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности».*

Световая отдача, под которой понимается общий поток излучения, отнесенная к единице энергии питания лампы, для ламп накаливания общего назначения составляет от 6 лм/Вт (маломощные лампы) до 20 лм/Вт (мощные лампы). С повышением температуры нити повышается световая отдача и сокращается срок службы лампы [91].

Срок службы, то есть средняя продолжительность горения ламп накаливания общего назначения, составляет 1000 ч.

Таким образом, в лампах накаливания большая часть энергии, потребляемой из сети, превращается в невидимое инфракрасное излучение. Они обладают сравнительно большой тепловой инерцией, возрастающей с увеличением мощности, благодаря чему их свет почти не мерцает при пульсации переменного тока. Лампы накаливания, как всякое раскаленное твердое тело, излучают непрерывный свет, в составе которого по сравнению с естественным дневным светом, содержится меньше сине-фиолетовых лучей и больше оранжево-красных. Ультрафиолетовая часть спектра у них очень мала и почти полностью поглощается стеклом колбы [91].

В целом к достоинствам ламп накаливания можно отнести низкую начальную стоимость лампы и необходимого для нее оборудования, компактность, благодаря которой она хорошо подходит для регулирования светового потока, надежная работа при низких температурах и довольно высокий при ее размерах световой выход. К недостаткам же, способным при некоторых обстоятельствах «перевесить» достоинства, относятся: низкий световой КПД (только 5% энергии преобразуется в свет, остальные 95% – в тепло), высокая рабочая температура, заметные колебания светового выхода при изменениях напряжения питания и недолговечность [25].

Люминесцентная лампа представляет собой герметически закрытую стеклянную цилиндрическую трубку-колбу, наполненную парами ртути и аргоном, внутренняя поверхность которой покрыта тонким равномерным слоем мелкокристаллического люминесцирующего вещества – люминофора. В оба конца трубки впаяны электроды в виде вольфрамовых спиралей, они покрыты оксид-

ной пастой (смесь окислов бария, стронция и кальция), облегчающей выход электронов. При работе люминесцентных ламп на переменном токе электроды поочередно служат катодом и анодом и нагреваются разрядом. При этом работает лишь небольшая часть катода (катодное пятно). Излишний нагрев электродов в анодный полупериод снижается приваренными к ножкам электродов никелевыми отростками, которые принимают на себя более половины разрядного тока [91].

Давление ртутных паров благодаря наличию избытка жидкой ртути зависит от температуры стенок лампы. При нормальной температуре (+40°С) оно составляет около 10^{-2} мм ртутного столба, давление аргона около 4 мм ртутного столба. Существенную роль в установлении нормальной температуры стенок играет внешняя температура, которая должна быть +18–25°С. При низких внешних температурах люминесцентная лампа нуждается в теплоизоляции. Нормальная температура стенок люминесцентной лампы достигается через несколько минут после включения, и тогда только устанавливается стабильное значение светового потока [91].

Преобразование электрической энергии в этих лампах в видимое излучение можно разделить на два этапа: 1) преобразование электрической энергии в процессе разряда в парах ртути в энергию ультрафиолетового излучения; 2) преобразование в слое люминофора ультрафиолетового излучения в видимое свечение люминесцирующих веществ [25].

Люминесцентные лампы (ЛЛ) делятся на осветительные общего назначения и специальные. К ЛЛ общего назначения относят лампы мощностью от 15 до 80 Вт с цветовыми и спектральными характеристиками, имитирующими естественный свет различных оттенков. Для классификации ЛЛ специального назначения используют различные параметры. По мощности их разделяют на маломощные (до 15 Вт) и мощные (свыше 80 Вт); по типу разряда на дуговые, тлеющего разряда и тлеющего свечения; по излучению на лампы естественного света, цветные лампы, лампы со специальными спектрами излучения, лампы ультрафиолетового излучения; по форме колбы на трубчатые и фигурные; по

распределению света с ненаправленным светоизлучением и с направленным (рефлекторные, щелевые, панельные и др.) [71].

При работе люминесцентных ламп электрический ток проходит между электродами сквозь газовую среду, возбуждая свечение газов ртути. Аргон не возбуждается, но улучшает условия возбуждения паров ртути и замедляет разрушение электронов. Ртутные пары при низких давлениях и малом токе испускают главным образом две ультрафиолетовые линии спектра (0,185 и 0,254μ). Видимое свечение люминофора возбуждается ультрафиолетовым излучением и составляет основную часть светового потока люминесцентных ламп [4]. Спектр излучения люминофора определяется его химическим составом. Путем его подбора можно получить практически любой спектр излучения люминесцентной лампы [22, 46].

В современных люминесцентных лампах около 20% подводимой электрической энергии превращается в излучение видимого диапазона волн. Световая отдача люминесцентных ламп 40–50 лм/Вт, то есть в 4–6 раз превышает соответствующий показатель ламп накаливания такой же мощности [61, 82] и зависит от длины трубки и спектрального состава излучения. Увеличение размера трубки уменьшает потерю энергии около электродов. Наибольшая светоотдача у люминесцентных ламп белого света. Поверхностная яркость люминесцентных ламп во много раз меньше яркости ламп накаливания. Пульсация светового потока свойственна любому источнику излучения, питаемого от сети переменного тока. Однако у источников, основанных на тепловом излучении, она практически неощутима благодаря большой тепловой инерции тела накала. Излучение люминесцентных ламп также обладает некоторой инерционностью за счет явления «послесвечения» люминофора, которое выражается в том, что световой поток при переходе мгновенного значения тока через нулевое уменьшается не до нуля [61, 82].

В условиях периодической пульсации светового потока возникает явление стробоскопического эффекта, выражающееся в искажении зрительного восприятия движущихся предметов. Для устранения стробоскопического эф-

фекта применяют специальные схемы включения люминесцентных ламп, позволяющие сдвинуть во времени пульсации световых потоков двух или трех ламп так, чтобы суммарный их поток имел значительно меньшую глубину пульсации [82].

Некоторые параметры люминесцентных ламп приведены в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 – Стандартные параметры люминесцентных трубчатых ламп белого света с колбой диаметром 26 мм (T8) и цоколем G13 [2]

Электрическая мощность, Вт	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт
15	720–800	53
18	950–1150	63
30	1800–2250	75
36	1900–2850	80
58	3750–4600	80
70	5450–5550	80

Таблица 5 – Параметры некоторых компактных люминесцентных ламп белого света со встроенным ЭПРА и резьбовым цоколем [2]

Электрическая мощность, Вт	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт
5	200–240	48
7	400	57
11	480	43
15	900	60
20	1200	60
23	1500	65
30	1900	63

Первые серийные компактные люминесцентные лампы появились на европейском рынке в 1981 году. Их главным преимуществом по сравнению с трубчатыми люминесцентными лампами стало существенное сокращение габаритных размеров. В то же время малые размеры не позволяют использовать внутри компактных люминесцентных ламп сложное электронное оборудование, необходимое для, так называемой, «глубокой» регулировки светового потока, необходимой для полноценной реализации современных режимов прерывистого освещения в птичнике. Попытки на некоторых птицефабриках регулировать световой поток большинства компактных люминесцентных ламп, приводит к их быстрому выходу из строя [20]. В приложении 4 представлен внешний вид компактной люминесцентной лампы.

Люминесцентные лампы по сравнению с лампами накаливания имеют другой спектральный состав излучения, отличающийся от него в сине-фиолетовой, желто-зеленой и меньшей – в красной части спектра. Спектр люминесцентной лампы представлен в приложении 5.

Их отличает более высокая световая отдача и яркость, а также более продолжительный (в 8–10 раз) срок службы. Кроме того, газоразрядные люминесцентные лампы относятся к источникам света низкого давления (около 0,01 мм ртутного столба), что делает их более безопасными для обслуживающего персонала и в противопожарном отношении [79].

К недостаткам люминесцентных ламп следует отнести более сложную схему включения, требующую дополнительной, пускорегулирующей аппаратуры, зависимость работы от условий окружающей среды, пульсацию светового потока, вызывающую явление стробоскопического эффекта. Так же необходимо учитывать относительную громоздкость, обязательную утилизацию ламп, как ртуть содержащие отходы после использования и тот факт, что при неправильном включении люминесцентные лампы становятся источником помех для другого электронного оборудования, включая компьютеры микроклимата в птичнике.

Революционным этапом в освещении птичников можно считать начало производства на промышленной основе осветительных систем со светильниками, источниками света в которых являются светодиоды [93, 95].

Светодиод как устройство, в общем случае, состоит из кристалла (кристаллов), корпуса, контактных групп и оптической системы, которая обеспечивает вывод от кристалла и определенную направленность светового потока, а в случае светодиодов белого свечения преобразование длины волны части излучения кристаллов в другую составляющую видимого спектра (например, желтую и (или) красную) при использовании люминофоров или красителей. Излучение фотонов происходит в области p-n- перехода кристалла [97]. Этот эффект был известен еще в начале прошлого века, но из-за малой эффективности и отсутствия технологии производства не находил применения. Работы Макса Планка и Альберта Эйнштейна, за которые он 1921 году получил Нобелевскую премию (не за разработку теории относительности), позволили выявить важную закономерность процесса поглощения и возбуждения фотонов в материалах. Эта особенность заключается в том, что фотоны излучаются и поглощаются порциями, а, следовательно, для полупроводниковых структур можно подобрать материал области p-n- перехода таким образом, что излучение будет иметь определенную длину волны. Именно поэтому, кристаллы светодиодов различной длины волны имеют разный химический состав и строение [97]. Строение кристалла светодиода представлено в приложении 6.

Спектр светодиодов белого цвета, излучающих во всем видимом диапазоне излучения, представлен в приложении 7.

Преимуществами светодиодов, наряду с энергоэффективностью и большим сроком службы, являются [10]:

1) возможность использования в светильниках большого числа маломощных источников света – светодиодов, количество и способы расположения которых в изделии могут изменяться в широких пределах в зависимости от необходимых технических параметров светильника.

В светодиодных светильниках подбор светового потока может осуществляться с градацией 20 и менее лм, мощность – с 0,2 и менее Вт, габаритные размеры также могут изменяться в широких пределах, ограниченных в основном особенностями изготовления печатных плат и обеспечением необходимого температурного режима работы светодиодов. Возможность изменения габаритных размеров, в частности длины светильников в совокупности с рациональным их размещением, позволяет эффективно решать задачу улучшения равномерности освещения при напольном содержании птицы и, что особенно важно, в случае клеточного содержания с традиционным способом размещения светильников в проходах между батареями, когда разница в освещенности ярусов многоярусных батарей при использовании ламп накаливания или люминесцентных ламп может составлять 10 и более раз;

2) в светодиодных светильниках достаточно просто объединять светодиоды различной цветовой температуры и цвета (основные – красный, зеленый и синий) излучения, что дает возможность использовать многофункциональные источники света, обеспечивающие различную цветовую температуру и цвет на нескольких этапах выращивания и содержания птицы с целью повышения продуктивных показателей. Кроме того, в этом случае появляется возможность производить светильники с различным соотношением составляющих в спектре излучения в зависимости от назначения. Например, для промышленного стада яичных кур и курочек-молодок для эффективного снижения расклева птицы могут использоваться светильники с преобладанием в спектре красного цвета, а для цыплят-бройлеров, согласно некоторых исследований, повысить продуктивные показатели позволяет излучение длинами волн в зеленой части спектра;

3) возможность реализации в светодиодных системах освещения «глубокой» регулировки освещенности от 0 (полное выключение освещения) до 100 % (максимальный уровень светового потока, который зависит от мощности светильника) практически по линейному закону с шагом – 1 лк и менее. Использование широтно-импульсной модуляции (ШИМ) с частотой от 800 до 1 кГц позволяет эффективно регулировать освещенность с высокой надежностью обору-

дования и относительно малой стоимостью по сравнению с другими способами регулировки яркости светильников. Кроме того, способы автоматического (согласно жестко заданного алгоритма) и автоматизированного (с возможностью вмешательства персонала в заданный алгоритм для локального изменения освещенности) управления освещенностью на весь цикл выращивания и содержания птицы можно реализовать на оборудовании малых габаритных размеров с использованием интуитивно понятного для персонала интерфейса и с небольшой стоимостью. Нельзя забывать, что в этом случае появляется возможность использовать для снижения стресса птицы и животных включение и выключение освещения с плавным возрастанием и убыванием уровня освещенности с заданной продолжительностью (имитация «рассвета» и «заката»). В приложениях 8, 9 представлены некоторые светодиодные светильники [1], наиболее часто использующиеся в системах светодиодного освещения для птицеводства.

Светодиодный светильник (приложение 8) длиной 200 мм, мощностью 0,24 Вт, рабочим напряжением питания 48 В и световым потоком 25 лм, предназначен для освещения каждой клетки с птицей родительского стада в многоярусном клеточном оборудовании и может создавать освещенность до 20 лк при высоте подвеса до 0,5 метра. Как правило, внутри клетки эти светильники размещают над фронтом кормления и(или) поения. Кроме того, расположение таких светильников возможно непосредственно над линией кормления по всей длине каждого яруса с обеих сторон клеточной батареи, например, в клеточном оборудовании для содержания промышленного стада яичных кур. Система стабилизации рабочего тока такого светильника позволяет менять мощность и световой поток светильника изменением номинала токозадающего резистора в схеме стабилизатора тока. На этапе производства возможно изменение максимальной мощности светильника до 1 Вт при использовании в клеточном оборудовании для содержания ремонтного молодняка со световым потоком 105 лм и освещенностью под светильником до 60 лк, а в клеточном оборудовании для откорма бройлеров, до мощности 1,5 Вт при световом потоке 155 лм и осве-

щенности под светильником до 100 лк. Такая универсальность существенно влияет на себестоимость осветительного оборудования. При этом необходимо помнить, что дальнейшее наращивание светового потока и мощности светодиодного светильника, как правило, связано с использованием другого класса светодиодов (с большими рабочими токами и размерами), а также, что важно, с изменением конструкции корпуса светильника для обеспечения необходимого, с целью продолжительного срока службы светодиодов, теплового режима их работы. Поликарбонатное или так, называемое, органическое стекло, при определенной мощности светильника из-за своей малой теплопроводности создает условия для возрастания температуры внутри его корпуса до значений, которые могут привести к преждевременной деградации светодиодов и сокращению срока их службы на 20-50 %. Для решения задачи сохранения требуемых рабочих температур необходимо использование в составе корпуса светильника материалов с более высокой теплоотдачей. С точки зрения себестоимости и возможностей современных технологий создавать практически любую геометрическую форму, в настоящее время такими материалами являются сплавы алюминия, по своему составу и (или) после специальной обработки (анодирование или покрытие специальными красками) приобретающие необходимую устойчивость к воздействию агрессивных сред, характерных для помещений с содержанием птицы и животных. В приложении 9 представлен светодиодный светильник мощностью 6 Вт и световым потоком до 600 лм на рабочее напряжение 48 В или 24 В. Использование двухкомпонентного корпуса, состоящего из алюминиевой части, выполняющей роль радиатора для отвода тепла, и поликарбонатного стекла, позволяет обеспечить необходимый температурный режим работы светодиодов при сохранении герметичности светильника. Система стабилизации рабочего тока позволяет при сохранении габаритных размеров светильника увеличить его мощность до 7 Вт, а световой поток до 700 лм. Увеличение длины светильника и количества светодиодных модулей в его составе позволяет создавать светильники мощностью 14 и 21 Вт. Использование таких

светильников актуально при напольном содержании птицы и в случаях использования в качестве традиционного в проходах между клеточными батареями.

Таким образом, подводя итог обзору литературы, можно сделать заключение, что свет, оказывая мощное воздействие на нервную, эндокринную и репродуктивную системы, активно влияет на рост, развитие, жизнеспособность и продуктивность птицы. Источник, его спектр, интенсивность, а также режим освещения являются решающими факторами света в интенсивном птицеводстве. Влияние различного спектра освещения на продуктивные показатели яичных кур-несушек изучено недостаточно, имеющиеся данные неоднозначны и часто противоречивы. Традиционные источники освещения не обеспечивают равномерную освещенность по вертикальной и горизонтальной плоскости клеточных батарей, что приводит к снижению однородности стада по живой массе, половому развитию и, следовательно, препятствует достижению генетического потенциала продуктивности птицы. Безусловным преимуществом светодиодных светильников перед традиционными источниками освещения является возможность существенного снижения затрат электроэнергии на освещение, плавного регулирования освещенности в широком диапазоне, повышения равномерности освещения, обеспечения необходимого спектрального состава и температуры излучения.

Исходя из вышеизложенного, можно с уверенностью утверждать, что светодиодные светильники при более высокой электробезопасности и значительной экономии электроэнергии оказывают положительное влияние на организм птицы. Это дает основание предполагать, что локальное светодиодное освещение в сочетании с рациональным спектром излучения может способствовать высокой жизнеспособности и максимальной реализации генетического потенциала продуктивности кур промышленного и родительского стад в клеточных условиях их содержания и соответственно повысить рентабельность производства. Данное предположение и явилось предметом нашего исследования.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Работу проводили в период с 2011 по 2015 гг. в отделе технологии производства яиц и мяса птицы и лаборатории биохимического анализа Всероссийского научно-исследовательского и технологического института птицеводства, ООО «Чебаркульская птица» Челябинской области, виварии Загорского экспериментального племенного хозяйства ВНИТИП Московской области, ЗАО «Птицефабрика Дружба» Краснодарского края и ППР «Свердловский» Свердловской области в рамках тематического плана «Разработать адаптивную ресурсосберегающую технологию производства куриных яиц» (№ гос. рег. 01201250228). Были проведены три опыта (один – рекогносцировочный и два – основные) и две производственные проверки.

В первом, рекогносцировочном опыте изучали современное состояние технологического освещения птичников при содержании кур в многоярусных клеточных батареях. Для этого в ООО «Чебаркульская птица» Челябинской области были выбраны три идентичных типовых птичника (18 х 96 м) с четырехъярусным клеточным оборудованием производства фирмы «Big Dutchman» для содержания кур промышленного стада кросса «Хайсекс коричневый».

В птичниках 1, 2, 3 для освещения использовались 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 птичниках источники света располагались на высоте 3 м от пола традиционным способом горизонтально в проходах между клеточными батареями на расстоянии 3 м. Замеры освещенности проводились на уровне кормушек, на каждом ярусе под источниками и между источниками освещения.

Основные опыты проводили виварии Загорского экспериментального племенного хозяйства ВНИТИП Московской области.

Во втором опыте изучали влияние светодиодных источников белого теплого и белого холодного спектров освещения и способов их размещения 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). Для освещения использовали светильники на основе светодиодов.

Схема второго опыта представлена в таблице 6.

Таблица 6 – 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 и способов их размещения 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 таблице 7.

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 составила 15 лк.

Таблица 7 – Схема третьего опыта

Группа	Количество птицы в группе, голов		Количество птицы в клетке, голов		Способ освещения	Мощность светильтильника, 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. 8 и 9).

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 8 – 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 9 – Схема производственной проверки на курах и петухах 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:

1) сохранность поголовья, % – путем ежедневного учёта падежа птицы с выявлением его причин;

2) живая масса птицы, г – путём индивидуального взвешивания всего поголовья птицы из каждой группы в 20-, 30-, 40-, 50-, 59-недельном возрастах;

3) возраст кур (дней) при достижении 5-, 25-, 50-, 75 %-ной и пика интенсивности яйценоскости, по данным индивидуального учёта ежесуточно снесённых яиц;

4) яйценоскость на начальную и среднюю несушку, шт. – расчётным путем, по данным ежесуточного учёта снесённых яиц по группам;

5) масса яиц, г – путём индивидуального взвешивания всех яиц, снесённых курами трое суток подряд ежемесячно;

6) выход яичной массы на начальную и среднюю несушку (опыт 2), кг – расчетным путем, по данным количества и средней массы снесенных яиц ежемесячно.

7) выход яиц по категориям (опыт 2), % – по данным взвешивания и осмотра яиц, снесённых курами трое суток подряд ежемесячно, согласно межгосударственному стандарту ГОСТ 31654-2012 «Яйца куриные пищевые. Технические условия» [19].

8) выход инкубационных яиц (опыт 3), % – путем ежемесячного осмотра яиц при взвешивании (со 170-дневного возраста) и определения количества грязных, чрезмерно крупных, неправильной формы, а также яиц с мраморной или поврежденной скорлупой [53];

9) инкубационные качества яиц: оплодотворенность, выводимость и вывод (опыт 3) – по общепринятой методике в 26-, 36-, 46- и 56-недельном возрастах кур [53];

10) потребление корма на 1 голову в сутки, г – путем учета ежесуточно выданного нормативного количества корма по группам;

11) затраты корма на 10 яиц и на 1 кг яичной массы, кг – расчётным путём, по данным учёта расхода корма, яйценоскости и выхода яичной массы на одну голову;

12) масса (г) белка, желтка, скорлупы; толщина (мкм) скорлупы и индекса формы яиц – в 20-, 30-, 40-, 50-, 59-недельном возрастах (по 30 яиц от каждой группы) по общепринятой методике [53];

13) содержание в скорлупе кальция; в желтке – каротиноидов, витаминов А, Е и B_2; в белке – витамина B_2 в 20-, 30-, 40-, 50-, 59-недельном возрастах (по 30 яиц от каждой группы) по общепринятым методикам;

14) масса сердца, печени, яичника, яйцевода и длина яйцевода (опыт 2), г – путём анатомической разделки после убоя 3-х кур из каждой группы (средних по живой массе) в 20-, 40- и 59-недельном возрастах по общепринятой методике [53, 54];

15) содержание в печени сырого протеина, липидов, каротиноидов, витаминов А, Е, B_2 (опыт 2) в 20 –, 40 – и 59 – недельном возрастах по общепринятым методикам;

16) интенсивность освещения, лк – путём измерения освещенности люксметром на уровне кормушки на всех ярусах под светильником и между светильниками в различных точках помещения;

17) расход электроэнергии на освещение, кВт*ч – расчетным путем.

18) экономическая эффективность содержания кур промышленного и родительского стад – по общепринятым методикам [53].

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

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1.Опыт 1 (рекогносцировочный). Анализ современного состояния технологического освещения птичников при содержании кур промышленного стада в многоярусных клеточных батареях

Результаты первого рекогносцировочного опыта представлены в таблицах 10, 11 и 12.

Как показывают данные таблицы 10, в птичниках 1, 2 и 3 при использовании в полной мощности ламп накаливания (60 Вт), люминесцентных ламп (11 Вт) и светодиодных светильников (6 Вт) средняя интенсивность освещения птичников составила 15,9; 14,5 и 20,1 лк. Что касается равномерности интенсивности освещения по ярусам клеточных батарей, то на 4, 3, 2 и 1 ярусах средняя освещенность при лампах накаливания составила 29,5; 19,5; 9,5 и 5,0 лк, люминесцентных лампах – 22,0; 18,5; 11,0 и 6,5 лк и светодиодных светильниках – 24,0; 25,0; 18,0 и 13,5 лк, т.е. разности в освещенности между максимальными и минимальными значениями по ярусам составили 5,9; 3,4 и 1,8 раза, соответственно. Итак, светодиодные светильники по сравнению с лампами накаливания и люминесцентными источниками света при экономии электроэнергии в 10,0 и 1,8 раза создают освещенности выше на 26,4 и 38,6%, соответственно.

Результаты, представленные в таблице 11 и на рисунке 1 показывают, что при соблюдении во всех трех птичниках одинаковой нормативной освещенности для промышленного стада яичных кур на уровне 10 лк, среднее значение освещенности имеет существенное различие между ярусами для всех рассматриваемых источников света из-за различного расстояния кормового желоба каждого яруса до источников света, но при использовании светодиодных светильников оно менее выражено благодаря направленности светового потока с углом половинной яркости 120°, в отличие от ламп накаливания и компактных люминесцентных ламп, угол половинной яркости которых существенно шире.

Таблица 10 – Освещенность многоярусных клеточных батарей птичника промышленного стада кур-несушек при использовании различных источников света на высоте 3 м от пола и расстоянии между светильниками 3 м, лк

Источники света	Лампы накаливания, 60 Вт			Компактные люминесцентные лампы, 11 Вт			Светодиодные светильники, 6 Вт		
	под источником света	между источниками света	среднее значение по ярусам	под источником света	между источниками света	среднее значение по ярусам	под источником света	между источниками света	среднее значение по ярусам
4 ярус	37	22	29,5	28	16	22	39	9	24
3 ярус	24	15	19,5	23	14	18,5	36	14	25
2 ярус	12	7	9,5	14	8	11	21	15	18
1 ярус	6	4	5	8	5	6,5	14	13	13,5
Среднее значение	15,9			14,5			20,1		

Таблица 11 – Освещенность многоярусных клеточных батарей птичника промышленного стада кур-несушек при использовании различных источников света на высоте 3 м от пола, расстоянии между светильниками 3 м и заданной нормативной освещенности 10 лк, лк

Источники света	Лампы накаливания, 60 Вт				Компактные люминесцентные лампы, 11 Вт				Светодиодные светильники, 6 Вт			
	под источником света	между источниками света	разность значений	среднее значение по ярусам	под источником света	между источниками света	разность значений	среднее значение по ярусам	под источником света	между источниками света	разность значений	среднее значение по ярусам
4 ярус	23	14	9	18,5	20	11	9	15,5	19	4,5	14,5	11,75
3 ярус	15	9,5	5,5	12,25	16	9,5	6,5	12,75	17	7	10	12
2 ярус	8	4,5	3,5	6,25	9,5	5,5	4	7,5	10,5	7,5	3	8,75
1 ярус	3,5	2,5	1	3	5,5	3	2,5	4,25	7	6,5	1,5	6,75
Среднее значение	10				10				10			

Таблица 12 – Освещенность многоярусных клеточных батарей птичника промышленного стада кур-несушек при использовании светодиодных светильников на высоте 3 м от пола, расстоянии между светильниками 1,5 м и заданной нормативной освещенности 10 лк, лк

Ярус	Под источником света	Между источниками света	Разность значений	Среднее значение
4 ярус	8	8,7	0,7	8,35
3 ярус	12,7	13	0,3	12,85
2 ярус	10,5	10,5	0	10,5
1 ярус	8	8,6	0,6	8,3
Среднее значение	9,8	10,2	0,4	10,0

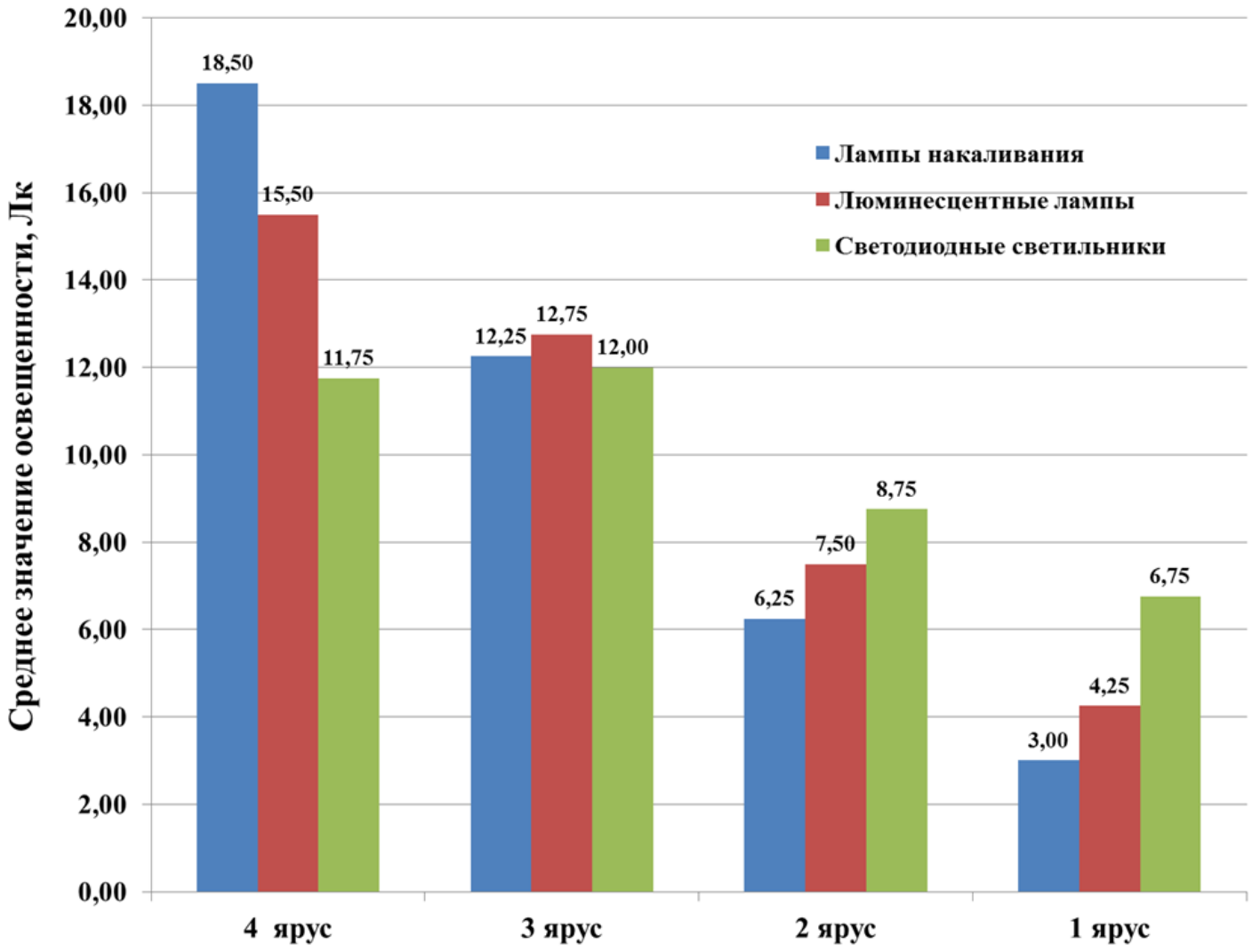


Рисунок 1 – Средняя освещенность по ярусам клеточных батарей птичника промышленного стада кур-несушек при использовании различных источников света на высоте 3 м от пола, расстоянии между светильниками 3 м и заданной нормативной освещенности 10 лк

При использовании светодиодных светильников на уровне 4, 3, 2 и 1 ярусов клеточной батареи освещенность составила 11,8; 12,0; 8,75 и 6,8 лк, ламп накаливания – 18,5; 12,3; 6,3 и 3,0 лк, люминесцентных источников света – 15,5; 12,8; 7,5 и 4,3 лк, соответственно, т.е. разности между максимальными и минимальными значениями у изучаемых источников составили 1,8; 6,2 и 3,6 раза. В тоже время, показатель равномерности в горизонтальной плоскости на каждом ярусе при расположении светильников на расстояниях 3 метра друг от друга, по той же причине различия направленности светового потока, у светодиодных источников света хуже, чем у люминесцентных и ламп накаливания. Так, из таблицы 11 и рисунка 2 видно, что для светодиодных светильников на 4, 3, 2 и 1 ярусах батареи разности значений под лампой и между лампами составили 14,5; 10,0; 3,0 и 1,5 лк, ламп накаливания – 9,0; 5,5; 3,5 и 1,0 лк и люминесцентных – 9,0; 6,5; 4,0 и 2,5 лк, соответственно.

Таким образом, при расстоянии между источниками света 3 м светодиодные светильники уступают в равномерности освещения лампам накаливания и компактным люминесцентным светильникам в горизонтальной плоскости клеточных батарей.

Одним из основных достоинств светодиодных светильников является их значительно меньшее энергопотребление по сравнению с другими источниками света. Исходя из этого, можно сказать, что при использовании светодиодных светильников, благодаря их гораздо меньшей мощности и направленным свойствам светового потока, можно добиться существенно лучшей равномерности освещения при содержании птицы в многоярусных клеточных батареях, по сравнению с другими источниками света. Основным способом достижения этого является сокращение расстояния между светильниками до 1,5 м, что приводит к увеличению количества светильников с уменьшением при необходимости их мощности в соответствии с заданным максимальным уровнем освещенности.

Действительно, измерения, выполненные на той же птицефабрике ООО «Чебаркульская птица» в птичниках с аналогичным четырехъярусным клеточ-

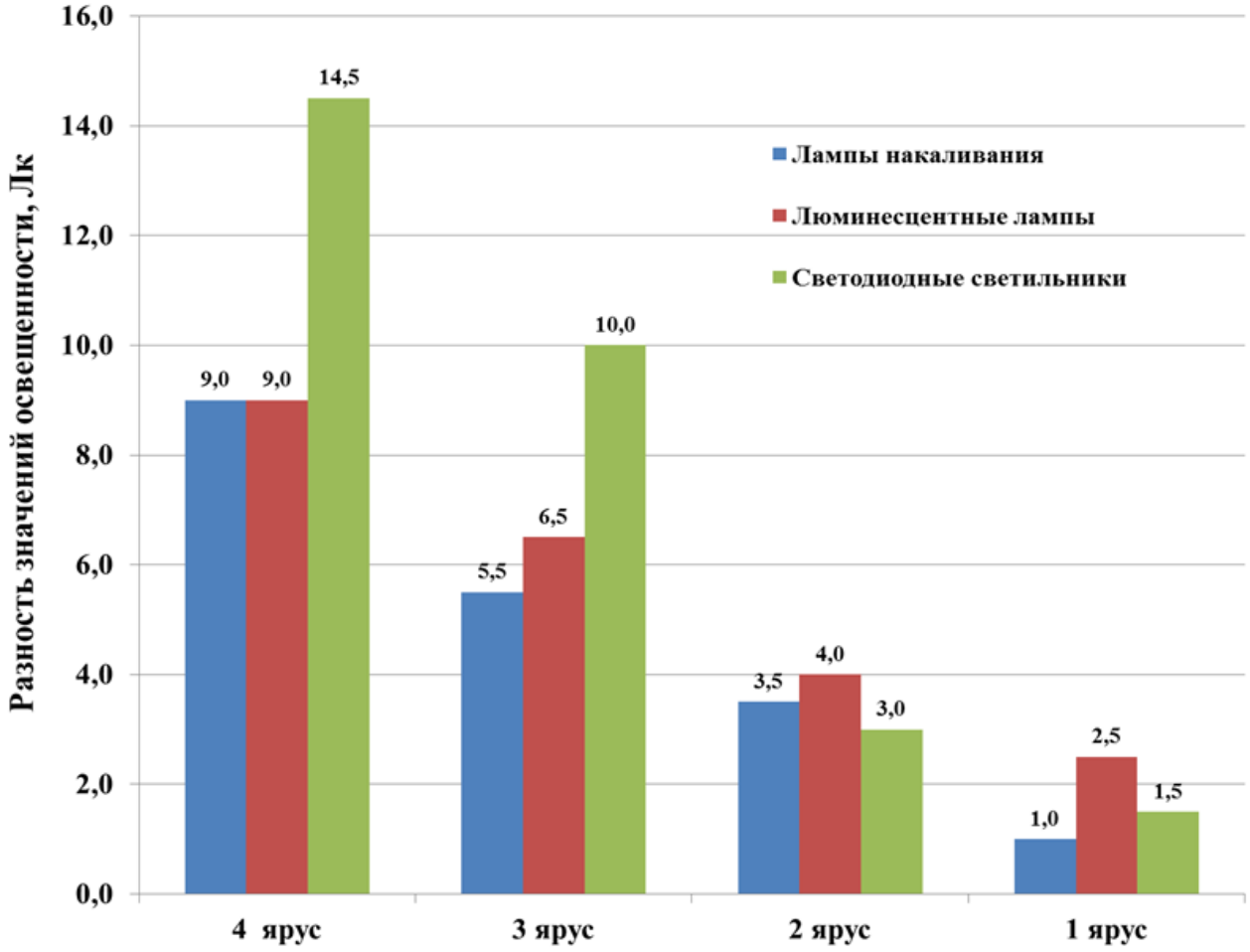


Рисунок 2 – Разность значений освещенности под светильником и между светильниками по ярусам клеточных батарей птичника промышленного стада кур-несушек при использовании различных источников света на высоте 3 м от пола, расстоянии между светильниками 3 м и заданной нормативной освещенности 10 лк

ным оборудованием для содержания промышленного стада яичных кур, но оборудованных большим количеством светодиодных светильников, показывают улучшение равномерности освещения. Результаты измерений освещенности при расположении светильников через 1,5 м друг от друга представлены в таблице 12 и на рисунках 3, 4. Данные позволяют сделать вывод, что сокращение расстояния между светодиодными светильниками в 2 раза с 3 до 1,5 м улучшают равномерность освещения на каждом ярусе существенно сокращая разность освещенности под светильником и между светильниками до величины не более 0,7 лк (таблица 12 и рисунок 3), в отличие от максимальной для люминесцентных и ламп накаливания – 9 лк, а также светодиодных светильников на расстояниях 3 м – 14,5 лк (таблица 11 и рисунок 2). В то же время, как видно из таблиц 11, 12 и рисунка 4, различие в средней освещенности по ярусам при сравнении расположения светильников через 1,5 и 3 м практически не изменяется (8,35 и 11,75 лк; 12,85 и 12 лк; 10,5 и 8,75 лк; 8,3 и 6,75 лк, соответственно).

Как показывает практика, дальнейшее сокращение расстояния между светильниками при традиционном способе размещения источников света в проходах между батареями не оказывает существенного влияния на общую равномерность освещения.

Использование светодиодных источников света по сравнению с люминесцентными и лампами накаливания, за счет увеличения их количества, позволяет существенно улучшить равномерность освещения в горизонтальной плоскости на каждом ярусе, но практически не влияет на равномерность освещения между ярусами. При этом достаточно низкая в настоящее время себестоимость таких светодиодных светильников при увеличении их количества, оставляет стоимость такой системы освещения сравнимой со стоимостью осветительного оборудования на люминесцентных лампах. Общее энергопотребление благодаря возможности подбора светодиодных светильников по мощности под требуемую в каждом конкретном случае освещенность остается существенно ниже, чем при использовании люминесцентных и ламп накаливания.

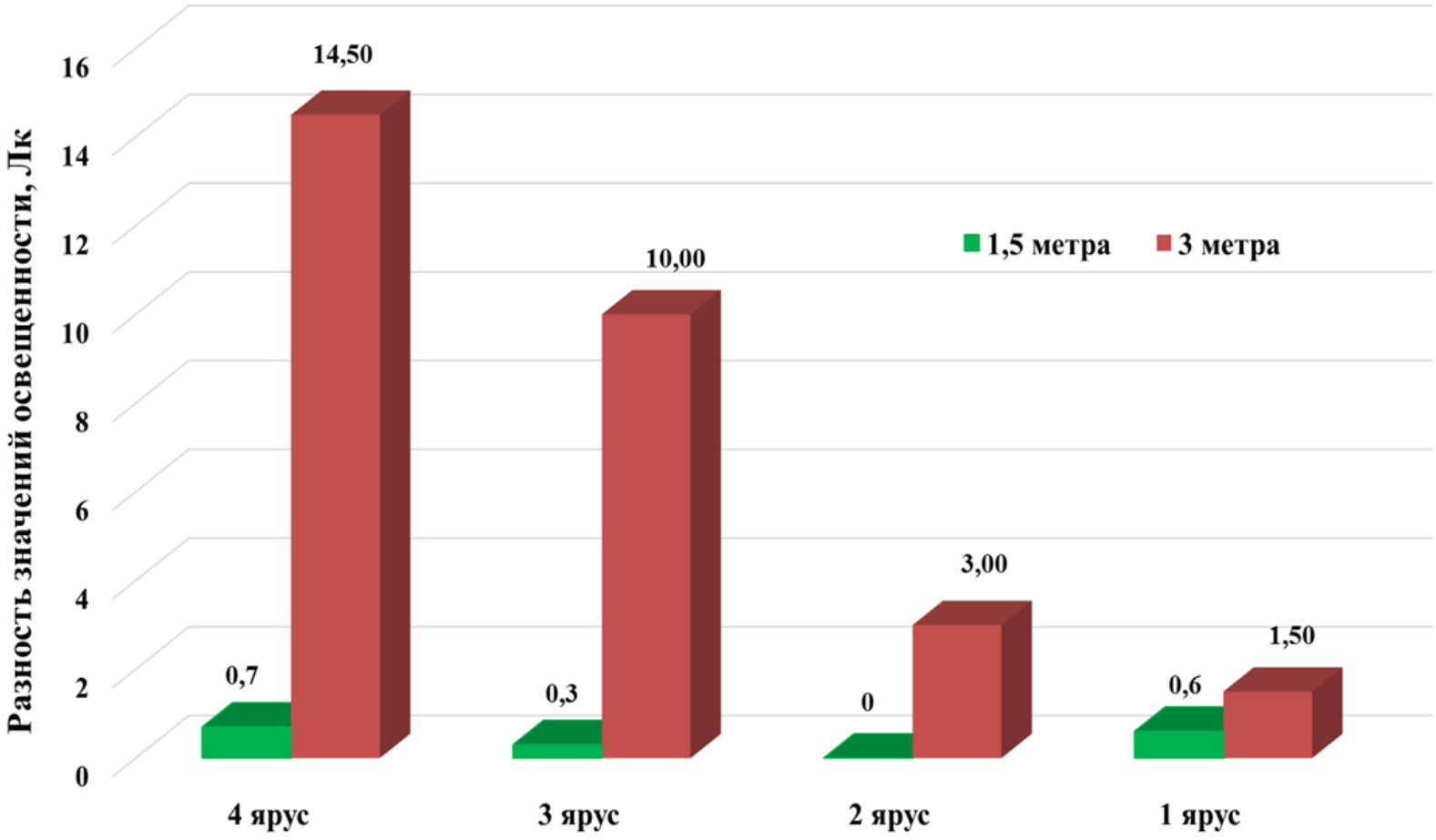


Рисунок 3 – Разность значений освещенности под светильником и между светильниками по ярусам клеточных батарей птичника промышленного стада кур-несушек при использовании светодиодных светильников на высоте 3 м от пола, расстоянии между светильниками 1,5 и 3 м и заданной нормативной освещенности 10 лк

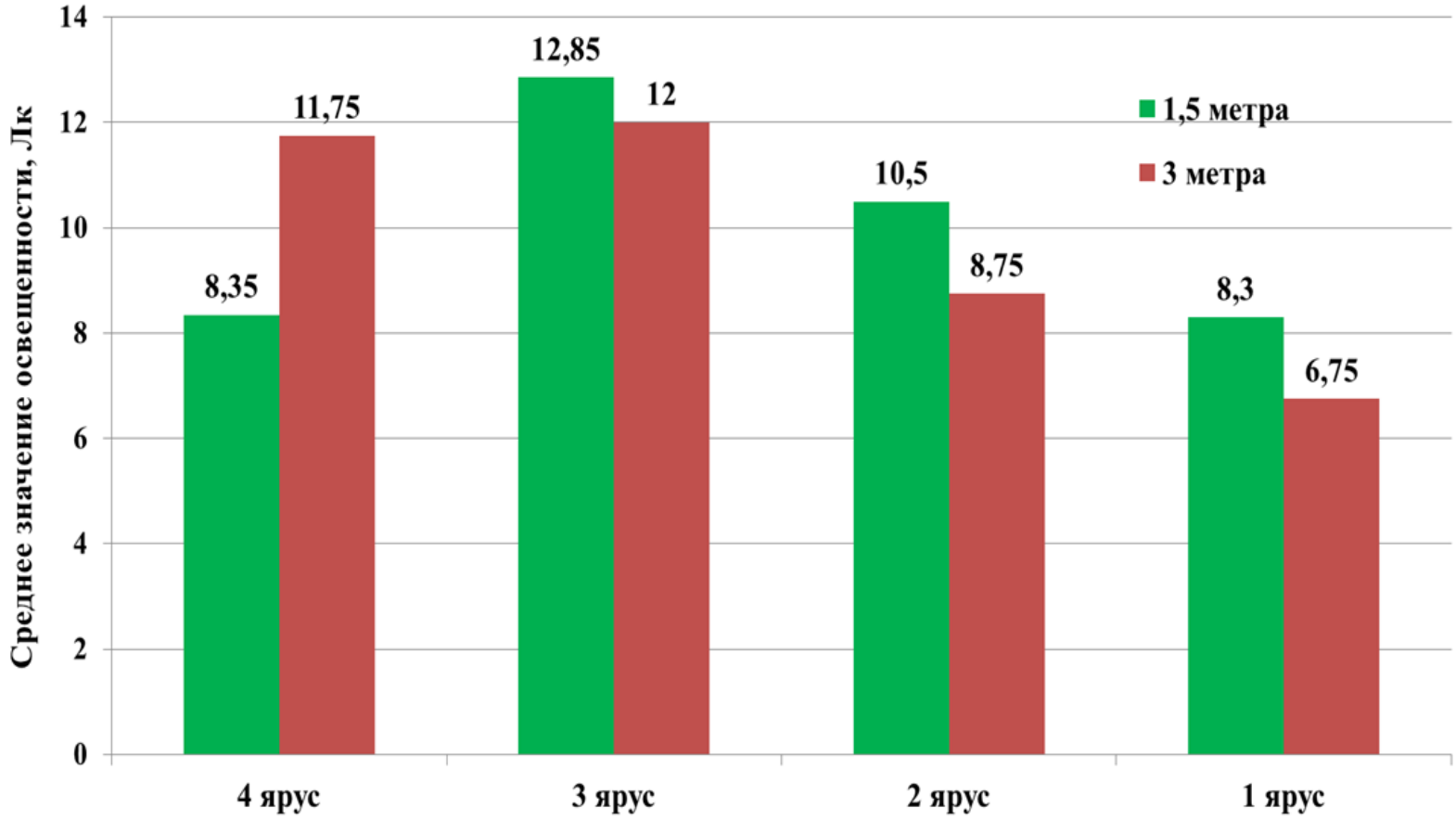


Рисунок 4 – Средняя освещенность по ярусам клеточных батарей птичника промышленного стада кур-несушек при использовании светодиодных светильников на высоте 3 м от пола, расстоянии между светильниками 1,5 и 3 м и заданной нормативной освещенности 10 лк

В тоже время, равномерность освещения в вертикальной плоскости между ярусами даже для четырехъярусного оборудования явно недостаточна, а при использовании 5, 6 и 8 ярусного оборудования становится гораздо хуже из-за большей разницы в расстояниях между источниками света и ярусами клеточного оборудования. Нельзя забывать, что для клеточного оборудования содержания ремонтного молодняка, родительского стада, а также цыплят-бройлеров, когда требуется определенная освещенность внутри клетки на кормушках и линиях поения, равномерность освещения при использовании традиционного способа размещения светильников в проходах между батареями, становится абсолютно неприемлемой и может существенно ухудшать производственные показатели.

В таком случае, дальнейшее улучшение равномерности освещения в многоярусных клеточных батареях, независимо от ярусности оборудования, связано с использованием локального светодиодного освещения. Здесь светодиодные светильники малой мощности до 1,5 Вт могут размещаться на каждом ярусе в каждой клетке над заданными местами, либо внутри клетки, либо над кормушками в проходах на расстояниях 0,2–0,5 м друг от друга на высоте до 0,5 м. Существенным недостатком такого способа освещения клеточного оборудования для содержания птицы до недавнего времени оставалась гораздо большая по сравнению с традиционным стоимость осветительного оборудования. В настоящее время развитие светодиодных технологий позволяет существенно сократить себестоимость такого оборудования и сделать его рентабельным.

Таким образом, в настоящее время при размещении птицы в многоярусных клеточных батареях и использовании традиционных источников света (люминесцентных и ламп накаливания) в проходах между батареями наблюдается существенная неравномерность освещения как между ярусами, так и по каждому ярусу в отдельности, что приводит к различию по освещенности условий содержания птицы и оказывает негативное влияние на производственные показатели из-за неоднородности развития стада. Сокращение расстояния между светильниками при использовании светодиодных источников света позволя-

ет выровнять освещенность по каждому ярусу в отдельности, но оставляет неравномерность между ярусами. При общей в настоящее время тенденции использовать батареи от 5 до 8 ярусов, эта неравномерность увеличивается и становится фактором, существенно влияющим на снижение производственных показателей. В таком случае актуальным становится использование локального светодиодного освещения, позволяющее создать одинаковые условия освещения для каждой птицы.

3.2. Второй опыт. Изучение влияния светодиодных источников белого холодного и белого теплого спектров освещения и способа их размещения на жизнеспособность и продуктивность кур промышленного стада

3.2.1. Сохранность, живая масса птицы

Важными показателями, характеризующими физиологическое состояние организма птицы, являются ее сохранность и живая масса, которые зависят от многих факторов, в том числе от источников, продолжительности, интенсивности и спектра освещения [69, 141, 187].

Результаты второго опыта (табл. 13) показали, что за периоды 120–410 суток жизни птицы, наиболее высокая сохранность поголовья кур промышленного стада была зарегистрирована при локальном способе освещения свето-

Таблица 13 – Сохранность поголовья

Показатель	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
Количество кур в 120- суточном возрасте, голов	108	108	108	108
Количество павшей птицы: голов %	 9 8,3	 12 11,1	 7 6,5	 11 10,2
Сохранность поголовья: голов %	 99 90,7	 96 88,9	 101 93,5	 97 89,8

диодными светильниками белого теплого спектра с цветовой температурой 3000 К (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).

В 20-недельном возрасте по живой массе (табл. 14 и рис. 5) куры, находившиеся в условиях локального освещения светодиодными светильниками белого теплого (группа 3) и белого холодного (группа 4) спектра, превосходили своих сверстниц из контрольных групп 1 и 2, которые освещались аналогичными спектрами традиционным способом, причем кур группы 2 достоверно (P<0,05).

Превосходство группы 3 над другими группами по этому показателю сохранялось до конца продуктивного периода – разница в 30-недельном возрасте составила 6,9–9,1 % (P<0,01–0,001 между группами 3 и 1, 2, 4); 40-недельном – 3,0–8,01 % (P<0,01 между группами 3 и 2); 50-недельном – 0,6–7,5% (P<0,05 между группами 3 и 2) и 59-недельном возрасте – 2,2–2,7 %.

Таблица 14 – Живая масса птицы, г

Возраст кур, неделя	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
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

Следует отметить, что во все возрастные периоды (за исключением 59-недельного возраста, когда живая масса птицы в группах 1, 2 и 4 была практически одинаковой), наименьшую живую массу имели куры, которые находились при традиционном способе освещения светодиодными светильниками белого холодного спектра (группа 2).

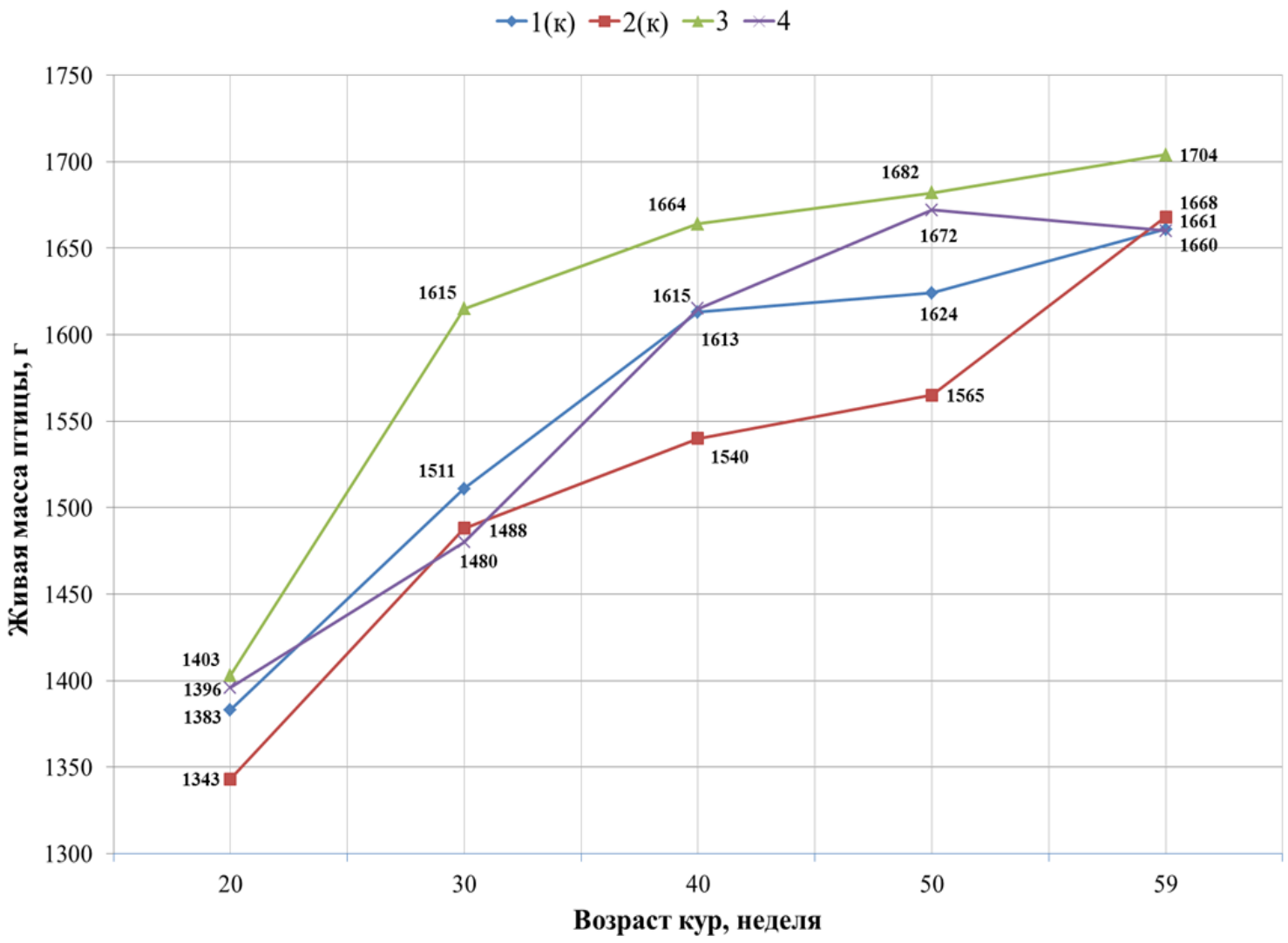


Рисунок 5 – Живая масса птицы, г

Таким образом, использование локального способа освещения светодиодными светильниками белого теплого спектра в группе 3 по сравнению с другими испытанными вариантами позволило повысить сохранность и живую массу кур промышленного стада.

3.2.2. Яичная продуктивность кур-несушек

Для характеристики продуктивности птицы разных групп были изучены: возраст при достижении 5-, 25-, 50-, 75-, 95 % -ного уровня интенсивности яйценоскости, яйценоскость и интенсивность яйценоскости на начальную и среднюю несушку.

Данные, представленные в таблице 15 и рисунке 6, показывают, что локальное освещение светодиодными светильниками белого теплого спектра (группа 3) способствовало более быстрому достижению курами 25-, 50-, 75 %-ной яйценоскости – соответственно на 3, 4–9 и 7–9 суток раньше, чем куры в других группах. Позже всех пика продуктивности достигли куры контрольной группы 2 – на 9–12 дней позже, чем в группах 1, 3 и 4, которые между собой отличались несущественно.

Таблица 15 – Возраст кур при достижении различных уровней интенсивности яйценоскости, сутки

Интенсивность яйценоскости, %	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
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

Поскольку при групповом содержании кур половая зрелость стада выражается возрастом в сутках при достижении 50 % -ного уровня интенсивности яйценоскости [83], результаты нашего исследования позволяют констатировать,

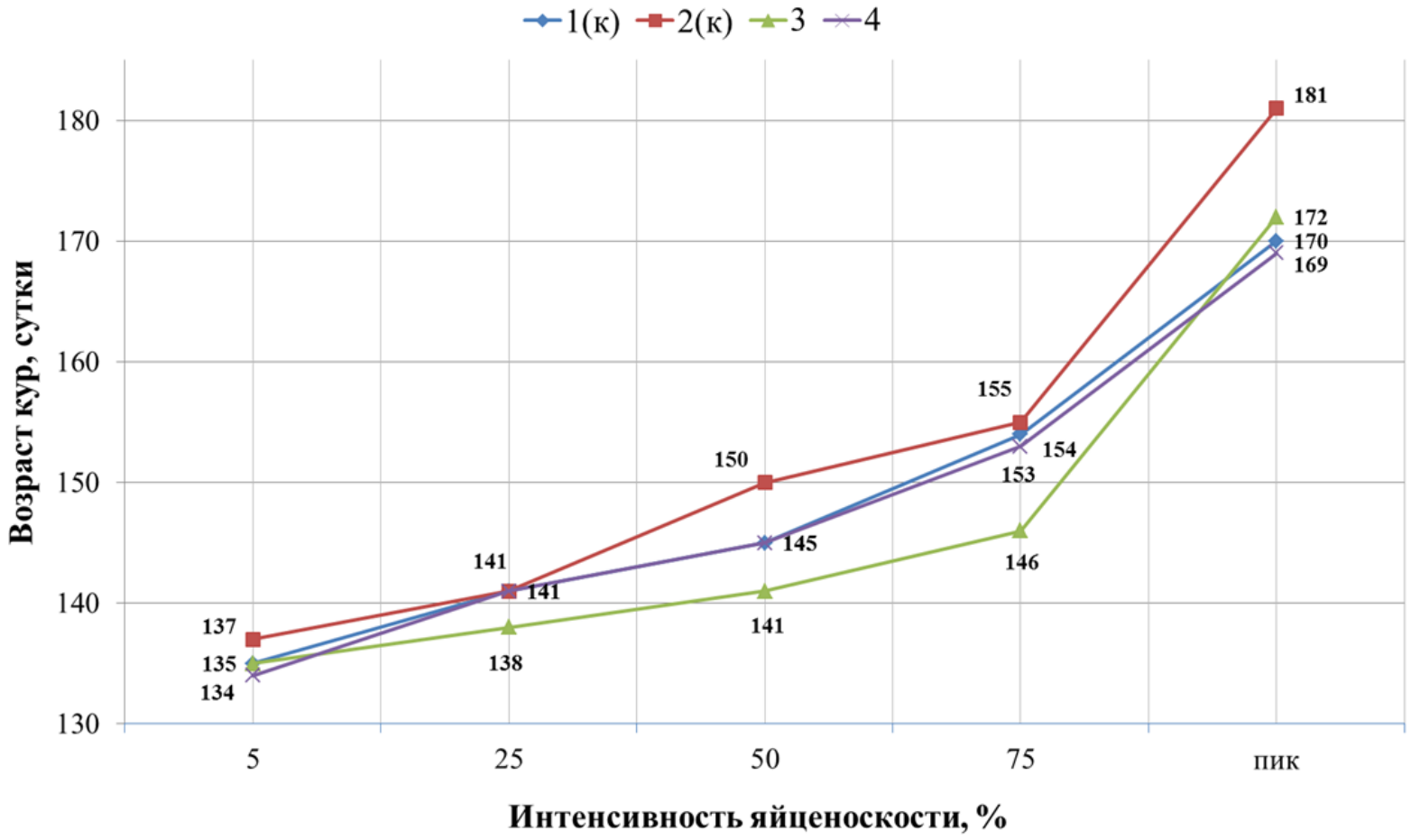


Рисунок 6 – Возраст кур при достижении различных уровней интенсивности яйценоскости, сутки

что куры при белом теплом спектре и локальном способе освещения созревают раньше, чем при белом холодном спектре и традиционном способе светодиодного освещения.

Данные по яйценоскости кур в расчете на среднюю несушку приведены в таблице 16 и на рисунке 7.

Данные таблицы 16 и рисунка 7 свидетельствуют о том, что при белом теплом спектре и локальном способе освещения яйцекладка началась раньше, и ее нарастание шло более быстрыми темпами, чем при белом холодном спектре и традиционном способе освещения. В целом за периоды 121–410 и 141–410 суток жизни наиболее высокая яйценоскость на среднюю несушку зарегистрирована в группе 3, в которой куры содержались в условиях локального освещения светодиодными светильниками белого теплого спектра – на 4,8–13,5 и 4,4–12,6 % больше, чем в других группах.

Таблица 16 – Яйценоскость на среднюю несушку, штук

Возраст кур, сутки	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
121–140	0,90	0,65	1,60	1,06
141–170	21,9	20,3	23,9	22,3
171–200	25,6	25,1	27,8	27,1
201–230	25,6	25,1	27,6	27,1
231–260	25,1	23,9	26,7	25,8
261–290	23,7	22,8	26,2	24,9
291–320	23,5	22,8	25,7	24,9
321–350	23,3	22,7	25,3	24,4
351–380	22,9	22,3	25,3	24,1
381–410	22,6	22,0	25,2	23,1
121–410	**214,6**	**206,9**	**234,9**	**224,1**
141–410	**214,3**	**207,6**	**233,7**	**223,9**

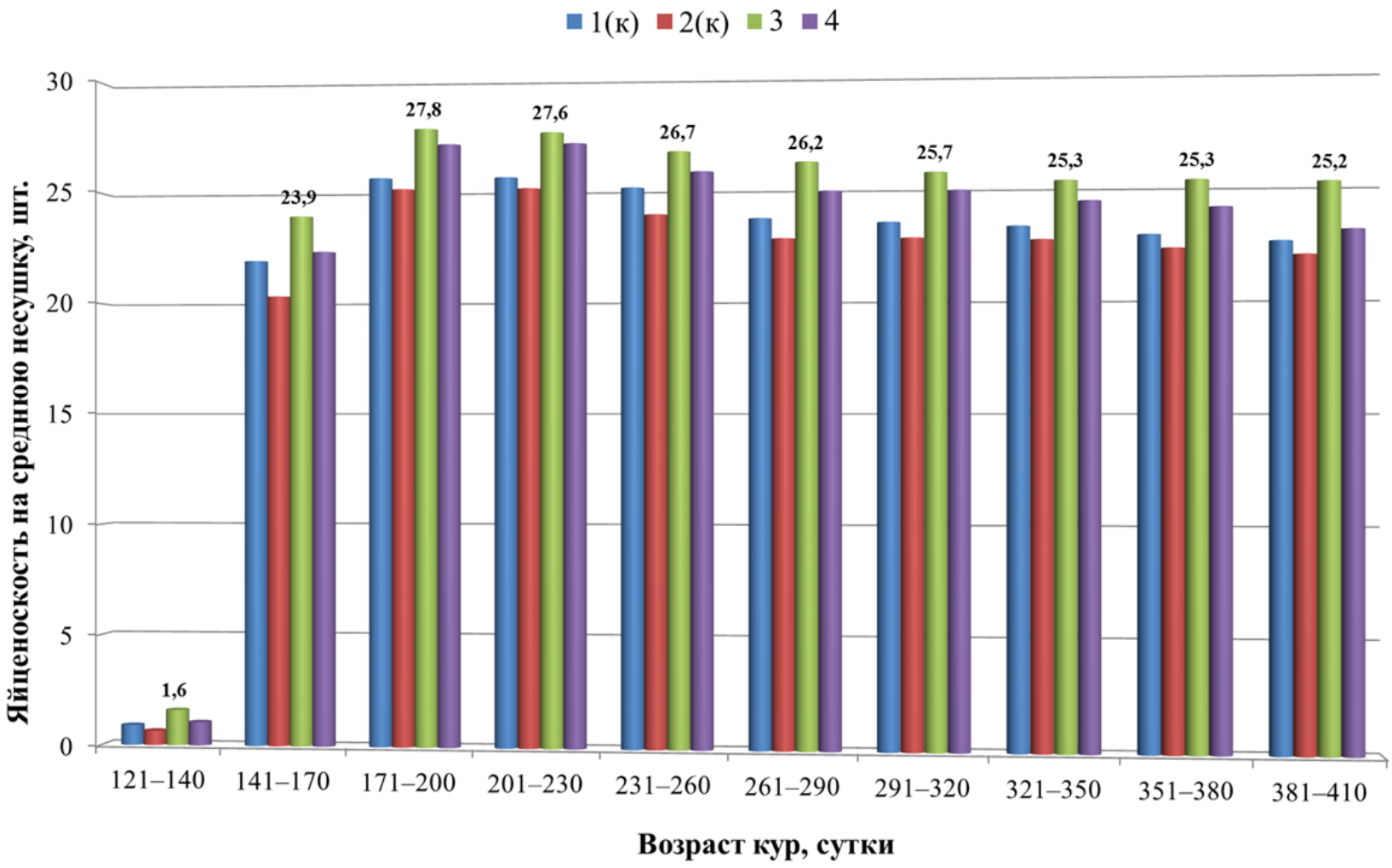


Рисунок 7 – Яйценоскость на среднюю несушку, штук

За указанные периоды жизни наименьшая яйценоскость на среднюю несушку отмечена при традиционном способе освещения светодиодными светильниками белого холодного спектра (контрольная группа 2) – на 3,6 и 3,1 % ниже, чем в контрольной группе 1.

Более предпочтительным показателем для оценки яичной продуктивности птицы, является яйценоскость на начальную несушку (табл. 17 и рис. 8), поскольку она отражает не только яйценоскость, но и сохранность птицы.

Таблица 17 – Яйценоскость на начальную несушку, штук

Возраст кур, сутки	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
121–140	0,90	0,65	1,60	1,06
141–170	21,9	20,2	23,8	22,2
171–200	25,4	24,6	27,5	26,4
201–230	25,4	24,4	27,4	26,2
231–260	24,7	22,9	26,2	24,8
261–290	22,8	21,7	25,6	23,7
291–320	22,4	21,1	24,8	23,3
321–350	22,1	20,9	24,2	22,6
351–380	21,3	20,3	24,1	22,1
381–410	20,8	19,8	23,6	21,0
121–410	**205,8**	**194,7**	**228,8**	**211,3**
141–410	**206,9**	**195,8**	**227,2**	**212,2**

Данные таблицы 17 и рисунка 8 показывают, что по нарастанию яйценоскости на начальную несушку прослеживается та же тенденция, что и по яйценоскости на среднюю несушку, т.е. при белом теплом спектре и локальном способе освещения продуктивность кур интенсивнее повышалась, чем при белом холодном спектре и традиционном способе светодиодного освещения. В результате за периоды 120–410 и 140–410 суток жизни птицы по яйценоскости на начальную несушку группы 3 и 4 превосходили контрольные группы 1 и 2.

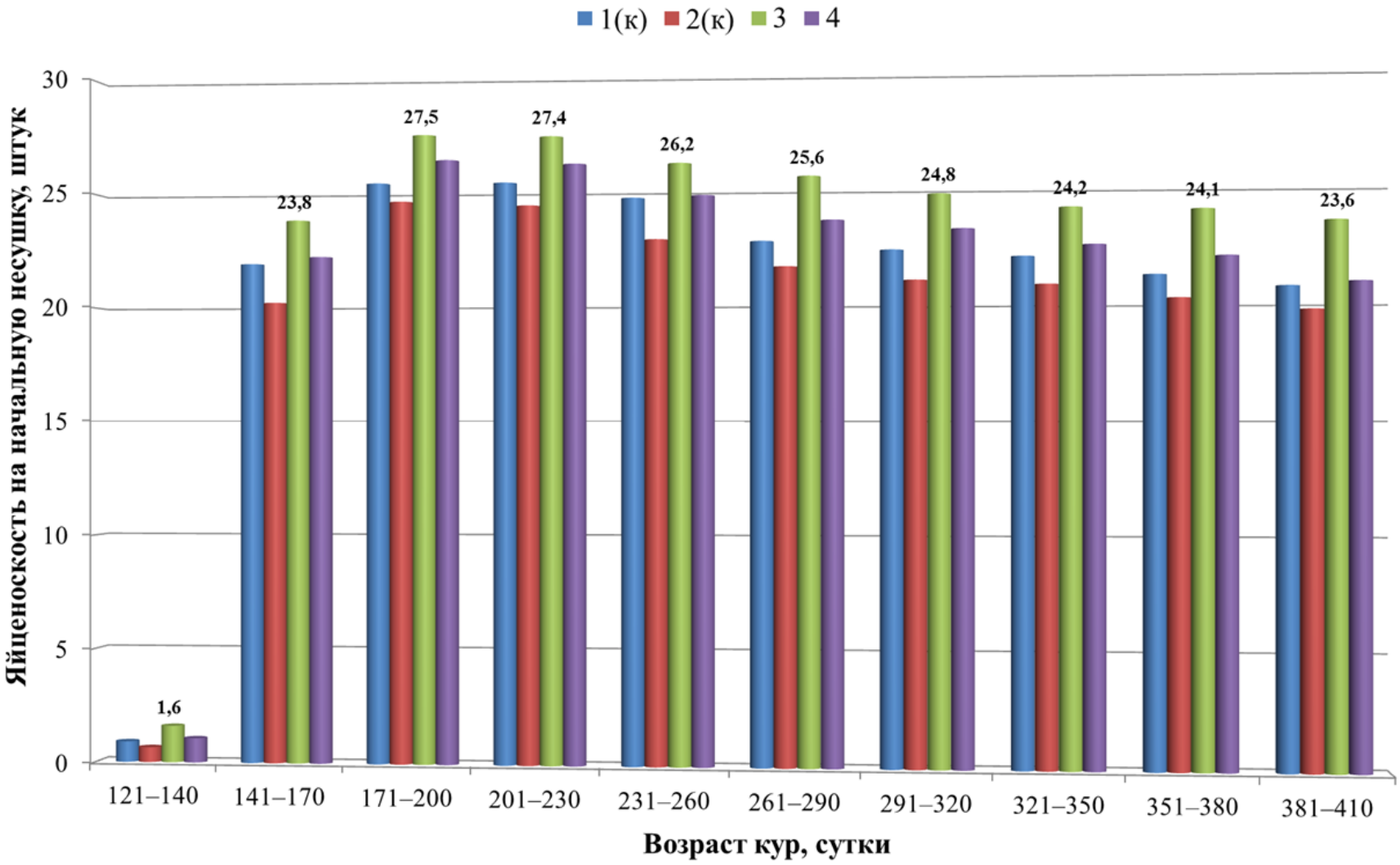


Рисунок 8 – Яйценоскость на начальную несушку, штук

Наибольшим этот показатель был в опытной группе 3 – на 8,3–17,5 и 7,1–16,0% выше, чем в других группах. Наименьшая яйценоскость на начальную несушку отмечена при белом холодном спектре и традиционном способе освещения кур промышленного стада (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.

Анализ данных по интенсивности яйценоскости на среднюю и начальную несушку (табл. 18, 19 и рис. 9, 10) позволяют отметить те же закономерности, что и анализ предыдущих двух таблиц и рисунков.

Таблица 18 – Интенсивность яйценоскости на среднюю несушку, %

Возраст кур, сутки	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
121–140	4,52	3,26	8,01	5,32
141–170	72,9	67,6	79,6	74,3
171–200	85,4	83,6	92,6	92,2
201–230	85,4	83,6	92,1	90,3
231–260	83,5	79,6	89,1	86,0
261–290	78,9	76,1	87,2	83,1
291–320	78,2	76,0	85,8	83,0
321–350	77,8	75,6	84,4	81,4
351–380	76,3	74,4	84,4	80,3
381–410	75,5	73,4	83,8	77,2
121–410	**74,0**	**71,3**	**81,2**	**77,3**
141–410	**79,4**	**76,7**	**86,6**	**82,9**

Так, данные таблицы 18 и рисунка 9 свидетельствуют, что со 121 по 410 суток жизни по интенсивности яйценоскости на среднюю несушку преимущество имели опытные группы 3 и 4. В группах 1, 2, 3 и 4 максимальная интенсивность яйценоскости составила 85,4; 83,6; 92,6 и 92,2 % и была достигнута в

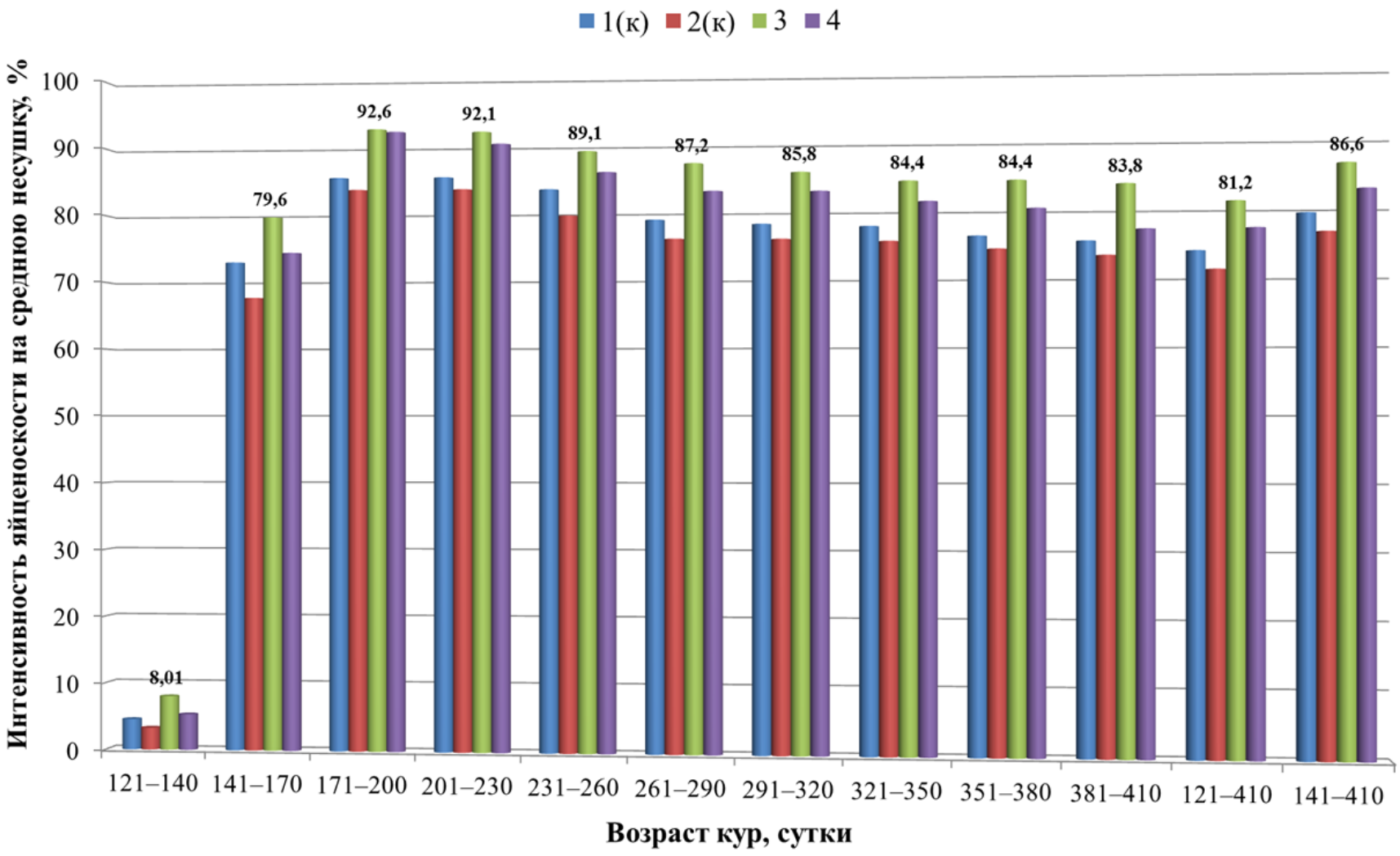


Рисунок 9 – Интенсивность яйценоскости на среднюю несушку, %

период 171–200 суток жизни, т.е. этот показатель в опытных группах 3 и 4 был на 7,2–9,0 и 6,8–8,6 % выше, чем в контрольных группах 1 и 2, соответственно. Более 85 % интенсивность яйценоскости в опытных группах 3 и 4 сохранялась соответственно в течение пяти и трех месяцев против двух месяцев в контрольной группе 1. Что же касается контрольной группы 2, то здесь указанный уровень интенсивности яйценоскости даже достигнут не был.

В целом за периоды 121–410 и 141–410 суток жизни по интенсивности яйценоскости на среднюю несушку опытные группы, где применяли локальное освещение, превосходили контрольные группы, в которых куры находились при традиционном способе освещения. Максимальным этот показатель был в опытной группе 3, при локальном способе и белом теплом спектре светодиодного освещения – на 3,9–9,9 и 3,7–9,9 % выше, чем в остальных группах. Самая низкая интенсивность яйценоскости на среднюю несушку за указанные периоды жизни птицы отмечена в контрольной группе 2 – на 2,7 % ниже, чем в контрольной группе 1.

По интенсивности яйценоскости на начальную несушку (табл.19 и рис. 10) как во все возрастные периоды, так и в среднем за периоды 121–410 и 141–410 суток жизни птицы заметно превалировала опытная группа 3 – разница по сравнению с другими группами составила 6,0–11,8 и 5,6–11,7 %, соответственно. Наименьшая интенсивность яйценоскости на начальную несушку за указанные периоды жизни птицы была в контрольной группе 2 – соответственно на 3,9 и 4,1 % ниже, чем в контрольной группе 1.

Таким образом, при белом теплом спектре с цветовой температурой 3000 К и локальном способе освещения (группа 3) по сравнению с другими группами яйцекладка у кур началась раньше и нарастание интенсивности яйценоскости в стаде шло более быстрыми темпами, а процесс снижения ее после пика был более равномерным. В результате в данной группе получено максимальное значение средней интенсивности яйценоскости кур.

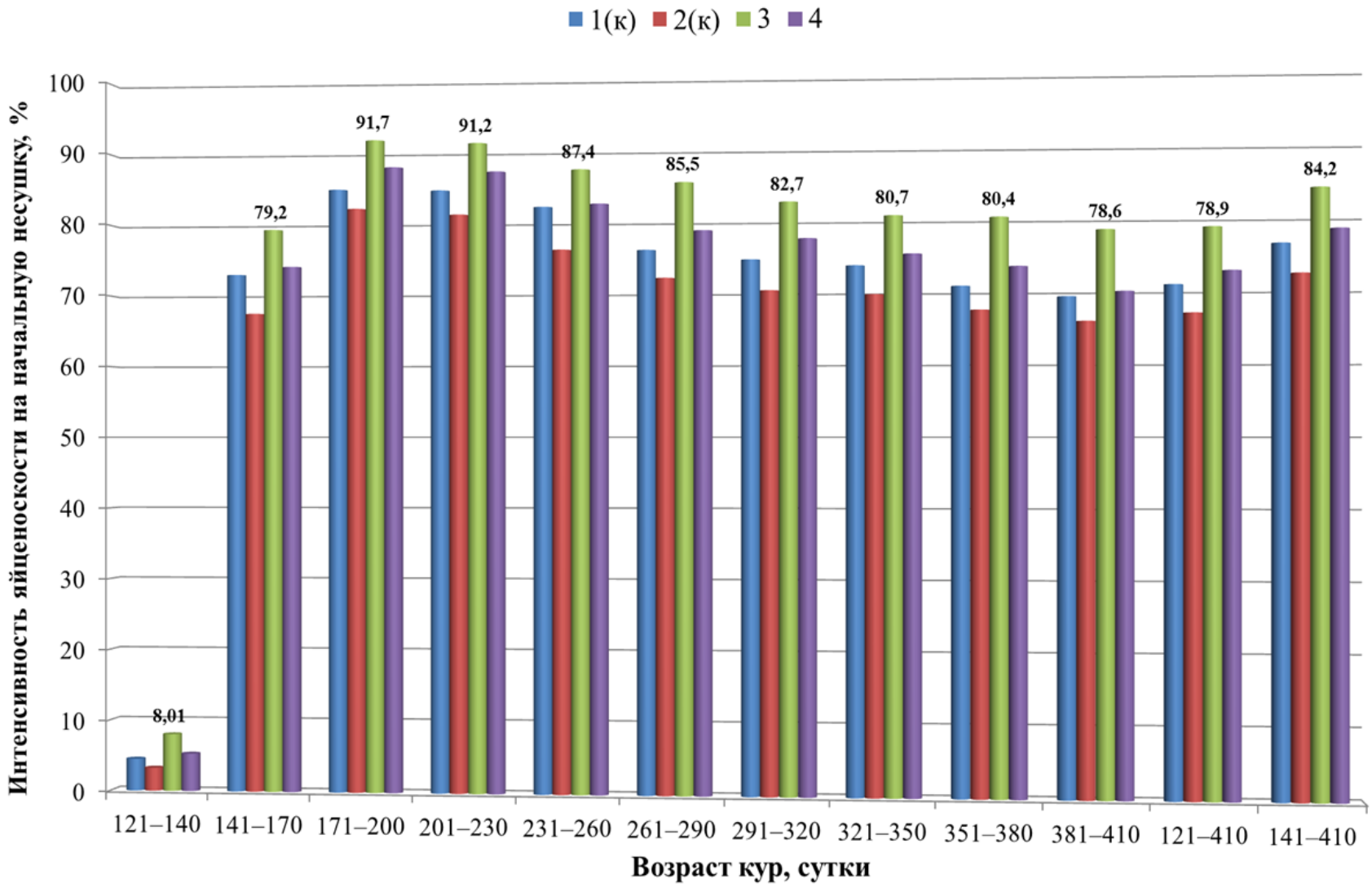


Рисунок 10 – Интенсивность яйценоскости на начальную несушку, %

Таблица 19 – Интенсивность яйценоскости на начальную несушку, %

Возраст кур, сутки	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
1	2	3	4	5
121–140	4,49	3,24	8,01	5,28
141–170	72,9	67,4	79,2	74,0
171–200	84,8	82,1	91,7	87,9
201–230	84,6	81,2	91,2	87,2
231–260	82,2	76,2	87,4	82,6
261–290	76,1	72,2	85,5	78,8
291–320	74,7	70,4	82,7	77,6
321–350	73,8	69,8	80,7	75,4
351–380	70,9	67,6	80,4	73,6
381–410	69,4	66,0	78,6	70,1
121–410	**71,0**	**67,1**	**78,9**	**72,9**
141–410	**76,6**	**72,5**	**84,2**	**78,6**

3.2.3. Масса и категорийность яиц, выход яичной массы

Масса является одним из основных качественных показателей пищевого яйца. С изменением массы яйца во многом изменяется и его качество [1, 28, 96].

Данные по массе яиц в различные возрастные периоды приведены в таблице 20 и на рис 11.

Как показывают данные таблицы 20 и рисунка 11, во всех группах масса яиц в течение продуктивного периода кур закономерно возрастала, при этом со 141- до 260-суточного возраста птицы по этому показателю превосходила опытная группа 3, что возможно было связано с более ранним половым созреванием и быстрым нарастанием яйценоскости кур в этой группе. В период 261–

290 суток жизни птицы наибольшая масса яиц была в контрольной группе 2, а наименьшая в контрольной группе 1. Существенных различий между группами по этому показателю в период 291–320 суток жизни птицы не отмечено. Начиная с 321- до 410-суточного возраста птицы максимальная масса яиц зарегистрирована в опытной группе 4, а минимальная – в контрольной группе 1. В среднем за период 141–410 суток жизни птицы наибольшая масса яиц отмечена в опытной группе 3 – на 1,0–2,9 % выше, чем в других группах. Наименьшим этот показатель был в контрольной группе 1 – на 1,0 % ниже, чем в контрольной группе 2.

Таблица 20 – Масса яиц, г

Возраст кур, сутки	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
141–170	48,6±0,43	49,0±0,62	50,9±0,35	49,5±0,59
171–200	55,4±0,63	54,9±0,51	58,4±0,46	54,8±0,47
201–230	56,7±0,46	57,4±0,49	58,5±0,59	57,6±0,50
231–260	57,0±0,49	57,7±0,43	59,8±0,44	57,9±0,51
261–290	60,2±0,72	62,4±0,76	60,9±0,57	61,9±0,66
291–320	62,3±0,63	62,4±0,84	62,7±0,72	62,4±0,60
321–350	62,7±0,56	62,9±0,76	62,9±0,53	64,0±0,58
351–380	62,9±0,73	63,1±0,81	63,2±0,62	64,6±0,63
381–410	62,9±0,55	64,2±0,57	63,8±0,62	65,0±0,65
141–410	**58,0±0,27**	**58,6±0,29**	**59,7±0,21**	**59,1±0,27**

Разность по массе яиц статистически достоверна за период 141–170 суток жизни птицы между группами 3 и 1 (P<0,001), 3 и 2 (P<0,01), 3 и 4 (P<0,05); 171–200 суток – между группами 3 и 1, 2, 4 (P<0,001); 201–230 суток – между группами 3 и 1 (P<0,05); 231–260 суток – между группами 3 и 1, 2 (P<0,001), 3 и 4 (P<0,01); 261–290 суток – между группами 2 и 1 (P<0,05); в среднем за продуктивный период (141–410 суток жизни птицы) – между группами 3 и 1 (P<0,001), 4 и 1 (P<0,01), 3 и 2 (P<0,01).

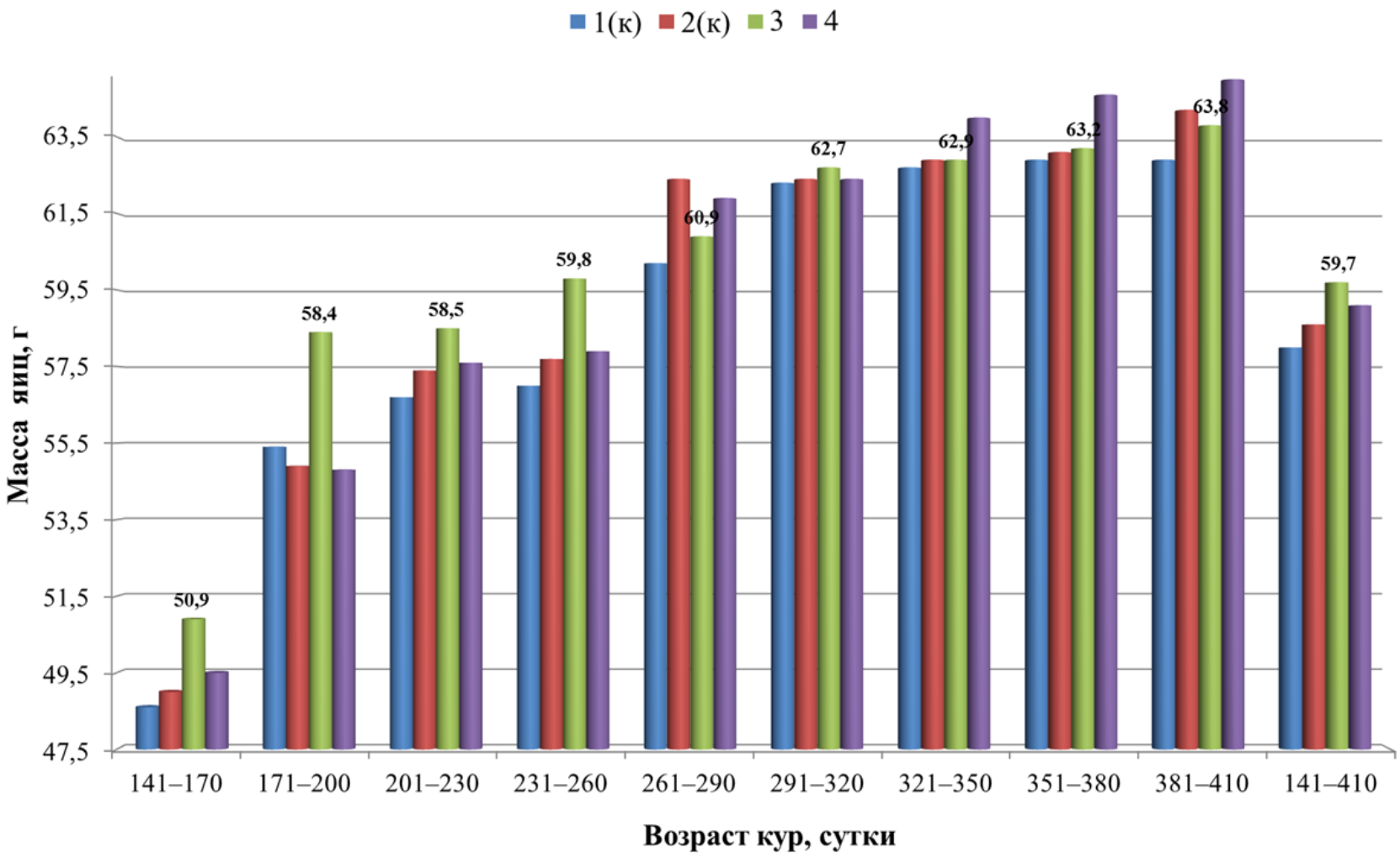


Рисунок 11 – Масса яиц, г

От массы яйца напрямую зависит выход яиц по категориям [19], что, в конечном счете, отражается на реализационной цене производимой продукции [35, 42].

Анализ данных таблицы 21 и рисунка 12 показывает, что в связи с более высокой массой яиц в 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 (6,5–7,4 %) группы отличались незначительно.

Таблица 21 – Выход яиц по категориям за период 140-410 суток, %

Группа	Категория яиц					
	Высшая	Отборная	Первая	Вторая	Третья	Бой и насечка
1(к)	0,6	16,1	28,0	24,3	24,5	6,5
2(к)	0,7	20,0	29,9	23,6	18,4	7,4
3	1,8	22,1	35,3	17,1	17,0	6,7
4	1,2	19,6	33,4	20,0	18,8	7,0

Показатель выхода яичной массы позволяет комплексно оценивать продуктивность кур по яйценоскости и массе яиц. В таблице 22 и на рисунке 13 представлены данные по выходу яичной массы на среднюю несушку.

Таблица 22 – Выход яичной массы на среднюю несушку, кг

Возраст кур, сутки	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
1	2	3	4	5
141–170	1,06	0,99	1,22	1,10
171–200	1,42	1,38	1,62	1,48
201–230	1,45	1,44	1,62	1,56

1	2	3	4	5
231–260	1,43	1,38	1,60	1,49
261–290	1,42	1,42	1,59	1,54
291–320	1,46	1,42	1,61	1,55
321–350	1,46	1,43	1,59	1,56
351–380	1,44	1,41	1,60	1,56
381–410	1,42	1,41	1,61	1,51
141–410	**12,5**	**12,3**	**14,05**	**13,34**

Как показывают данные таблицы 22 и рисунка 13, во все возрастные периоды опытные группы превосходили контрольные по выходу яиц на среднюю несушку. Следует отметить, что во всех группах со 141- до 230-суточного возраста птицы этот показатель возрастал, а в возрастной период 231–260 суток произошло некоторое его снижение. При этом если после снижения в опытной группе 3 он до конца продуктивного периода оставался практически на одном уровне, то в опытной группе 4 – с 261- до 350-суточного возраста вновь повышался с некоторой стабилизацией до 380-суточного возраста и повторным снижением за последний возрастной период. Что касается контрольных групп, то здесь картина была несколько иной. В группе 1 снижение выхода яичной массы на среднюю несушку продолжался до 290-суточного возраста, после чего в период 291–320 суток произошло некоторое повышение со стабилизацией в период 321–360 суток, а далее до конца продуктивного периода вновь снижался. В контрольной группе 2, после снижения в период 231–260 суток, этот показатель до 350-суточного возраста несколько повышался, а далее в период 351–380 суток снова снизился и оставался на таком уровне до конца продуктивного периода.

В целом за продуктивный период максимальный выход яичной массы на среднюю несушку (14,05 кг) был зарегистрирован в опытной группе 3, где кур содержали при локальном способе и белом теплом спектре светодиодного освещения – на 0,71–1,75 кг или на 5,3–14,2 % выше, чем в других группах. Наименьшим этот показатель был (12,30 кг) в контрольной группе 2 – на 4,1 %

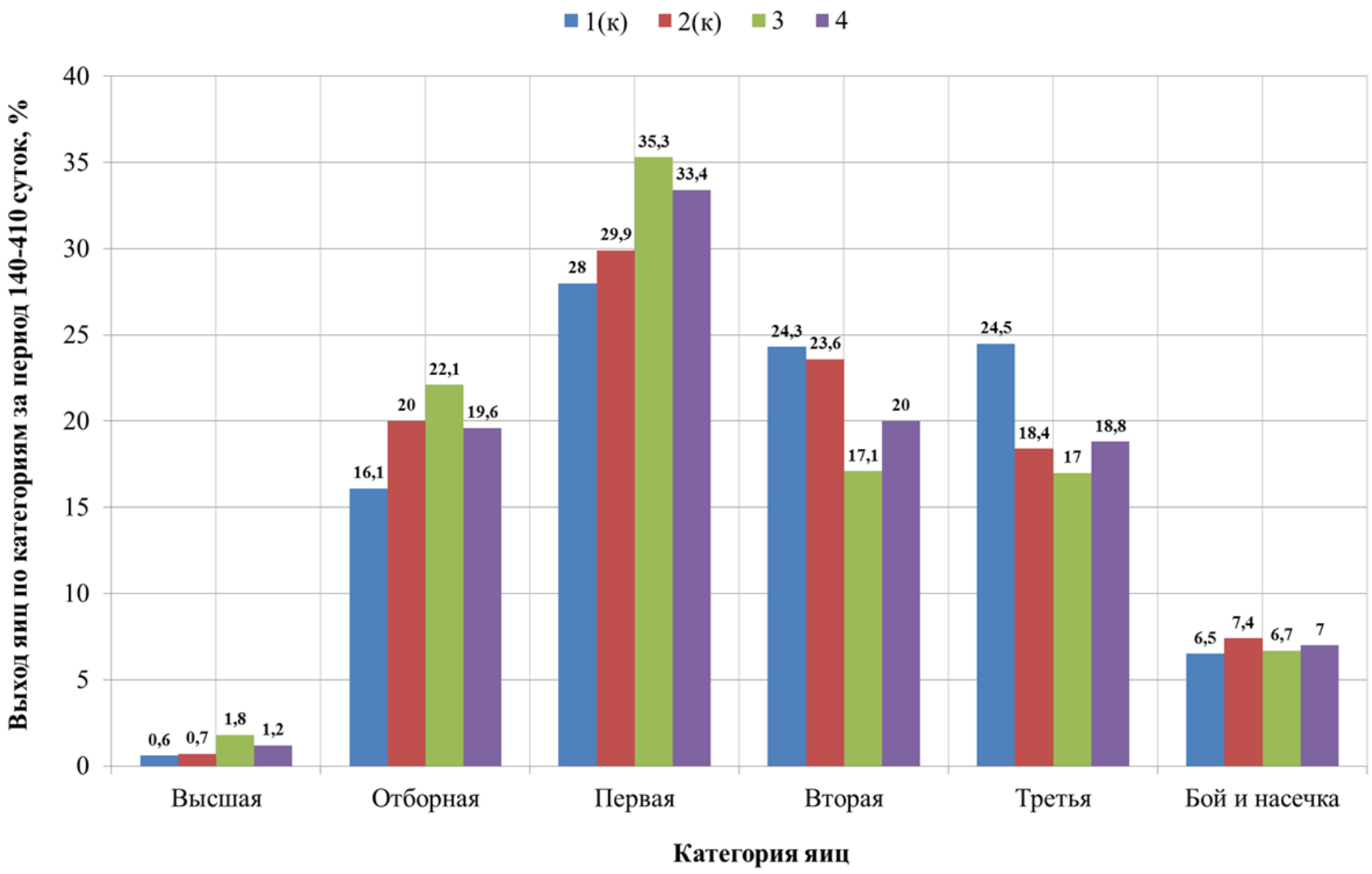


Рисунок 12 – Выход яиц по категориям за период 140-410 суток, %

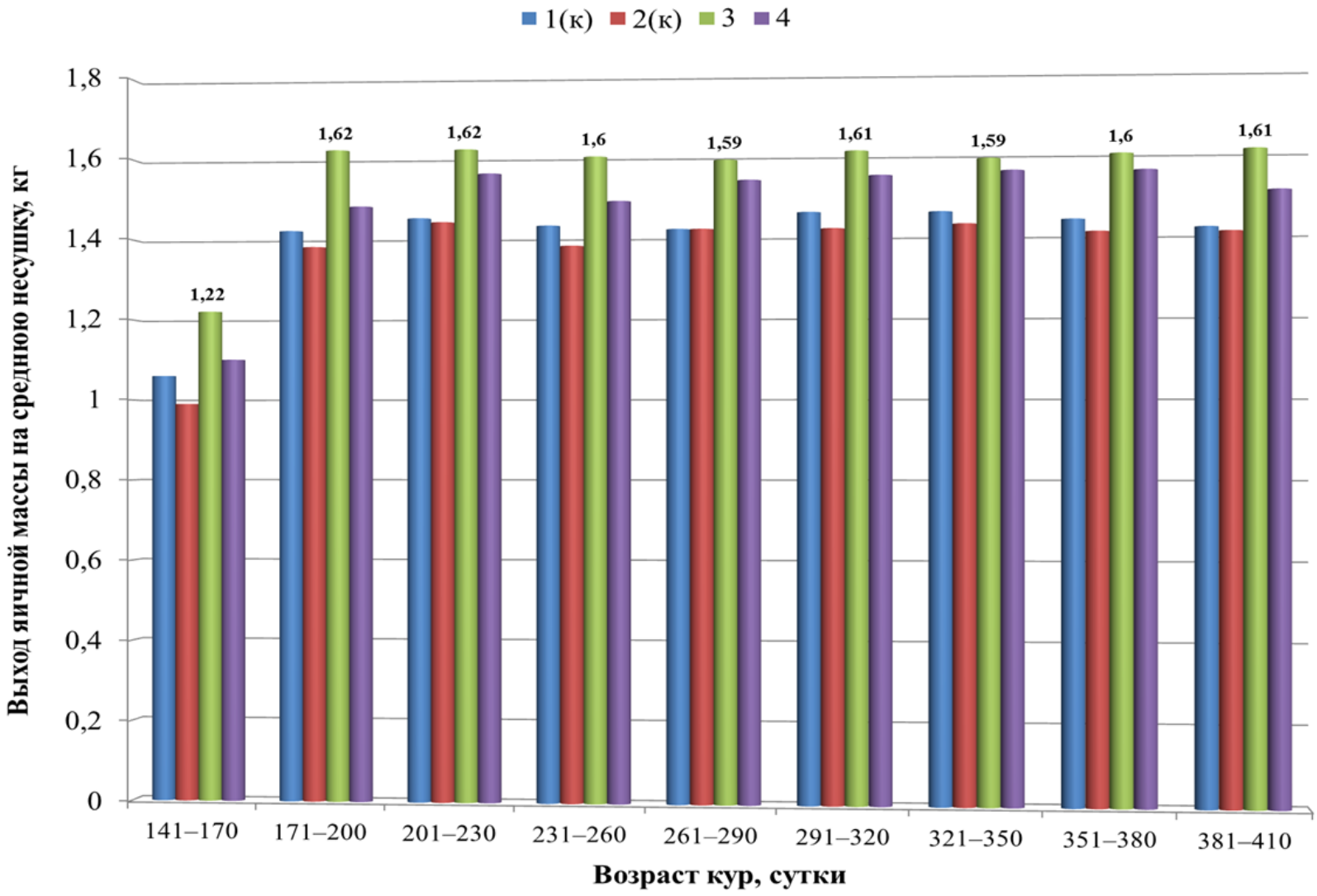


Рисунок 13 – Выход яичной массы на среднюю несушку, кг

ниже, чем в контрольной группе 1. Повышение выход яичной массы на среднюю несушку в опытной группе 3 было обусловлено более высокой яйценоскостью и массой яиц кур этой группы.

По выходу яичной массы на начальную несушку (табл. 23 и рис. 14) тенденция была несколько иная, чем на среднюю несушку.

Таблица 23 – Выход яичной массы на начальную несушку, кг

Возраст кур, сутки	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
141–170	1,06	0,99	1,21	1,10
171–200	1,41	1,35	1,61	1,44
201–230	1,44	1,40	1,60	1,51
231–260	1,41	1,32	1,57	1,44
261–290	1,37	1,35	1,56	1,46
291–320	1,40	1,32	1,56	1,45
321–350	1,39	1,32	1,52	1,45
351–380	1,34	1,28	1,52	1,43
381–410	1,31	1,27	1,51	1,37
141–410	**12,10**	**11,60**	**13,65**	**12,64**

Так, в контрольных группах 1, 2 и опытной группе 4 выход яичной массы на начальную несушку повышался со 140- до 230-суточного возраста. Далее в группе 1 этот показатель до 410-суточного возраста снижался, а в группах 2 и 4 в периоде 231–260 суток жизни он снизился с кратковременным повышением в последующем возрастном периоде (261–290 суток) и далее до конца продуктивного периода вновь снижался. В опытной группе 3 выход яичной массы на начальную несушку повышался со 140- до 200-суточного возраста, а далее этот показатель до конца продуктивного периода плавно снижался.

За 141–410 суток жизни птицы наиболее высокий выход яичной массы на начальную несушку (13,65 кг) зарегистрирован в опытной группе 3, где кур содержали при локальном способе и белом теплом спектре светодиодного

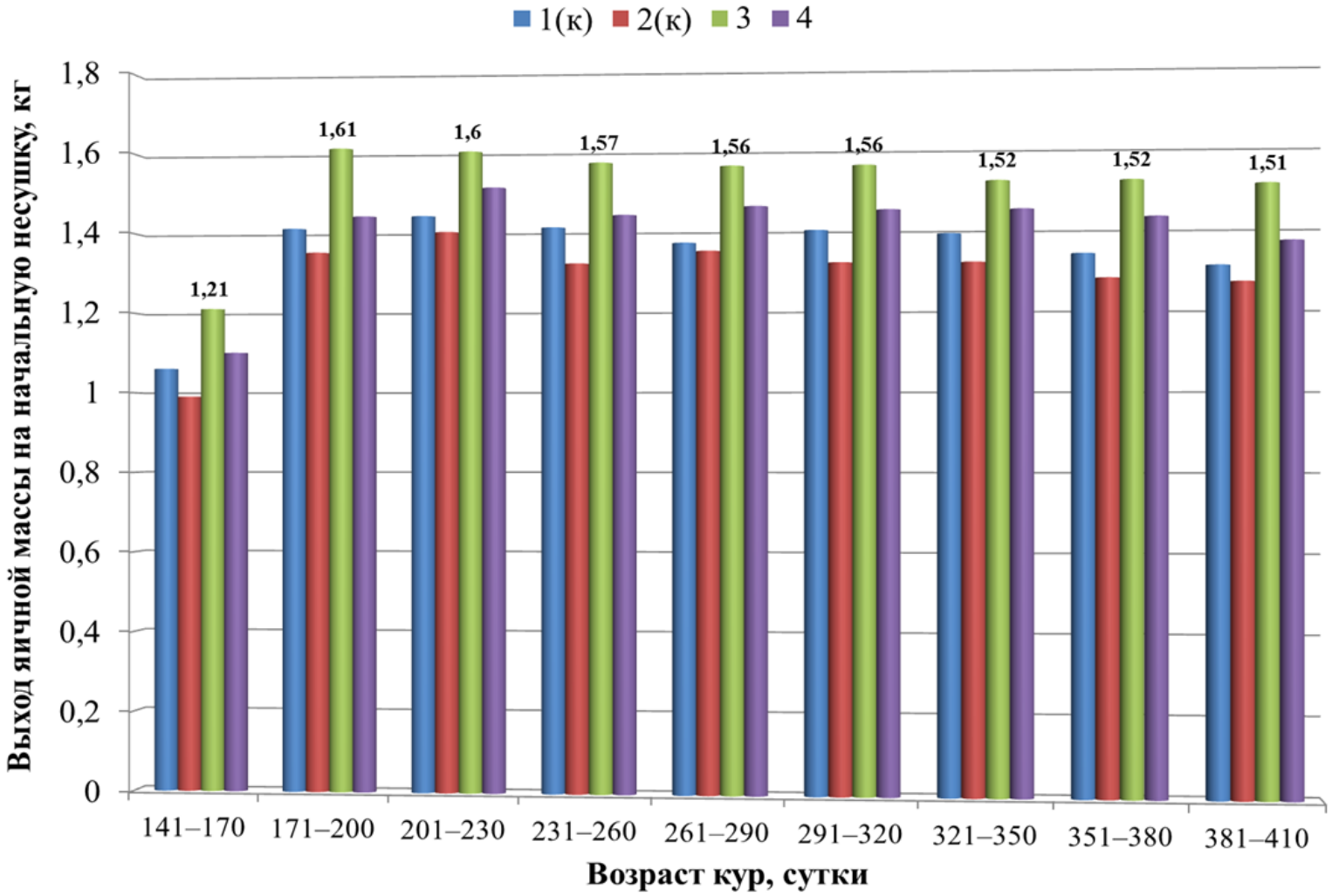


Рисунок 14 – Выход яичной массы на начальную несушку, кг

освещения – разница по сравнению с другими группами составила 1,01–2,05 кг или 8,0–17,7 %. Самым низким этот показатель (11,60 кг) был в контрольной группе 2 – на 4,1 % меньше, чем в контрольной группе 1.

Таким образом, использование светодиодных источников белого теплого спектра освещения с цветовой температурой 3000 К и локального способа их размещения в группе 3 позволило повысить массу яиц, выход яиц высшей, отборной и первой категории, выход яичной массы на среднюю и начальную несушку по сравнению с другими группами.

3.2.4. Затраты корма

В структуре себестоимости продукции корма занимают до 70% от общих затрат. Поэтому затраты корма на единицу продукции являются важным показателем для экономики хозяйства [47].

В опыте суточная норма корма выдаваемого на 1 голову в сутки соответствовала рекомендациям для кросса СП-789 по которым расход корма с 121- до 260-суточного возраста птицы увеличивается с 86,3 до 115,0 г, а потом снижается до 110,0 г к 321-суточному возрасту и далее остается на таком уровне до конца продуктивного периода. В связи с этим расход корма на 1 голову в сутки во всех группах был идентичным и в среднем за периоды 121–410 и 141–410 суток содержания птицы составил 109,1 и 110,9 г, соответственно.

Расход корма на 1 голову является вспомогательным показателем, поскольку при его расчете не принимается во внимание яичная продуктивность птицы. В этом отношении более показательны затраты корма на 10 яиц и 1 кг яичной массы.

Возрастная динамика затрат корма на 10 яиц представлена в таблице 24 и на рисунке 15.

Данные представленные в таблице 24 и на рисунке 15 показывают, что во всех группах минимальные затраты корма на 10 яиц были в период 171–200 суток жизни птицы – в момент выхода стада на пик продуктивности. В дальней-

шем в группах 1–4 этот показатель увеличивался до 290-суточного возраста, после чего в опытной группе 3 практически не менялся до конца продуктивного периода, а в контрольных группах 1, 2 и опытной группе 4 изменения носили зигзагообразный характер.

Таблица 24 – Затраты корма на 10 яиц, кг

Возраст кур, сутки	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
121–140	19,1	26,5	10,8	16,2
141–170	1,40	1,51	1,28	1,38
171–200	1,29	1,32	1,19	1,22
201–230	1,34	1,37	1,24	1,27
231–260	1,38	1,44	1,29	1,34
261–290	1,45	1,50	1,31	1,38
291–320	1,43	1,47	1,30	1,34
321–350	1,41	1,45	1,30	1,35
351–380	1,44	1,48	1,30	1,37
381–410	1,46	1,50	1,31	1,43
121–410	**1,47**	**1,53**	**1,35**	**1,41**
141–410	**1,40**	**1,45**	**1,28**	**1,34**

В среднем за периоды 121–410 и 141–410 суток жизни птицы наименьшие затраты корма на 10 яиц отмечены в опытной группе 3 – соответственно на 4,3–11,8 и 4,5–11,7 % ниже, чем в других группах. Максимальными эти показатели были в контрольной группе 2 – на 4,1 и 3,6 % выше, чем в контрольной группе 1.

Отмеченные различия между группами по данному показателю по возрастам и в среднем за продуктивный период были связаны в основном с яйценоскостью птицы.

Затраты корма на 1 кг яичной массы приведены в таблице 25 и на рис. 16.

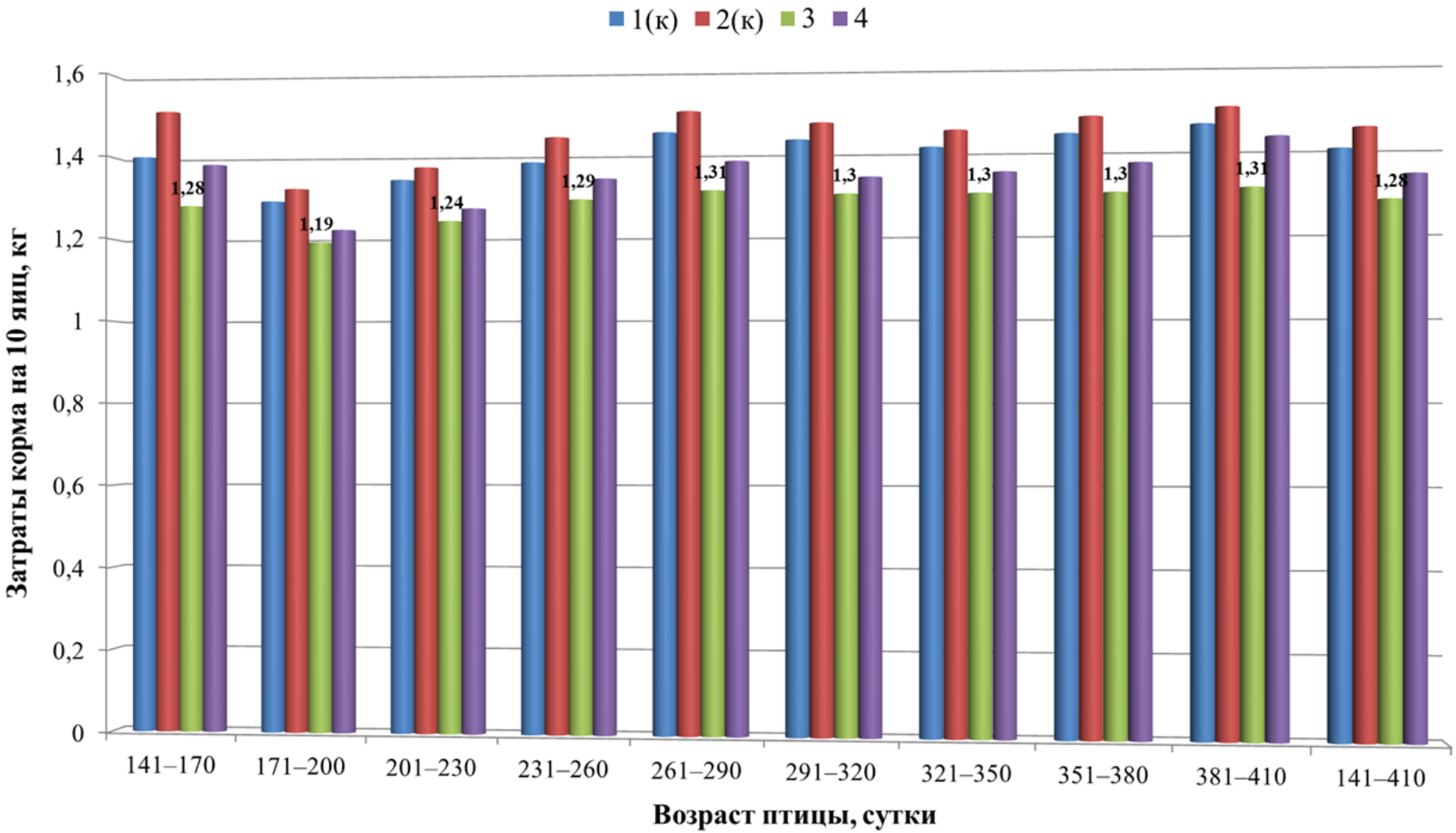


Рисунок 15 – Затраты корма на 10 яиц, кг

Анализируя данные таблицы 25 и рисунка 16, можно отметить, что во всех группах минимальные затраты корма на 1 кг яичной массы, как и затраты корма на 10 яиц были в момент выхода стад птицы на пик продуктивности (171–200 суток жизни птицы). Дальнейшие возрастные и групповые различия были связаны с изменениями, происходящих в выходе яичной массы и суточных нормах потребления корма птицей.

Таблица 25 – Затраты корма на 1 кг яичной массы, кг

Возраст кур, сутки	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
141–170	2,89	3,09	2,52	2,78
171–200	2,33	2,40	2,04	2,23
201–230	2,36	2,39	2,12	2,20
231–260	2,42	2,50	2,16	2,31
261–290	2,41	2,41	2,15	2,22
291–320	2,29	2,35	2,07	2,15
321–350	2,26	2,31	2,07	2,11
351–380	2,29	2,34	2,06	2,12
381–410	2,32	2,33	2,06	2,19
141–410	**2,39**	**2,44**	**2,13**	**2,24**

В среднем за период 141–410 суток жизни птицы самые низкие затраты корма на 1 кг яичной массы были зафиксированы в опытной группе 3 и составили 2,13 кг, что на 4,9–12,7 % ниже, чем в остальных подопытных группах. Наибольшим этот показатель (2,44 кг) был в контрольной группе 2 – на 2,1 % выше, чем в контрольной группе 1.

Итак, использование светодиодных источников белого теплого спектра освещения с цветовой температурой 3000 К и локального способа их размещения в группе 3 позволило снизить затраты корма на единицу произведенной продукции.

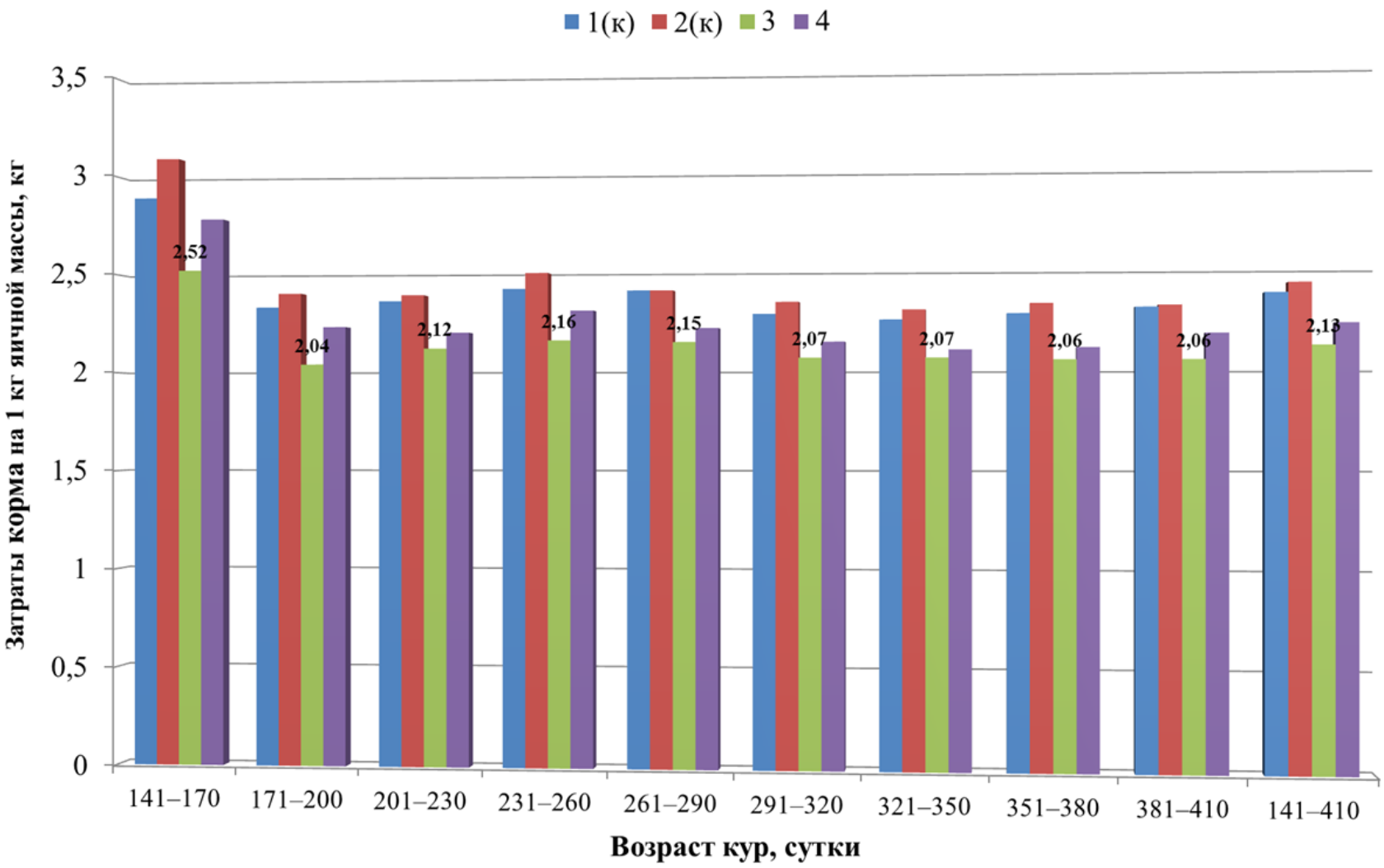


Рисунок 16 – Затраты корма на 1 кг яичной массы, кг

3.2.5. Качество яиц

На качество яиц влияет целый комплекс разнообразных факторов. Большая часть из них действует во время формирования яйца до момента его снесения, другие – влияют на уже снесенное яйцо [80, 96, 181, 149].

Морфологические показатели яиц. Морфологические показатели яиц представлены таблица 26.

Как свидетельствуют данные таблицы 18, в 20-недельном возрасте птицы по абсолютной массе белка превосходили контрольная группа 2 и опытная группа 3 с небольшим перевесом последней, хотя по относительной массе белка все же группа 2 имела преимущество над другими группами – разница составила 1,3–2,2 %. Самая низкая абсолютная масса белка яиц (30,85 г) была у кур контрольной группы 1, а относительная масса белка (66,5 %) – у кур опытной группы 4.

Наибольшая абсолютная и относительная масса желтка была в опытной группе 3 – на 0,27–1,11 г и 0,3–1,8 % выше, нежели в других группах. Минимальными эти показатели были в контрольной группе 2 – на 0,5 и 1,5 % ниже, чем в контрольной группе 1. Разность по абсолютной массе желтка яиц достоверна между группами 4 и 2, 3 ($P<0,01$) (примечание: здесь и далее на первом месте стоит превосходящая группа).

Максимальные абсолютная и относительная масса скорлупы, а также толщина скорлупы яиц зарегистрированы в опытной группе 4, превосходство над другими группами составило 0,45–0,51 г; 0,6–1,2 % и 12–21 мкм, соответственно. Самая низкая абсолютная и относительная масса скорлупы яиц была в опытной группе 3, а толщина скорлупы яиц – в контрольной группе 2. Разность статистически достоверна по абсолютной массе скорлупы яиц между группами 4 и 1, 3 ($P<0,01$); 4 и 2 ($P<0,05$).

В указанном возрасте по соотношению белка к желтку группы 1, 3 и 4 практически не отличались, а контрольная группа 2 опережала другие группы на 10,6–11,0 %.

Таблица 26 – Морфологические показатели яиц

Показатель	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
1	2	3	4	5
Возраст 20 недель				
Масса:	46,0±0,63	47,1±0,70	48,3±0,62	47,7±0,52
белка, г	30,85±0,56	32,37±0,72	32,56±0,75	31,71±0,52
%	67,1	68,7	67,4	66,5
желтка, г	9,91±0,17	9,41±0,17	10,52±0,24	10,25±0,21
%	21,5	20,0	21,8	21,5
скорлупы, г	5,23±0,11	5,27±0,14	5,21±0,1	5,72±0,08
%	11,4	11,2	10,8	12,0
Толщина скорлупы, мкм	355±8,0	346±9,6	355±6,7	367±5,9
Соотношение белка к желтку	3,11	3,44	3,10	3,10
Возраст 30 недель				
Масса:	60,6±0,6	59,2±0,95	59,5±0,66	59,9±0,76
белка, г	38,87±0,44	37,19±0,72	37,30±0,54	37,61±0,79
%	64,1	62,8	62,7	62,8
желтка, г	15,15±0,29	15,62±0,24	15,91±0,28	15,63±0,26
%	25,0	26,4	26,7	26,1
скорлупы, г	6,54±0,11	6,41±0,14	6,30±0,12	6,62±0,12
%	10,8	10,8	10,6	11,1
Толщина скорлупы, мкм	354±5,1	346±5,6	352±5,5	356±4,2
Соотношение белка к желтку	2,57	2,38	2,34	2,41
Возраст 40 недель				
Масса:	62,8±2,2	60,0±0,93	62,7±0,99	60,5±1,38
белка, г	38,46±2,08	36,27±1,1	38,46±0,8	36,18±1,2

1	2	3	4	5
%	61,2	60,5	61,3	59,8
желтка, г	17,87±0,41	17,46±0,33	18,23±0,4	18,00±0,57
%	28,5	29,1	29,1	29,8
скорлупы, г	6,45±0,16	6,23±0,18	5,99±0,14	6,28±0,1
%	10,3	10,4	9,6	10,4
Толщина скорлупы, мкм	357±9,2	359±6,9	348±6,6	353±4,5
Соотношение белка к желтку	2,15	2,08	2,11	2,01
Возраст 50 недель				
Масса:	64,3±0,71	62,5±0,82	65,3±1,04	64,3±0,53
белка, г	37,98±0,67	36,27±0,91	39,42±0,77	38,93±0,54
%	59,1	58,0	60,4	60,5
желтка, г	18,88±0,46	18,91±0,35	18,77±0,46	18,01±0,37
%	29,4	30,3	28,8	28,0
скорлупы, г	7,45±0,18	7,27±0,14	7,07±0,18	7,32±0,1
%	11,6	11,6	10,8	11,4
Толщина скорлупы, мкм	379±6,8	393±7,9	389±9,3	381±6,9
Соотношение белка к желтку	2,01	1,92	2,10	2,16
Возраст 59 недель				
Масса:	63,5±1,1	64,8±0,94	65,3±1,21	63,3±0,76
белка, г	39,87±0,85	40,17±0,71	40,81±0,88	39,59±0,71
%	62,8	62,0	62,5	62,5
желтка, г	17,19±0,37	17,80±0,46	17,43±0,44	17,13±0,33
%	27,1	27,5	26,7	27,1
скорлупы, г	6,44±0,14	6,81±0,14	7,01±0,13	6,54±0,1
%	10,1	10,5	10,8	10,3
Толщина скорлупы, мкм	364±5,4	358±4,7	361±5,7	351±8,0

1	2	3	4	5
Соотношение белка к желтку	2,32	2,26	2,34	2,31
В среднем за продуктивный период				
Масса:	59,4±0,95	58,7±0,81	60,2±0,90	59,1±0,95
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
Соотношение белка к желтку	2,35	2,31	2,33	2,33

В 30-недельном возрасте максимальная абсолютная и относительная масса белка яиц была в контрольной группе 1 – на 1,26–1,68 г и 1,3–1,4 % выше, чем в других группах. Остальные группы по этим показателям отличались незначительно. Разность по абсолютной массе белка яиц достоверна между группами 1 и 3 ($P<0,05$).

По абсолютной и относительной массе желтка, скорлупы и толщине скорлупы яиц достоверных различий между подопытными группами 1–4 не обнаружено. Однако отмечена тенденция снижения абсолютной (на 0,47–0,76 г) и относительной (на 1,1–1,7 %) массы желтка в контрольной группе 1, абсолютной (на 0,11–0,32 г) и относительной (на 0,2–0,5 %) массы скорлупы в опытной группе 3 и толщины скорлупы яиц (на 1,7–2,8 %) в контрольной группе 2.

Самое низкое соотношение белка к желтку (2,34) было в опытной группе 3, а самое высокое (2,57) в контрольной группе 1. Группы 2 и 4 по этому показателю практически мало отличались.

В 40-недельном возрасте птицы контрольная группа 1 и опытная группа 3, где куры находились при белом теплом спектре и традиционном и локальном

способе светодиодного освещения превосходили другие группы как по абсолютной (на 2,19–2,28 г), так и по относительной (0,7–1,5 %) массе белка, однако разность между группами была статистически недостоверна. Наименьшими эти показатели были в опытной группе 4.

По абсолютной и относительной массе желтка и толщине скорлупы яиц существенных различий между группами не было, хотя отмечена тенденция увеличения абсолютной и относительной массы желтка и снижения толщины скорлупы яиц в опытных группах 3 и 4 по сравнению с соответствующими контрольными группами 1 и 2.

По абсолютной и относительной массе скорлупы яиц опытная группа 3 соответственно на 0,24–0,46 г и 0,7–0,8 % отставала от других групп, которые между собой отличались несущественно. Разность по абсолютной массе скорлупы яиц достоверна между группами 1 и 3 ($P<0,05$).

Наименьшее соотношение белка к желтку была в опытной группе 4 – на 3,37–6,51 % ниже, чем в остальных группах. Наибольшим этот показатель (2,15) был в контрольной группе 1.

В 50-недельном возрасте кур по абсолютной и относительной массе белка яиц опытные группы 3 и 4, которые между собой отличались незначительно, превосходили контрольные группы 1 и 2. Максимальными эти показатели были в группе 4 – на 0,49–2,66 г и 0,1–2,5 % выше, чем в других группах, а минимальными в группе 2 – на 1,26 г и 1,1 % ниже, чем в контрольной группе 1. Разность по абсолютной массе белка достоверна между группами 3, 4 и 2 ($P<0,05$).

По абсолютной и относительной массе желтка, скорлупы и по толщине скорлупы яиц существенных различий между группами не зафиксированы. Однако отмечена некоторая тенденция снижения абсолютной и относительной массы желтка в опытных группах 3, 4 и скорлупы яиц в опытной группе 3.

Наименьшее соотношение белка к желтку было в контрольной группе 2 – 4,5–1,1 % ниже, нежели в других группах. Максимальное значение данного показателя (2,16) зарегистрировано в опытной группе 4.

В 59-недельном возрасте по абсолютной и относительной массе белка и желтка, по толщине скорлупы яиц значительных различий между группами отмечено не было.

По абсолютной и относительной массе скорлупы яиц прослеживается превосходство соответственно на 0,20–0,57 г и 0,3–0,7 % опытной группы 3 над другими группами, которые между собой отличались несущественно. Однако разность статистически достоверна по абсолютной массе скорлупы яиц только между группами 3 и 1, 4 (P<0,01).

Наименьшее соотношение белка к желтку, как и в предыдущем возрасте, зарегистрировано в контрольной группе 2 – на 2,2–3,4% ниже, чем в остальных группах. Другие группы по этому показателю отличались между собой незначительно.

В среднем за продуктивный период кур (141–410 суток) по абсолютной и относительной массе белка (36,5–37,7 и 62,2–62,6 %), желтка (15,8–16,2 г и 26,6–26,9 %), скорлупы (6,3–6,5 г и 10,5–11 %), толщине скорлупы яиц (360–362 мкм) и соотношению белка к желтку (2,31–2,35) группы отличались несущественно, разности были статистически недостоверны.

Биохимические показатели яиц. Куриное яйцо имеет высокую питательную ценность. Витаминный состав желтка и белка важен не только для инкубационных, но и для пищевых качеств яйца. Количество витаминов в яйце напрямую зависит от их количества в корме, а также от физиологического состояния организма [85].

Результаты биохимических анализов яиц представлены в таблице 27.

Таблица 27 – Результаты химического анализа яиц

Показатель	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
1	2	3	4	5
Возраст 20 недель				

1	2	3	4	5
Содержание:				
в скорлупе кальция, %	36,55	36,80	36,41	36,52
в желтке, мкг/г:				
каротиноидов	15,91	15,58	14,16	14,39
витамин А	8,49	8,66	8,84	8,87
витамина B_2	5,66	5,33	5,61	5,53
в белке витамина B_2, мкг/г	4,82	4,44	4,10	4,21
Возраст 30 недель				
Содержание:				
в скорлупе кальция, %	38,16	37,61	37,72	38,31
в желтке, мкг/г:				
каротиноидов	13,39	13,26	12,51	12,44
витамин А	8,24	7,44	8,9	7,61
витамина B_2	6,69	6,5	7,66	6,96
в белке витамина B_2, мкг/г	3,78	3,93	4,51	3,85
Возраст 40 недель				
Содержание:				
в скорлупе кальция, %	37,74	36,45	36,98	36,51
в желтке, мкг/г:				
каротиноидов	11,46	12,37	12,00	11,74
витамин А	7,53	6,76	7,82	6,42
витамина B_2	5,86	6,12	5,94	5,32
в белке витамина B_2, мкг/г	3,04	3,04	3,41	3,51

1	2	3	4	5
Возраст 50 недель				
Содержание:				
в скорлупе кальция, %	37,65	37,95	37,88	37,70
в желтке, мкг/г:				
каротиноидов	11,27	11,74	11,83	12,69
витамин А	6,25	6,85	5,95	5,86
витамина B_2	5,82	5,36	5,29	5,66
в белке витамина B_2, мкг/г	3,66	3,76	3,61	3,72
Возраст 59 недель				
Содержание:				
в скорлупе кальция, %	36,0	37,77	38,14	36,60
в желтке, мкг/г:				
каротиноидов	9,95	10,53	9,99	9,33
витамин А	6,2	6,01	6,14	6,69
витамина B_2	4,72	5,28	4,92	5,48
в белке витамина B_2, мкг/г	3,77	3,46	3,92	3,34
В среднем за период содержания				
Содержание:				
в скорлупе кальция, %	37,22	37,32	37,43	37,13
в желтке, мкг/г:				
каротиноидов	12,40	12,7	12,20	12,1
витамин А	7,34	7,10	7,53	7,09
витамина B_2	5,75	5,72	5,88	5,79

1	2	3	4	5
в белке витамина B_2, мкг/г	3,81	3,73	3,91	3,73

Данные таблицы 27 свидетельствуют, что как в отдельные возрастные периоды, так и в среднем за продуктивный период по содержанию в скорлупе кальция; в желтке каротиноидов, витамина А и витамина B_2; в белке витамина B_2, различия между группами были незначительны и находились в пределах ошибки анализа.

3.2.6. Результаты анатомической разделки тушек кур

При проведении анатомической разделки мы изучали развитие некоторых внутренних органов. Особое внимание уделяли развитию репродуктивных органов. Результаты анатомической разделки птицы приведены в таблице 28.

Таблица 28 – Результаты анатомической разделки тушек кур

Показатель	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
1	2	3	4	5
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				

1	2	3	4	5
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

Как показали данные анатомической разделки кур (табл. 28), во все возрастные периоды лучшим развитием воспроизводительных органов характеризовались куры, находившиеся при локальном светодиодном освещении (группа 3 и 4), нежели при традиционном способе (группа 1 и 2), белом теплом спектре лучше, чем при белом холодном.

Что касается сердца и печени, то в начале продуктивного периода (20 недель) более высокую абсолютную и относительную массу этих органов име-

ли куры при локальном светодиодном освещении, чем при традиционном способе, 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 (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.

3.2.7. Содержание в печени кур липидов, витаминов А, Е, В2 и каротиноидов

Печень играет важную роль в белковом, углеводном и жировом обменах в организмах животных и птицы. В клетках печени депонируются важнейшие витамины, которые участвуют практически во всех биохимических и физиологических процессах в организме, составляющих в совокупности обмен веществ [85].

В таблице 29 представлены результаты биохимического анализа печени кур.

Таблица 29 – Результаты химического анализа печени кур

Показатель	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
1	2	3	4	5
Возраст 20 недель				
Содержание в печени:				
липидов, %	23,57	24,12	33,56	21,47
витамина А, мкг/г	306,5	130,6	270,7	283,9
витамина Е, мкг/г	17,9	19,4	13,0	10,1

1	2	3	4	5
витамина B_2, мкг/г	16,2	16,7	15,0	19,7
каротиноидов, мкг/г	2,27	1,47	3,08	1,84
Возраст 40 недель				
Содержание в печени:				
липидов, %	16,56	20,45	20,20	23,71
витамина А, мкг/г	297,8	263,01	343,16	258,52
витамина Е, мкг/г	15,86	23,08	21,6	25,08
витамина B_2, мкг/г	18,78	14,59	15,52	16,23
каротиноидов, мкг/г	2,07	1,23	1,95	2,07
Возраст 59 недель				
Содержание в печени:				
липидов, %	15,51	16,12	25,51	17,05
витамина А, мкг/г	944,2	962,4	752,9	1019,8
витамина Е, мкг/г	17,0	17,4	19,2	15,4
витамина B_2, мкг/г	14,6	15,7	17,2	16,7
каротиноидов, мкг/г	1,87	2,44	2,18	1,81
В среднем за продуктивный период				
Содержание в печени:				
липидов, %	18,55	20,23	26,42	20,74
витамина А, мкг/г	516,17	452,00	455,59	520,74
витамина Е, мкг/г	16,92	19,96	17,93	16,86
витамина B_2, мкг/г	16,53	15,66	15,91	17,54
каротиноидов, мкг/г	2,07	1,71	2,40	1,91

Результаты таблицы 29 свидетельствуют о том, что в 20-недельном возрасте наибольшее содержание липидов в печени кур было отмечено в опытной группе 3 – на 9,44–12,1 % выше, чем в других группах. Минимальный уровень содержания витамина А в печени птицы зарегистрирован в контрольной группе 2, а витамина Е в опытной группе 4 – соответственно на 51,8–57,4 % и 22,3–47,9 % ниже, чем в остальных группах. По содержанию витамина B_2 в печени пре-

валировала опытная группа 4, разница по сравнению с другими группами, отличающихся между собой в пределах ошибки анализа составила 18,0–31,3 %. Содержание каротиноидов в печени у кур, находившихся при белом теплом спектре освещения (группа 1 и 3), было выше, чем при белом холодном (группа 2 и 4), локальном способе освещения (группа 3 и 4) выше, чем при традиционном способе освещения (контрольные группы 1 и 2).

В 40-недельном возрасте самое низкое содержание липидов в печени кур (343,16 мкг/г) зарегистрировано в контрольной группе 1 – на 3,64–7,15 % меньше по сравнению с группами 2–4, которые между собой отличались несущественно. Максимальное содержание витамина А в печени (343,16 мкг/г) было в опытной группе 3 –на 15,2–32,7 % выше, чем в других группах. Минимальным этот показатель был в опытной группе 4. В то же время в группе 4 отмечено наибольшее содержание витамина Е в печени – на 8,7–36,8 % выше, чем в остальных группах. Наименьшим этот показатель (15,86 мкг/г) был в контрольной группе 1. По содержанию витамина B_2 в печени кур контрольная группа 1 на 15,7–28,7 % превосходила другие группы, которые между собой отличались несущественно. Содержание каротиноидов в печени кур в контрольной группе 1 и опытных группах 3 и 4 находилось в пределах ошибки анализа при значительном (на 36,9–40,6 %) отставании контрольной группы 2.

В 59-недельном возрасте по содержанию липидов в печени кур группы 1, 2 и 4 отличались незначительно при превосходстве на 49,6–64,5 % над ними опытной группы 3. Наименьшее содержание витамина А в печени было зарегистрировано в опытной группе 3 – на 20,3–26,2 % ниже, чем в остальных группах. Максимальное значение этого показателя отмечено в опытной группе 4. По содержанию витамина Е в печени опытная группа 4 на 10,0–19,8 % отставала от других групп, которые между собой отличались несущественно. По содержанию витамина B_2 в печени различия между группами находились в пределах ошибки анализа. Наибольшее содержание каротиноидов в печени кур зафиксировано в группах 2 и 3 –на 30,5–34,8 и 16,6–20,4 % выше, чем в группах 1 и 4, соответственно.

В среднем за продуктивный период содержание липидов в печени кур опытной группы 3 была на 5,7–7,9 % выше, чем в других группах. По содержанию витаминов А, Е и B_2 в печени кур различия между группами находились в пределах ошибки анализа. В то же время наиболее высокое содержание каротиноидов в печени отмечено у кур групп 1 и 3, находившихся при белом теплом спектре освещения – на 8,4–21,1 и 25,7–40,4 % выше, чем у кур групп 2 и 4 соответственно при белом холодном спектре освещения.

3.2.8. Заключение по второму опыту

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 локального способа их размещения (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 несушку – 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 несушку – 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. Третий опыт. Изучение влияния светодиодных источников белого холодного и белого теплого спектров освещения и способов их размещения на продуктивность и воспроизводительные качества яичных кур и петухов родительского стада

3.3.1. Сохранность и живая масса птицы

Результаты третьего опыта (табл. 30) свидетельствуют, что за весь период содержания 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 при освещении светодиодными светильниками белого холодного спектра. В 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, соответственно. Наименьшим этот показатель (88,2 %) был при традиционном способе освещения светодиодными светильниками белого холодного спектра (группа 2). Сохранность петухов во всех группах была стопроцентная.

Таблица 30 – Сохранность поголовья

Показатель	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
1	2	3	4	5
Поголовье в 120-суточном возрасте, голов:				
кур	68	68	68	68
петухов	6	6	6	6
Отход поголовья:				
кур,				
голов	6	8	4	7
%	8,8	11,8	5,9	10,3
петухов,				
голов	-	-	-	-
%	-	-	-	-
Сохранность поголовья:				
кур,				
голов	62	60	64	61
%	91,2	88,2	94,1	89,7

1	2	3	4	5
петухов,				
голов	6	6	6	6
%	100	100	100	100

Возрастная динамика живой массы кур приведена в таблице 31 и рисунке 17.

Таблица 31 – Живая масса кур, г

Возраст кур, неделя	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
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

Как показывают данные таблицы 31 и рисунка 17, в 20-недельном возрасте по живой массе куры групп 1 и 3, находившиеся при белом теплом спектре светодиодного освещения превосходили своих сверстниц из групп 2 и 4, которые освещались 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 возрастах птицы группа 3 продолжала превалировать по живой массе кур 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 статистически достоверна в 30-недельном возрасте между группами 3 и 2 (P<0,05); 3 и 4 P<0,01), в 40-недельном возрасте между группами 3 и 2, 4 (P<0,05).

С 40- до 59- недельного возраста живая масса кур в контрольной группе 1 практически не менялась, а в контрольной группе 2 и опытной группе 3 – увеличилась всего на 25 и 50 г или на 1,6 и 3,1 %, соответственно. Что касается

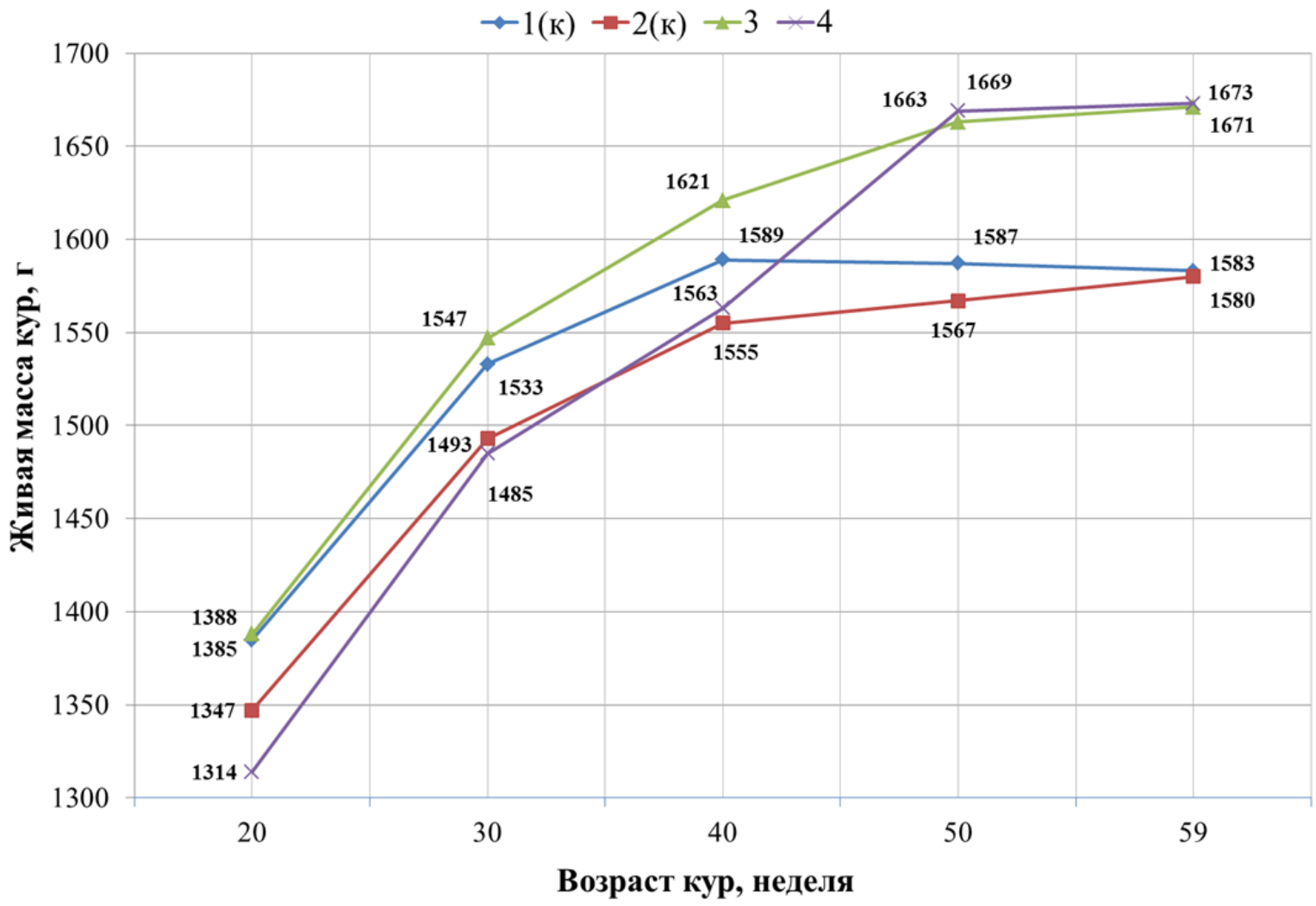


Рисунок 17 – Живая масса кур, г

опытной группы 4, то здесь живая масса кур с 40- до 50-недельного возраста увеличилась на 106 г или на 6,8 %, т.е. в 50-недельном возрасте живая масса кур в опытных группах 3 и 4 нивелировалась 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).

Живая масса петухов представлена в таблице 32 и рисунке 18.

Таблица 32 – Живая масса петухов, г

Возраст петухов, неделя	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
20	1596±17,8	1585±20,3	1646±16,5	1660±21,5
30	1919±23,4	1907±26,8	1940±21,2	1979±22,4
40	2039±25,7	2004±28,3	2117±23,1	2107±24,7
50	2054±27,8	2043±29,6	2154±24,5	2114±26,9
59	2060±32,5	2055±36,7	2255±27,1	2264±31,2

Данные таблицы 32 и рисунка 18 свидетельствуют, что живая масса петухов с 20-недельного возраста до конца исследования в опытных группах 3 и 4 была выше, чем в контрольных группах 1 и 2. При этом до 40-недельного возраста наиболее высоким этот показатель был в контрольной группе 4, а после сорока недель до конца срока эксплуатации птицы – в опытной группе 3. Контрольные группы 1 и 2 по живой массе петухов во все возрастные периоды отличались несущественно. Разность по живой массе петухов статистически достоверна в 20-недельном возрасте между группами 3 и 1 (P<0,01); 4 и 1 (P<0,010); 4 и 2 (P<0,05); 40-недельном – между группами 3 и 2 (P<0,05); в 50-недельном – между группами 3 и 1, 2 (P<0,05) и в 59-недельном возрасте – между группами 3, 4 и 1, 2 (P<0,01).

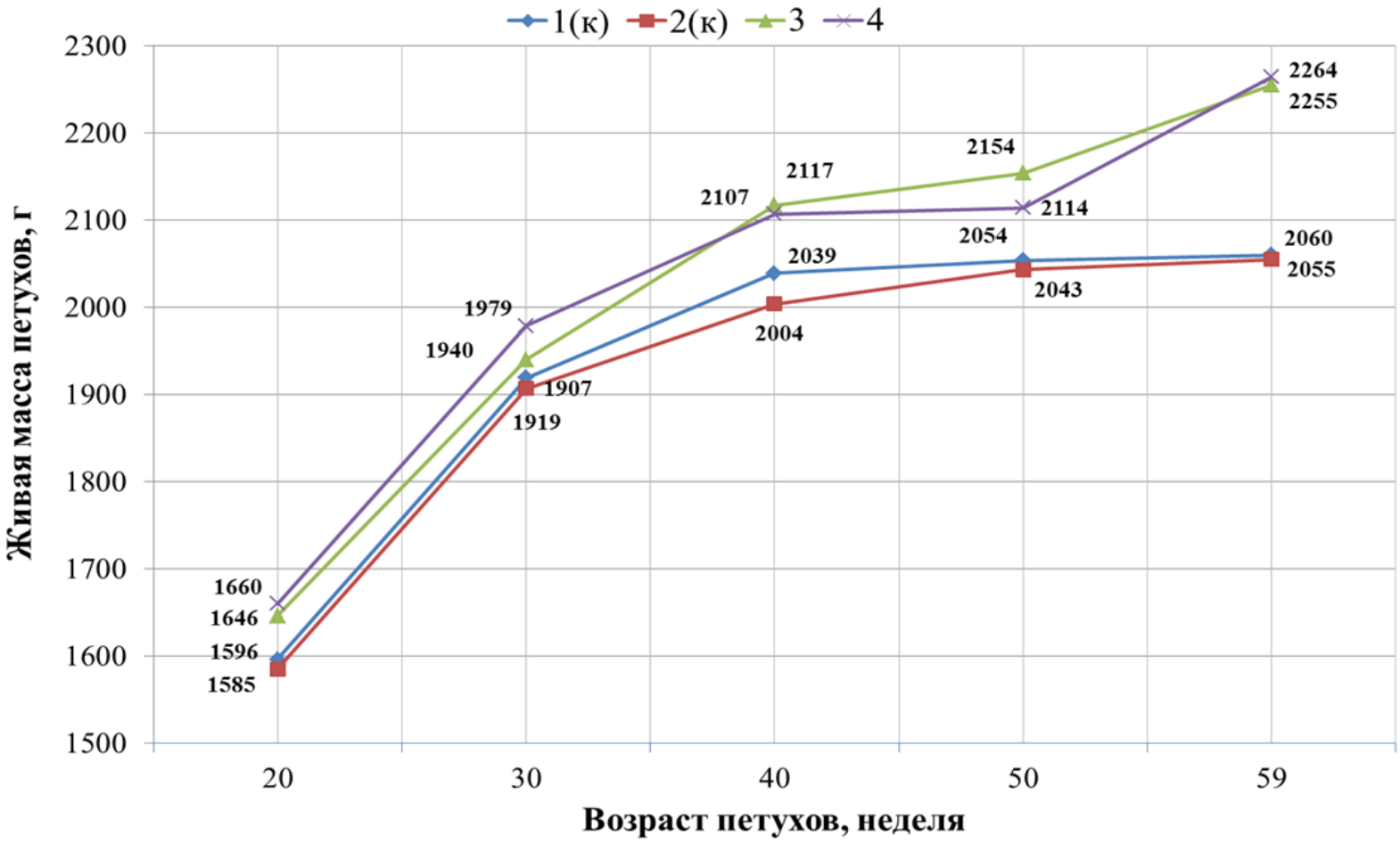


Рисунок 18 – Живая масса петухов, г

3.3.2. Яичная продуктивность кур

Известно, что спектр освещения оказывает влияние на возраст наступления половой зрелости молодок [121], а в продуктивный период – на яйценоскость несушек [156].

Данные таблицы 33 и рисунка 19 свидетельствуют, что стада кур при локальном способе освещения в группах 3 и 4 раньше достигали изученных уровней яйценоскости, чем в соответствующих контрольных группах 1 и 2 при традиционном способе, при белом теплом спектре в группах 1 и 3 раньше, чем в группах 2 и 4 в условиях белого холодного спектра светодиодного освещения. Раньше других 5-, 25-, 50%-ной и пика яйценоскости соответственно на 1–3, 1–2, 2–8 и 4–16 суток было достигнуто в опытной группе 3, где кур содержали при белом теплом спектре и локальном способе светодиодного освещения.

Таблица 33 – Возраст кур при достижении различных уровней интенсивности яйценоскости, сутки

Интенсивность яйценоскости, %	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
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

Данные по яйценоскости кур в расчете на среднюю несушку приведены в таблице 34 и на рисунке 20.

Как показывают данные таблицы 34 и рисунка 20, при белом теплом спектре и локальном способе освещения яйцекладка началась раньше, ее нарастание шло более быстрыми темпами, и после пика продуктивности снижение происходило плавней, чем в условиях белого холодного спектра и традиционного способа светодиодного освещения. В результате за периоды 121–410 и

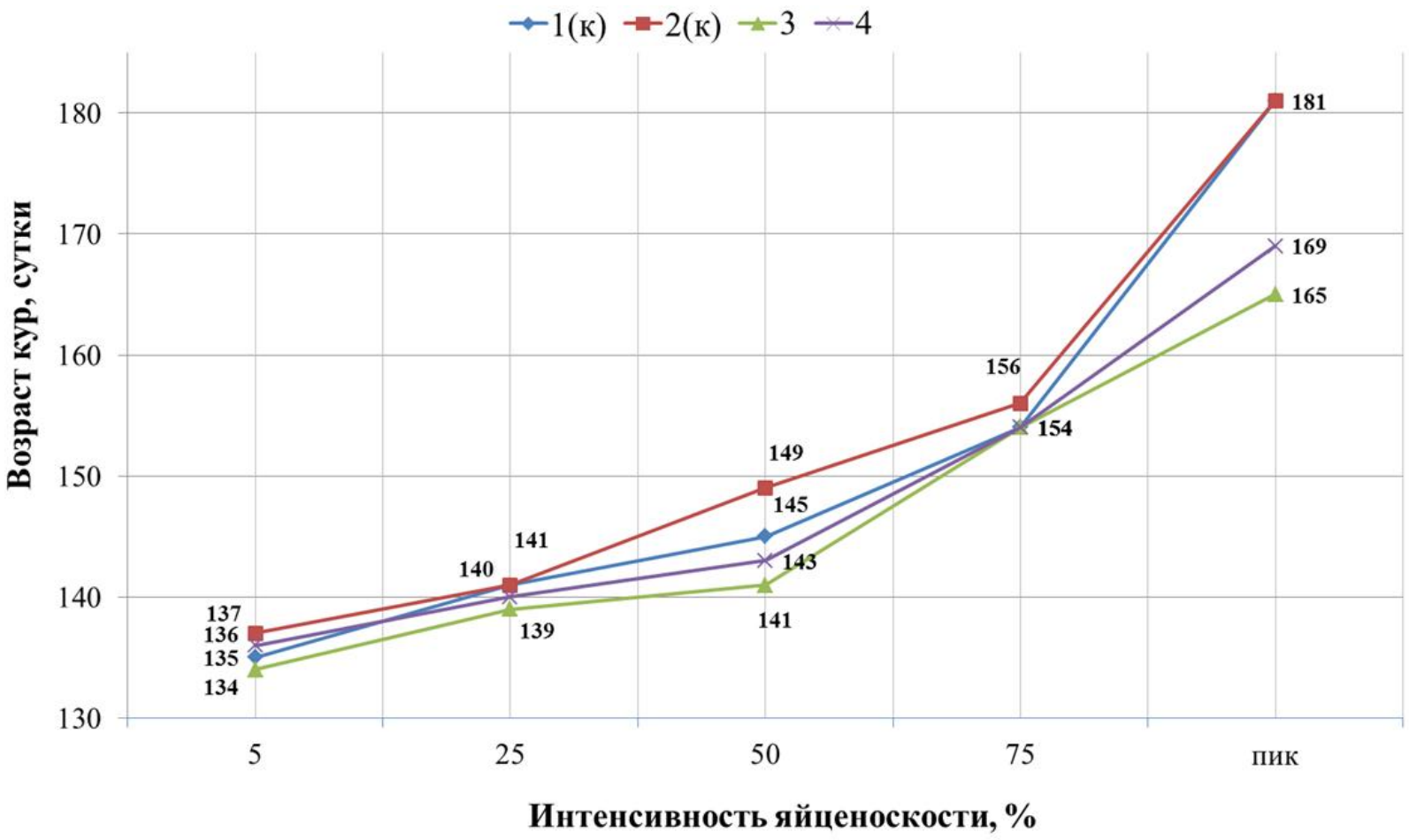


Рисунок 19 – Возраст кур при достижении различных уровней интенсивности яйценоскости, сутки

141–410 суток жизни наиболее высокая яйценоскость на среднюю несушку зарегистрирована в группе 3, в которой куры содержались в условиях локального освещения светодиодными светильниками белого теплого спектра – на 4,8–14,6 и 4,7–14,0 % выше, чем в других группах. За указанные периоды наименьшая яйценоскость на среднюю несушку отмечена при традиционном способе освещения светодиодными светильниками белого холодного спектра (контрольная группа 2) – на 4,1 и 3,8 % ниже, чем в контрольной группе 1, где куры содержались в условиях традиционного способа освещения светодиодными светильниками белого теплого спектра.

Таблица 34 – Яйценоскость на среднюю несушку, штук

Возраст кур, сутки	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
121–140	0,76	0,54	1,49	1,01
141–170	21,4	19,9	23,4	21,9
171–200	25,3	24,7	27,2	26,6
201–230	25,3	24,7	27,1	26,0
231–260	24,7	23,5	26,3	24,8
261–290	23,4	22,4	25,9	24,0
291–320	23,3	22,4	25,6	23,9
321–350	23,1	22,2	25,4	23,6
351–380	22,6	21,9	25,4	23,3
381–410	22,4	21,6	25,2	21,4
121–410	**211,4**	**202,8**	**232,4**	**221,7**
141–410	**211,3**	**203,2**	**231,6**	**221,3**

Данные таблицы 35 и рисунка 21 показывают, что по нарастанию яйценоскости на начальную несушку прослеживается та же тенденция, что и по яйценоскости на среднюю несушку, т.е. при белом теплом спектре и локальном способе освещения продуктивность кур интенсивнее повышалась и после пика

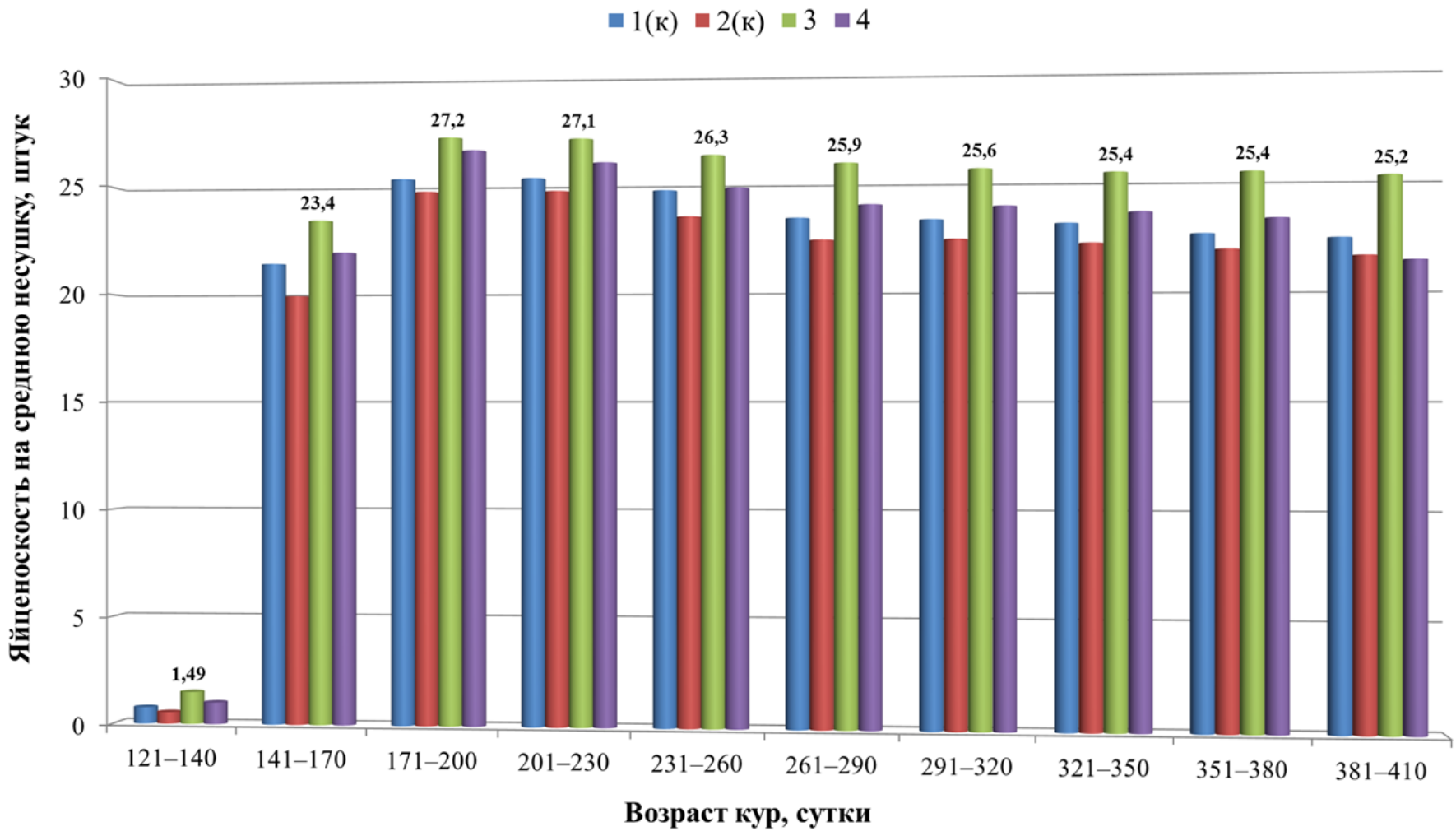


Рисунок 20 – Яйценоскость на среднюю несушку, штук

плавней снижалась, чем при белом холодном спектре и традиционном способе светодиодного освещения. В результате за периоды 120–410 и 140–410 суток жизни птицы по яйценоскости на начальную несушку группы 3 и 4 превосходили контрольные группы 1 и 2. Наибольшим этот показатель был в опытной группе 3 – на 8,3–17,5 и 7,1–16,0 % выше, чем в других группах. Наименьшая яйценоскость на начальную несушку отмечена при белом холодном спектре и традиционном способе освещения кур промышленного стада (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.

Таблица 35 – Яйценоскость на начальную несушку, штук

Возраст кур, сутки	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
121–140	0,76	0,54	1,49	1,01
141–170	21,4	19,7	23,1	21,8
171–200	24,9	23,9	26,8	26,2
201–230	24,6	23,6	26,7	25,6
231–260	24,0	22,2	25,9	23,9
261–290	22,7	21,1	25,1	22,6
291–320	22,4	20,9	24,8	22,5
321–350	21,8	20,5	24,6	22,0
351–380	21,0	19,7	24,0	21,3
381–410	20,5	19,2	23,8	20,2
121–410	**203,9**	**191,2**	**226,3**	**211,6**
141–410	**203,2**	**190,6**	**224,8**	**210,5**

Следует отметить, что яйценоскость на среднюю и начальную несушку во всех группах со 121- до 200-суточного возраста возрастала с некоторой стабилизацией в возрастном периоде 201–230 суток, а с 331- до 410-суточного возраста птицы снижалась. К концу продуктивного периода (410 суток) кур самы-

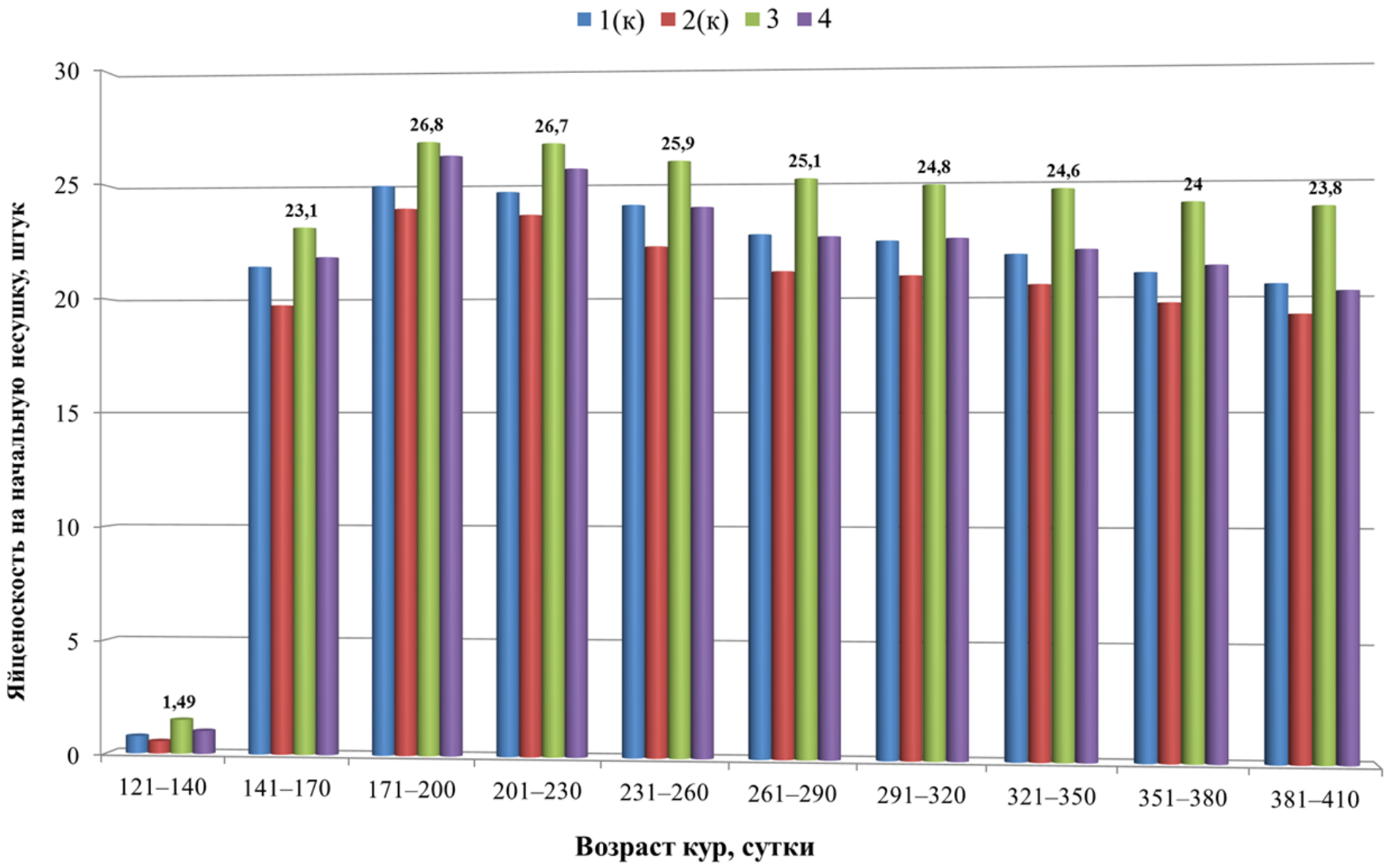


Рисунок 21 – Яйценоскость на начальную несушку, штук

ми низкими эти показатели были в контрольной группе 2 (21,6 и 19,2 яйца), а максимальными – в опытной группе 3 (25,2 и 23,8 яйца).

Анализ интенсивности яйценоскости на среднюю и начальную несушку позволяет отметить в основном те же закономерности, что и анализ данных таблиц 36 и 37.

Так, данные по интенсивности яйценоскости на среднюю несушку (табл. 36 и рис. 22) показывают, что за периоды 121–410 и 141–410 суток жизни птицы преимущества по этому показателю имела опытная группа 3 (78,0 и 83,3%). Наименьшим этот показатель был в контрольной группе 2 (65,9 и 70,6 %), а контрольная группа 1 (70,3 и 75,3 %) и опытная группа 4 (73,0 и 78,0 %) занимали промежуточное положение между этими группами.

Таблица 36 – Интенсивность яйценоскости на среднюю несушку, %

Возраст кур, сутки	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
121–140	3,82	2,72	7,43	5,07
141–170	71,4	66,3	77,9	73,1
171–200	84,3	82,4	90,8	88,5
201–230	84,2	82,2	90,2	86,7
231–260	82,3	78,3	87,5	82,6
261–290	78,0	74,8	86,3	79,9
291–320	77,8	74,6	85,2	79,7
321–350	77,0	74,1	84,8	78,8
351–380	75,5	72,9	84,6	77,7
381–410	74,7	72,0	84,1	74,7
121–410	**72,9**	**70,0**	**80,2**	**76,4**
141–410	**78,3**	**75,3**	**85,7**	**82,0**

Необходимо отметить, что пик интенсивности яйценоскости на среднюю несушку во всех группах был достигнут в возрастном периоде 171–200 суток. Однако, если в опытных группах 3 и 4 при локальном освещении он составил

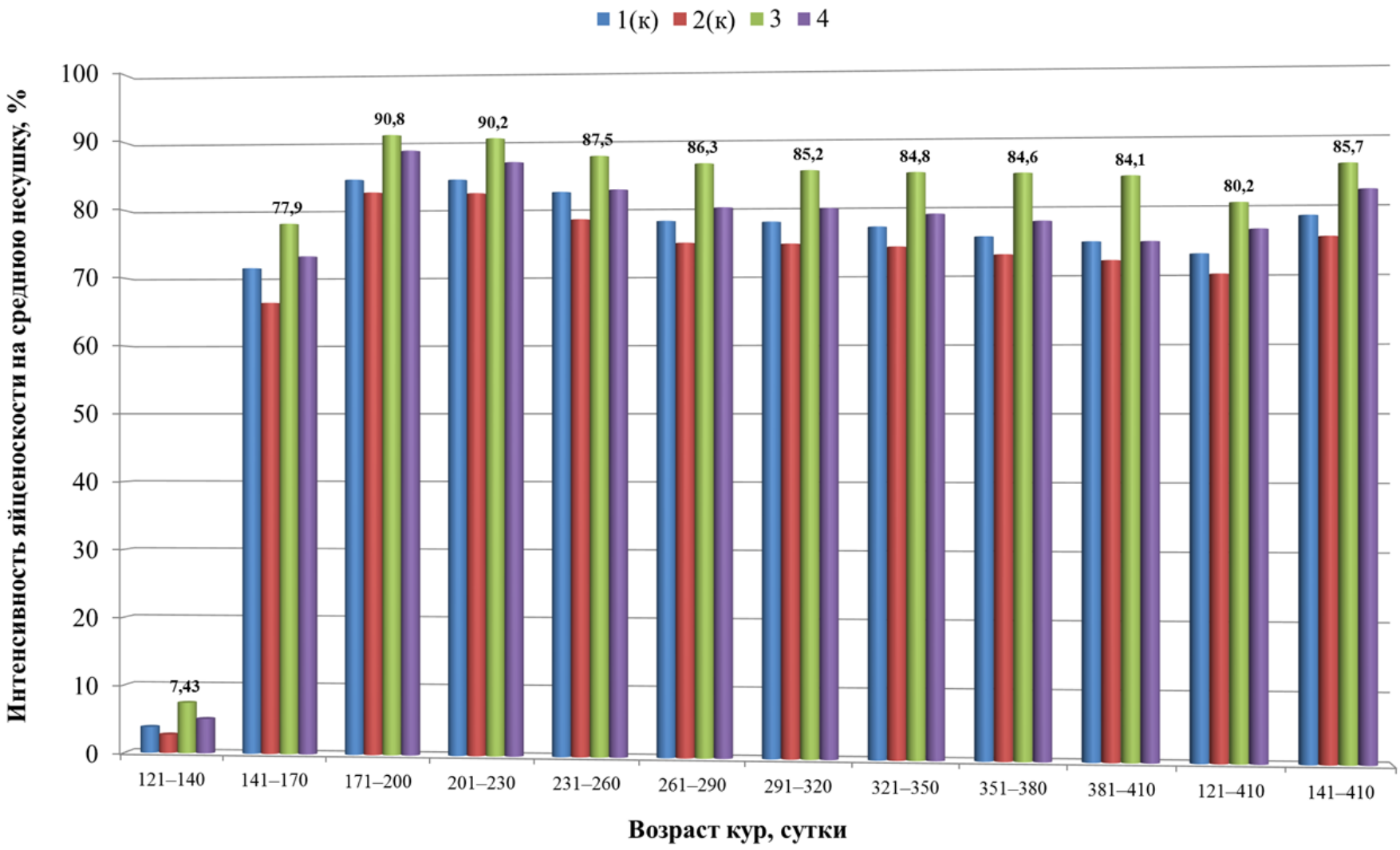


Рисунок 22 – Интенсивность яйценоскости на среднюю несушку, %

90,8 и 88,5 %, то в контрольных группах 1 и 2 в условиях традиционного способа освещения – всего 84,3 и 82,4 %, соответственно. В последнем возрастном периоде птицы (381–410 суток) интенсивность яйценоскости на среднюю несушку в опытной группе 3 составила 79,2 % против 64,1–68,4 % в других группах. Более 85 %-ная интенсивность яйценоскости на среднюю несушку в опытных группах 3 и 4 сохранялась в течение двух и пяти месяцев соответственно. Что касается контрольных групп 1 и 2, то указанный уровень интенсивности яйценоскости в них даже достигнут не был.

По интенсивности яйценоскости на начальную несушку (табл. 37 и рис. 23) за периоды 121–410 и 141–410 суток жизни птицы также отмечено превосходство опытной группы 3 (78,0 и 83,3 %) над другими группами (65,9–73,0 и 70,6–78,0 %). Максимальная интенсивность яйценоскости на начальную несушку (пик яйценоскости) в опытных группах 3 и 4 при локальном способе светодиодного освещения составила 88,9 и 85,4% против 83,1 и 79,5 % в контрольных группах 1 и 2 в условиях традиционного способа освещения.

Следует отметить, что спад интенсивности яйценоскости на среднюю и на начальную несушку в контрольных группах 1 и 2 (традиционный способ освещения) происходил быстрее, чем в опытных группах 3 и 4 (локальный способ освещения).

Таблица 37 – Интенсивность яйценоскости на начальную несушку, %

Возраст кур, сутки	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
1	2	3	4	5
121–140	3,82	2,72	7,43	5,07
141–170	71,4	65,8	77,1	72,7
171–200	83,1	79,5	89,5	87,3
201–230	82,2	78,6	88,9	85,4
231–260	79,9	73,9	86,2	79,7
261–290	75,7	70,4	83,8	75,3

1	2	3	4	5
291–320	74,7	69,6	82,7	75,0
321–350	72,8	68,2	81,9	73,3
351–380	70,1	65,6	80,1	71,0
381–410	68,4	64,1	79,2	67,4
121–410	**70,3**	**65,9**	**78,0**	**73,0**
141–410	**75,3**	**70,6**	**83,3**	**78,0**

Таким образом, использование белого теплого спектра с цветовой температурой 3000 К и локального способа светодиодного освещения при содержании птицы родительского стада яичных кроссов в группе 3 способствовало достижению более ранней половой зрелости кур, максимального пика продуктивности и сохранению ее высокого уровня на длительный период, что привело к повышению яйценоскости на начальную среднюю несушку.

3.3.3. Затраты корма

Поскольку птицу, как и в первом опыте, кормили по нормам, рекомендованным для кросса «СП 789», расход корма на 1 голову в сутки во всех группах был одинаковым и в среднем за периоды 121–410 и 141–410 суток содержания птицы составил 109,1 и 110,9 г, соответственно.

Возрастная динамика затрат корма на 10 яиц представлена в таблице 38 и на рисунке 24.

Таблица 38 – Затраты корма на 10 яиц, кг

Возраст кур, сутки	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
1	2	3	4	5
121–140	24,6	34,5	12,6	18,5
141–170	1,56	1,68	1,43	1,52
171–200	1,43	1,46	1,32	1,36

1	2	3	4	5
201–230	1,48	1,52	1,38	1,44
231–260	1,52	1,61	1,43	1,52
261–290	1,60	1,67	1,45	1,56
291–320	1,57	1,64	1,43	1,53
321–350	1,56	1,63	1,42	1,53
351–380	1,60	1,66	1,42	1,55
381–410	1,61	1,68	1,43	1,62
121–410	**1,63**	**1,70**	**1,48**	**1,55**
141–410	**1,55**	**1,61**	**1,41**	**1,48**

Во всех группах минимальные затраты корма на 10 яиц отмечены в период 171–200 суток жизни, в момент наивысшей яйценоскости птицы. В дальнейшем этот показатель во всех группах увеличивался до 290-суточного возраста, а после этого снова снижался: в группах 1, 3 и 4 до 380-суточного возраста с некоторым повышением его за последний возрастной период; в контрольной группе 2 – до 350-суточного возраста с дальнейшим повышением его до конца продуктивного периода. Отмеченные возрастные изменения в группах были связаны в основном с яйценоскостью птицы.

Более высокая яйценоскость кур группы 3 обусловила снижение расхода корма на 10 яиц за период 121–410 и 141–410 суток жизни птицы – на 4,5–12,9 и 4,7–12,4 % по сравнению с другими группами. За указанные периоды самым высоким это показатель (1,70 и 1,61 кг) был в контрольной группе 2 при белом холодном спектре и традиционный способ светодиодного освещения – на 4,3 и 3,9 % больше, чем в контрольной группе 1 при белом теплом спектре и традиционном способе светодиодного освещения.

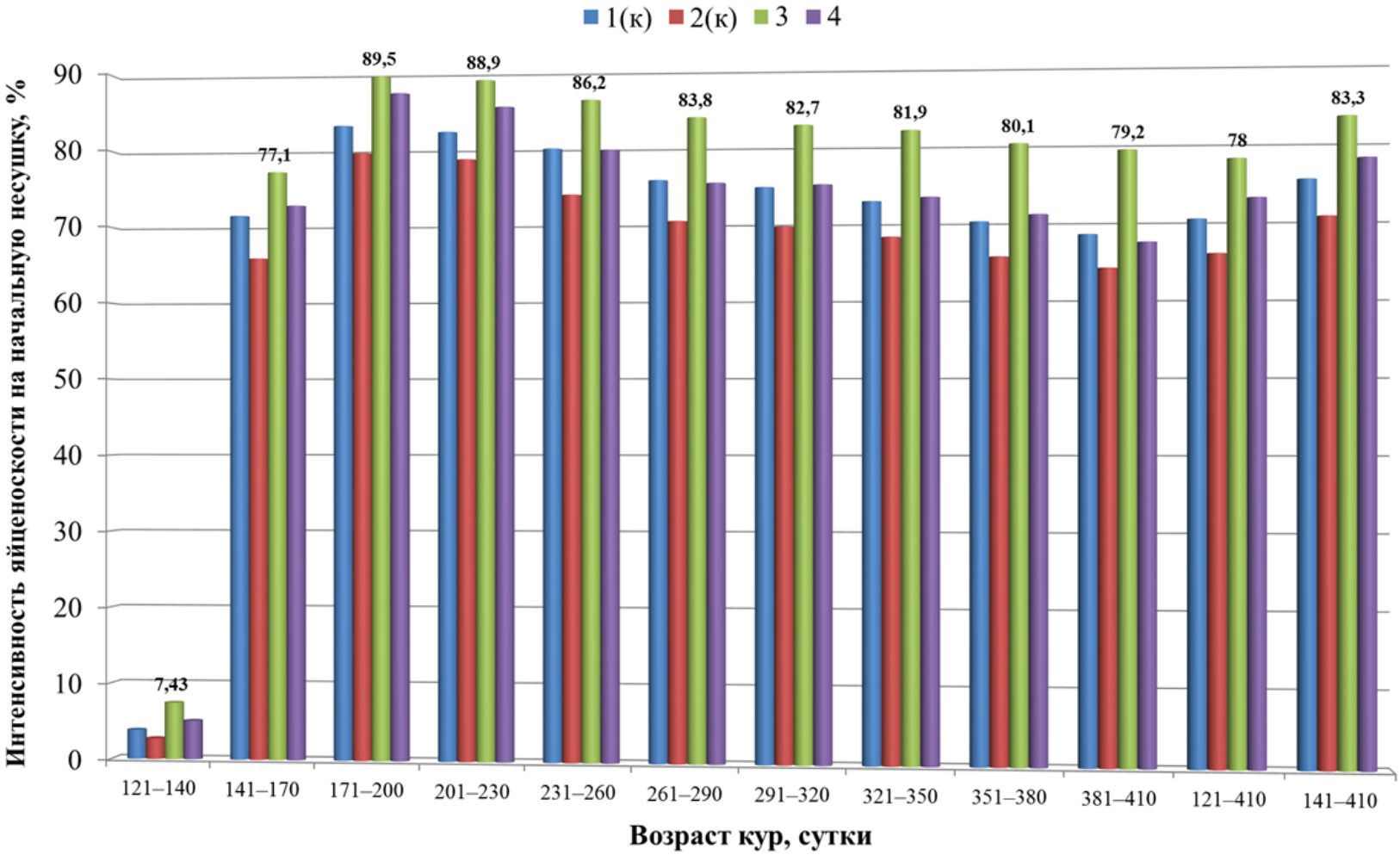


Рисунок 23 – Интенсивность яйценоскости на начальную несушку, %

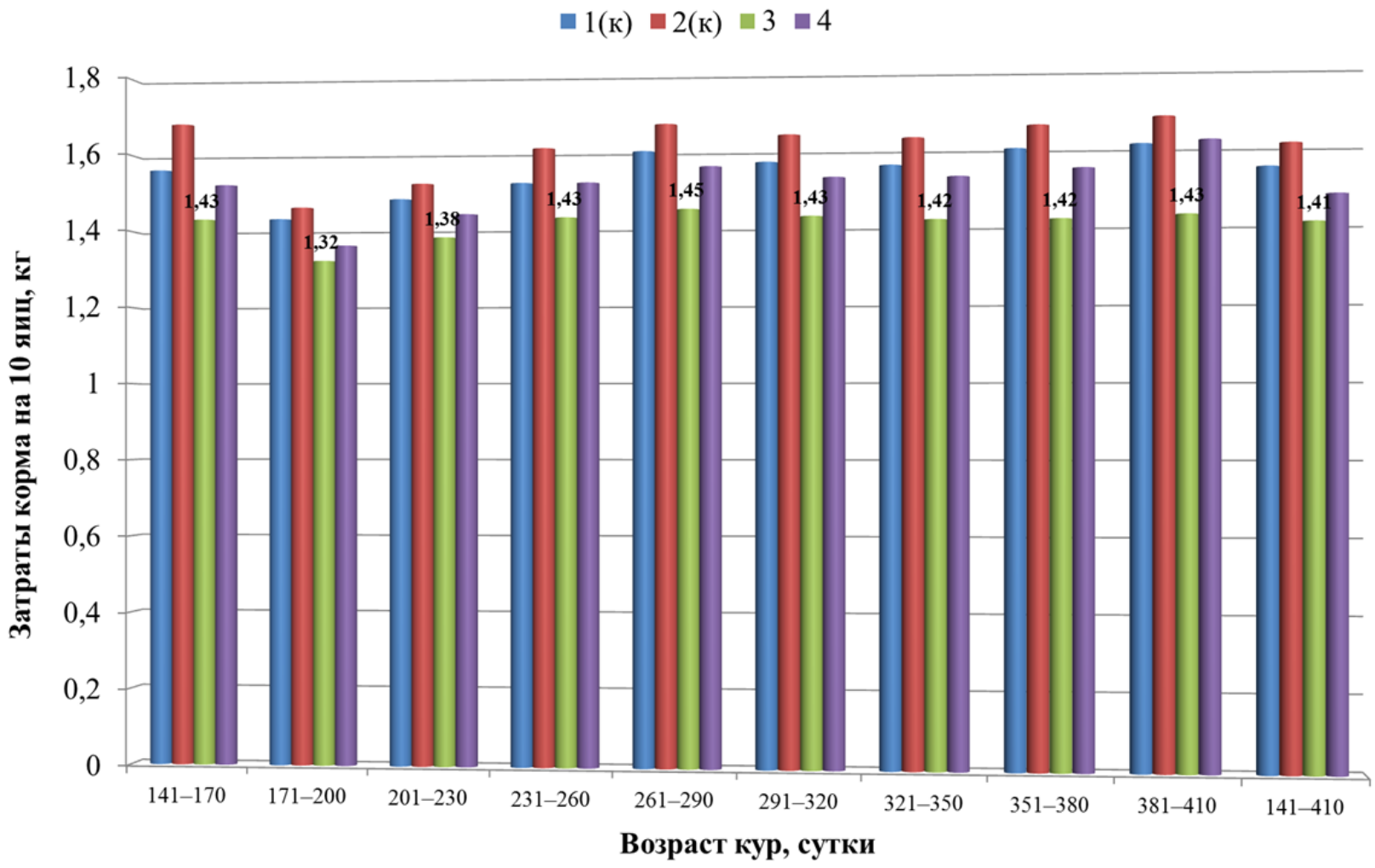


Рисунок 24 – Затраты корма на 10 яиц, кг

3.3.4. Масса яиц

Показатели средней массы яиц за отдельные месяцы продуктивности и за период 141–410 суток продуктивного периода приведены в таблице 39 и на рисунке 25.

Таблица 39 – Масса яиц, г

Возраст кур, сутки	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
141–170	48,5±0,61	47,3±0,88	48,7±0,60	48,8±0,56
171–200	53,2±0,68	51,1±0,52	52,7±0,55	51,9±0,55
201–230	58,0±0,43	57,3±0,48	57,3±0,41	57,6±0,47
231–260	59,9±0,63	58,0±0,76	59,6±0,56	59,5±0,75
261–290	61,4±0,57	60,1±0,63	63,1±0,53	61,3±0,68
291–320	62,6±0,46	61,2±0,41	63,3±0,42	62,8±0,47
321–350	63,2±0,22	62,3±0,33	64,2±0,23	63,3±0,26
351–380	64,3±0,19	63,3±0,22	64,9±0,18	64,3±0,15
381–410	64,3±0,15	64,0±0,35	65,3±0,13	64,8±0,20
141–410	**59,5±0,32**	**58,3±0,34**	**59,9±0,29**	**59,4±0,30**

Как свидетельствуют данные таблицы 39 и рисунка 25, при закономерном увеличении массы яиц с возрастом во всех группах, в целом за период 141–410 суток жизни наименьшей она была в контрольной группе 2 – на 1,9–2,7 % (P<0,05–0,01) ниже, чем в других группах, которые между собой отличались несущественно.

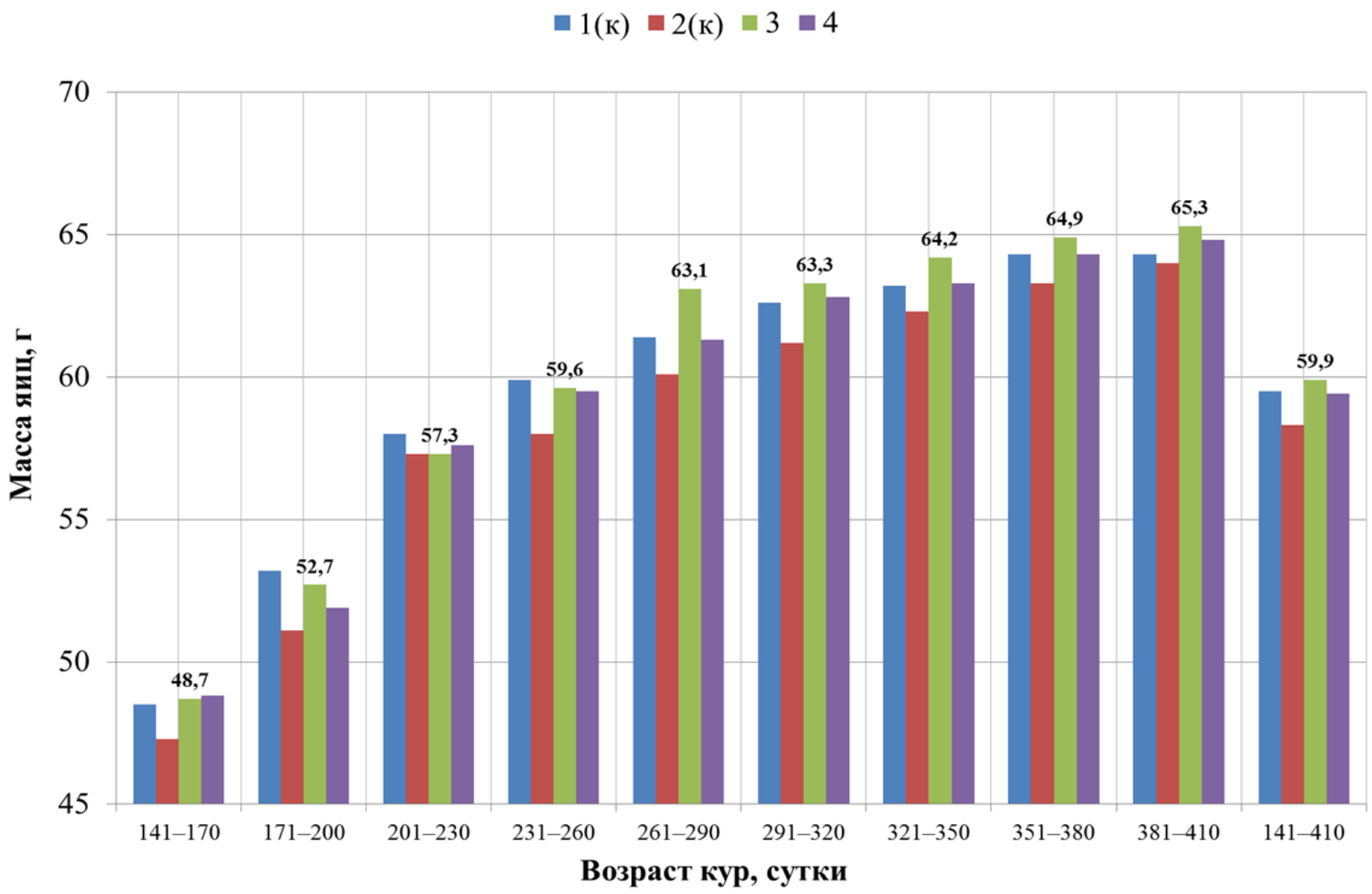


Рисунок 25 – Масса яиц, г

3.3.5. Выход инкубационных яиц

Возрастная динамика выхода инкубационных яиц представлена в таблице 40 и на рисунке 26.

Таблица 40 – Выход инкубационных яиц, %

Возраст кур, сутки	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
171–200	64,7	62,0	65,3	62,7
201–230	90,7	88,0	92,0	88,0
231–260	92,0	89,3	93,3	89,3
261–290	94,7	92,7	95,3	92,7
291–320	94,7	92,7	95,3	92,0
321–350	94,0	91,3	94,7	91,3
351–380	90,7	88,0	91,3	88,7
381–410	88,0	86,0	88,7	86,7
171–410	**88,7**	**86,3**	**89,5**	**86,4**

Анализ данных таблицы 40 и рисунка 26 показывает, что во всех группах максимальный выход инкубационных яиц был с 261- до 320-суточного возраста птицы. При этом со 171- до 260-суточного возраста этот показатель возрастал, а с 321-суточного возраста до конца продуктивного периода птицы снижался. Основными причинами этих изменений были увеличение с возрастом птицы массы и количества яиц с поврежденной скорлупой. Обычно это происходит вследствие снижения толщины и прочности скорлупы с возрастом птицы.

В среднем за период 171–410 суток племенного периода птицы 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 (86,3 %) и 4 (86,4 %) при белом холод-

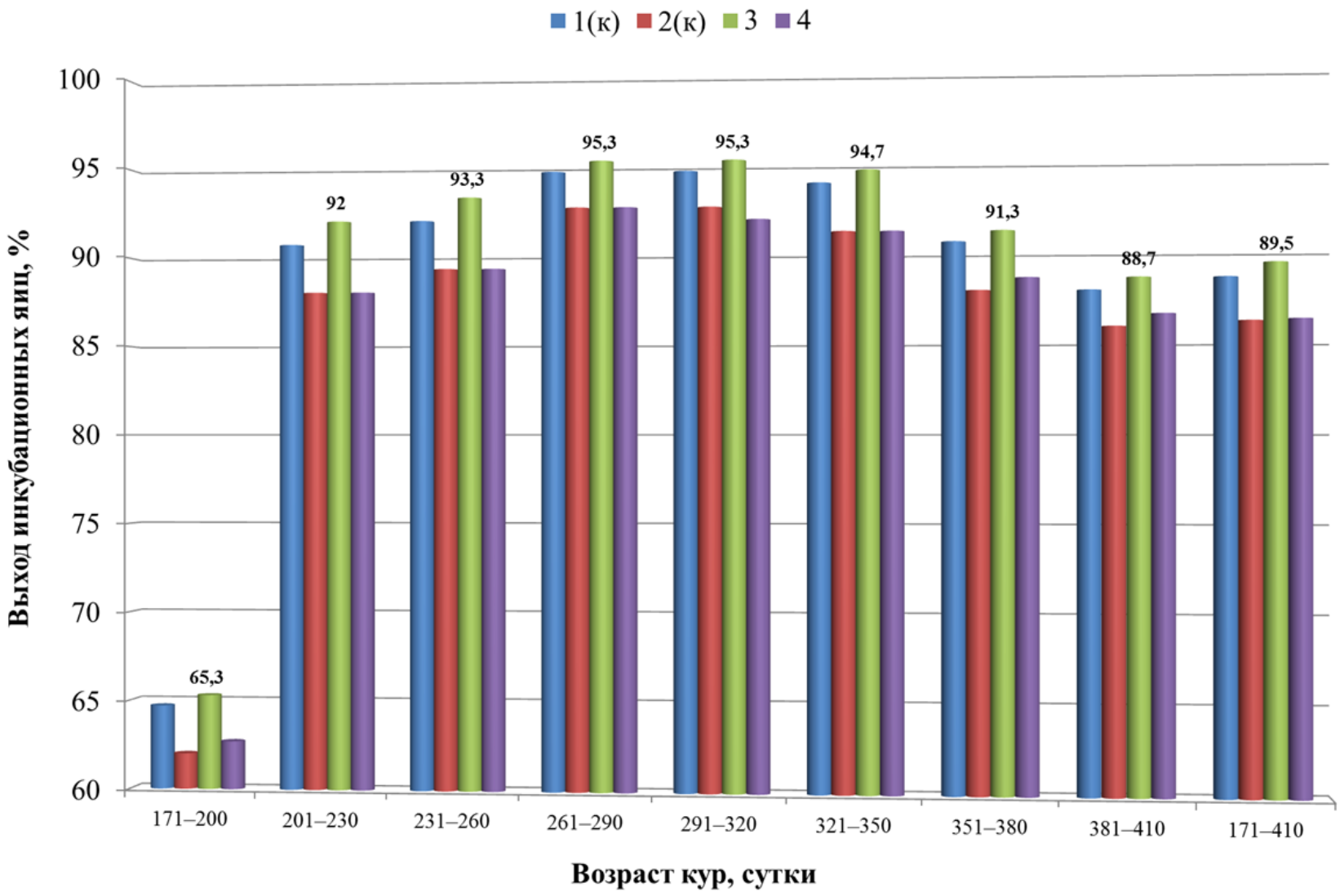


Рисунок 26 – Выход инкубационных яиц, %

ном спектре светодиодного освещения – на 2,3–2,4 % ниже, чем в контрольной группе 1.

Таким образом, использование светодиодных источников белого теплого спектра с цветовой температурой 3000 К при содержании яичной птицы родительского стада способствовало повышению выхода яиц, пригодных для инкубации.

3.3.6. Морфологические показатели яиц

Как свидетельствуют данные таблицы 41, в 20-недельном возрасте наименьшая абсолютная и относительная масса белка обнаружена в контрольной группе 1 – соответственно на 1,66–1,97 г и 0,62–2,60 % ниже, чем в остальных группах. Группы 2, 3 и 4 по абсолютной массе белка существенно не отличались, хотя превосходство (на 1,92–1,95 %) группы 2 над другими группами по относительной массе белка было заметным. Разность по абсолютной массе белка была достоверна только между группами 2, 4 и 1 (Р <0,05).

Самая низкая абсолютная и относительная масса желтка зарегистрирована в контрольной группе 2 – на 0,80–1,24 г и 1,56–2,17 % меньше, чем в других группах, которые между собой отличались незначительно. Разность по абсолютной массе желтка достоверна между группами 1, 4 и 2 (Р <0,01); 3 и 2 (Р <0,001).

Значимых различий по абсолютной и относительной массе скорлупы (5,17–5,42 г и 10,65–11,18 %), толщине скорлупы (349–369 мкм) и индексу формы (76,53–77,13 %) яиц между группами не зарегистрированы.

Таблица 41 – Морфологические показатели яиц

Показатель	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
1	2	3	4	5
Возраст 20 недель				
Масса:	46,8±0,63	47,9±0,7	48,9±0,62	48,8±0,52

1	2	3	4	5
белка, г	31,35±0,56	33,32±0,72	33,06±0,75	33,01±0,52
%	66,99	69,56	67,61	67,64
желтка, г	10,21±0,17	9,41±0,17	10,65±0,24	10,35±0,21
%	21,82	19,65	21,78	21,21
скорлупы, г	5,23±0,11	5,17±0,14	5,21±0,1	5,42±0,08
%	11,18	10,79	10,65	11,11
Толщина скорлупы, мкм	358±8,0	349±9,6	357±6,7	369±5,9
Индекс формы яиц, %	76,73±0,55	77,13±1,39	76,93±0,79	76,53±0,79
Возраст 30 недель				
Масса:	61,4±0,6	59,9±0,95	60,1±0,66	59,0±0,76
белка, г	39,37±0,44	38,14±0,72	37,80±0,54	36,91±0,79
%	64,12	63,67	62,90	62,56
желтка, г	15,45±0,29	15,62±0,24	16,04±0,28	15,73±0,26
%	25,16	26,08	26,69	26,66
скорлупы, г	6,54±0,11	6,31±0,14	6,30±0,12	6,32±0,12
%	10,65	10,53	10,48	10,71
Толщина скорлупы, мкм	356±5,1	346±5,6	354±5,5	358±4,2
Индекс формы яиц, %	76,67±0,51	76,83±0,44	78,27±0,65	77,87±0,65
Возраст 40 недель				
Масса:	63,6±2,2	60,8±0,93	63,3±0,99	61,7±1,38
белка, г	38,96±2,08	37,22±1,1	38,93±0,8	37,48±1,2
%	61,26	61,22	61,50	60,75
желтка, г	18,17±0,41	17,46±0,33	18,36±0,4	18,10±0,57
%	28,57	28,72	29,00	29,34
скорлупы, г	6,45±0,16	6,13±0,18	5,99±0,14	6,08±0,1
%	10,14	10,08	9,46	9,85
Толщина скорлупы, мкм	359±9,2	361±6,9	350±6,6	356±4,5
Индекс формы яиц, %	77,07±0,85	75,90±0,68	77,20±0,94	76,80±0,94
Возраст 50 недель				
Масса:	65,1±0,71	63,3±0,82	65,9±1,04	65,4±0,53
белка, г	38,48±0,67	37,22±0,91	39,92±0,77	40,23±0,54

1	2	3	4	5
%	59,11	58,80	60,58	61,51
желтка, г	19,18±0,46	18,91±0,35	18,90±0,46	18,11±0,37
%	29,46	29,87	28,68	27,69
скорлупы, г	7,45±0,18	7,17±0,14	7,07±0,18	7,02±0,1
%	11,44	11,33	10,73	10,73
Толщина скорлупы, мкм	381±6,8	395±7,9	391±9,3	383±6,9
Индекс формы яиц, %	73,33±0,45	75,17±0,36	75,80±0,75	75,40±0,75
Возраст 59 недель				
Масса:	64,3±1,1	65,6±0,94	65,9±1,21	64,4±0,76
белка, г	40,37±0,85	41,12±0,71	41,31±0,88	40,89±0,71
%	62,78	62,68	62,69	63,49
желтка, г	17,49±0,37	17,80±0,46	17,56±0,44	17,23±0,33
%	27,20	27,13	26,65	26,75
скорлупы, г	6,44±0,14	6,71±0,14	7,01±0,13	6,24±0,1
%	10,02	10,23	10,64	9,69
Толщина скорлупы, мкм	366±5,4	360±4,7	363±5,7	355±8,0
Индекс формы яиц, %	74,87±0,88	76,00±0,54	75,33±0,65	74,93±0,65
В среднем за продуктивный период				
Масса:	60,2±0,67	59,5±0,82	60,8±0,65	59,8±0,99
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

В 30-недельном возрасте наибольшая абсолютная и относительная масса белка зарегистрирована в контрольной группе 1 – на 1,23–2,46 г и 0,45–1,56 %

выше, чем в других группах. Минимальными эти показатели были в опытной группе 4. Разность статистически достоверна между группами 1 и 4 (Р <0,05).

Самая высокая абсолютная и относительная масса желтка отмечена в опытной группе 3 – соответственно на 0,31–0,59 г и 0,03–1,53 % больше, чем в остальных группах. Наименьшими эти показатели были в контрольной группе 1. Разность статистически достоверна между группами 3 и 1 (Р <0,05).

По абсолютной и относительной массе скорлупы (6,30–6,54 г и 10,48–10,71%), толщине скорлупы (346–358 мкг) и индексу формы (76,67–78,27 %) яиц существенных различий между группами не обнаружены.

В 40-недельном возрасте, по абсолютной и относительной массе белка (37,22–38,93 г и 60,75–61,50 %) и желтка (17,46–18,36 г и 28,57–29,34 %), индексу формы (75,90–77,20 %) яиц группы отличались незначительно. Хотя отмечена тенденция увеличения в группах 1 и 3 абсолютной и относительной массы белка и индекса формы яиц, а также снижения в группе 2 абсолютной и в группе 1 относительной массы желтка яиц.

Наименьшая абсолютная (5,99 г) и относительная (9,46 %) масса, а также толщина скорлупы (350 мкм) яиц зарегистрирована в опытной группе 3 при локальном освещении светодиодными светильниками белого теплого спектра, что на наш взгляд было связано с более высокой продуктивностью птицы этой группы. Разность статистически достоверна по абсолютной массе скорлупы яиц между группами 1 и 3 (Р <0,05).

В 50-недельном возрасте максимальная абсолютная и относительная масса белка (соответственно 39,92–40,23 г и 60,58–61,51 %) и минимальная абсолютная и относительная масса желтка (соответственно 18,11–18,90 г и 27,69–28,68%) отмечены в группах 3 и 4 при локальном способе освещения светодиодными светильниками белого теплого и белого холодного спектров. Разность статистически достоверна по абсолютной массе белка между 3, 4 и 2 группами (Р <0,05). По абсолютной массе скорлупы яиц (7,02–7,45 г) существенных различий между группами не было при некотором отставании (на 0,6–0,71 %) групп 3 и 4 по ее относительной массе от других групп.

Наименьшая толщина скорлупы яиц зарегистрирована в группах 1 и 4 –на 10,0–14,0 и 8,0–12,0 мкм ниже, чем в группах 2 и 3 соответственно.

Самый низкий показатель индекса формы яиц был в группе 1 – на 1,84–2,47% (Р <0,05–0,01) меньше, чем в других группах, которые между собой отличались несущественно.

В 59-недельном возрасте по абсолютной и относительной массе белка (70,89–41,31 г и 62,68–63,49 %) и желтка (17,23–17,80 г и 26,65–27,20 %) яиц группы отличались несущественно при некоторой тенденции увеличения в группе 4 относительной массы белка и снижения в группе 3 и 4 относительной массы желтка.

Максимальная абсолютная и относительная масса скорлупы наблюдалась в группе 3 – на 0,3–0,77 г и 0,41–0,95 % (Р <0,01–0,001) выше, чем в других группах.

По толщине скорлупы (355–366 мкм) и индексу формы (74,93–76,0 %) яиц различий между группами были несущественны и статистически недостоверны.

В среднем за продуктивный период по абсолютной и относительной массе белка (37,4–38,2 г и 62,6–63,0 %), желтка (15,8–16,3 г и 26,6–26,8 %) и скорлупы (6,2–6,4 г и 10,4–10,6 %) яиц, по толщине скорлупы (362–364 мкм) и индексу формы (75,7–76,7 %) яиц существенных различий между группами не отмечено.

Таким образом, анализ таблицы 41 позволяет констатировать, что в опытных группах 3 и 4 при локальном способе освещения светодиодными светильниками белого теплого и белого холодного спектров абсолютная масса белка яиц с 20- до 59-недельного возраста птицы увеличивался, тогда как в контрольных группах 1 и 2 при традиционном способе освещения аналогичными спектрами, этот показатель увеличивался только с 20- до 30-недельного возраста птицы с последующим некоторым снижением в 50-недельном возрасте и с дальнейшим вновь повышением к 59-недельному возрасту. Что же касается от-

носительной массы белка яиц, то во всех группах она с 20- до 50-недельного возраста снижалась, а далее к 59-недельному возрасту вновь возрастала.

Абсолютная масса желтка во всех группах с 20- до 50-недельного возраста увеличивалась, а далее к 59-недельному возрасту вновь снижалась. Что касается относительной массы желтка, то в группах 1 и 2 она повышалась до 50-, а в группах 3 и 4 – до 40-недельного возраста, далее во всех группах до конца продуктивного периода вновь снижалась.

Абсолютная масса скорлупы яиц с 20- до 30-недельного возраста увеличивалась, а ее относительная масса снижалась, далее до конца продуктивного периода эти показатели существенно не менялись.

Толщина скорлупы яиц во всех группах с возрастом птицы менялась несущественно, отмеченные в отдельные возрастные периоды небольшие изменения не носили закономерный характер.

Индекс формы яйца в группах 3 и 4 с 20- до 30-недельного возраста увеличивался, а далее до конца продуктивного периода плавно снижался, тогда как в группах 1 и 2 этот показатель менялся зигзагообразно, имея тенденцию к снижению к концу продуктивного периода.

3.3.7. Содержание в желтке яиц каротиноидов, витаминов А и В2; в белке – витамина В2; в скорлупе – кальция

Содержание витаминов в яйце напрямую зависит от их количества в корме, а также от физиологического состояния организма [85].

Результаты химического анализа яйца приведены в таблице 42.

Как показывают данные таблицы 42, в среднем за продуктивный период по содержанию в скорлупе кальция (37,3–37,7 %); в желтке – каротиноидов (12,1–12,6 мкг/г), витаминов А (6,25–7,37 мкг/г) и B_2 (5,23–5,80 мкг/г); в белке – витамина B_2 (3,04–3,30 мкг/г), различия между группами были незначительны и находились в пределах ошибки анализа.

Таблица 42 – Результаты химического анализа яиц

Показатель	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
1	2	3	4	5
Возраст 20 недель				
Содержание:				
в скорлупе кальция, %	36,63	36,98	36,31	37,09
в желтке, мкг/г:				
каротиноидов	14,21	13,28	12,26	14,43
витамин А	9,52	6,77	7,55	9,76
витамина B_2	5,86	5,13	5,73	5,57
в белке витамина B_2, мкг/г	4,19	4,04	4,09	3,65
Возраст 30 недель				
Содержание:				
в скорлупе кальция, %	38,24	37,79	37,62	38,88
в желтке, мкг/г:				
каротиноидов	12,24	12,00	12,52	12,68
витамин А	9,27	7,75	10,85	7,50
витамина B_2	6,29	6,30	7,78	6,00
в белке витамина B_2, мкг/г	3,15	3,33	4,10	3,29
Возраст 40 недель				
Содержание:				
в скорлупе кальция, %	37,82	36,63	36,88	37,08
в желтке, мкг/г:				

1	2	3	4	5
каротиноидов	11,56	14,03	15,25	11,78
витамин А	5,56	5,87	6,53	5,31
витамина B_2	5,41	6,02	5,94	5,36
в белке витамина B_2, мкг/г	2,41	2,54	3,20	3,01
Возраст 50 недель				
Содержание:				
в скорлупе кальция, %	37,73	38,13	37,78	38,27
в желтке, мкг/г:				
каротиноидов	12,32	13,22	11,07	12,72
витамин А	6,28	4,92	5,57	5,75
витамина B_2	5,42	5,06	4,65	4,72
в белке витамина B_2, мкг/г	3,03	3,16	2,40	2,09
Возраст 59 недель				
Содержание:				
в скорлупе кальция, %	36,08	37,95	38,04	37,17
в желтке, мкг/г:				
каротиноидов	11,20	10,23	9,13	9,37
витамин А	6,23	5,96	5,95	6,58
витамина B_2	4,32	5,08	4,92	4,52
в белке витамина B_2, мкг/г	3,14	3,06	2,71	3,17
В среднем за период содержания				
Содержание:				
в скорлупе кальция, %	37,3	37,5	37,3	37,7

1	2	3	4	5
в желтке, мкг/г:				
каротиноидов	12,3	12,6	12,1	12,2
витамин А	7,37	6,25	7,29	6,98
витамина B_2	5,46	5,52	5,80	5,23
в белке витамина B_2, мкг/г	3,18	3,23	3,30	3,04

Если рассматривать возрастную динамику изменения указанных показателей, то можно отметить, что минимальное содержание кальция в скорлупе яиц во всех группах зарегистрировано в начале продуктивного периода (20 недель). Максимальным этот показатель был в группах 1 и 4 в 30-недельном возрасте, а в группах 2 и 3 – в 50- и 60-недельном возрастах, соответственно. Следует отметить, что во всех группах содержание кальция в скорлупе яиц в 60-недельном возрасте по сравнению с 50-недельным снижалось, исключением была опытная группа 3, где в указанном возрасте содержание кальция было несколько выше, чем в предыдущем. Это говорит о вероятной возможности более продолжительной эксплуатации кур этой группы, что позволит снизить финансовые расходы предприятия, связанные с необходимостью более частой замены кур промышленного стада [112].

Наиболее высокое содержание каротиноидов в желтке яиц наблюдалось в группах 1 и 4 в 20-недельном возрасте, а в группах 2 и 3 – 40-недельном возрасте птицы. После указанных возрастов этот показатель во всех группах до конца продуктивного периода снижался либо плавно, либо зигзагообразно.

Максимальное содержание витамина А в желтке яиц отмечена в группах 1 и 4 в 20-недельном возрасте, а в группах 2 и 3 – в 30-недельном возрасте. Начиная с 40-недельного возраста и до конца продуктивного периода содержание витамина А в желтке во всех группах существенно не менялось и в группах 1, 2, 3 и 4 этот показатель находился в пределах 5,56–62,8; 4,92–5,96; 5,57–6,53 и 5,31–6,58 мкг/г соответственно.

Наивысшее содержание витамина B_2 в желтке яиц во всех группах зарегистрировано в 30-недельном возрасте, далее до конца продуктивного периода плавно снижался.

Во всех группах более высокое содержание витамина B_2 в белке обнаружено в 20-недельном возрасте, после чего этот показатель до конца продуктивного периода менялся незначительно, за исключением 40-недельного возраста для групп 1, 2 и 50-недельного возраста для групп 3, 4, когда произошло снижение этого показателя по сравнению с предыдущим и последующим возрастами.

3.3.8. Инкубационные качества яиц

Основными показателями качества инкубационных яиц являются оплодотворенность и выводимость яиц, вывод цыплят.

Данные о результатах инкубации яиц представлены в таблице 43.

Таблица 43 – Инкубационные качества яиц, %

Показатель	Группа			
	1(к)	2(к)	3	4
1	2	3	4	5
Возраст 26 недель				
Оплодотворенность	93,0	93,0	96,0	94,0
Выводимость	87,1	88,2	87,5	88,3
Вывод	81,0	82,0	84,0	83,0
Возраст 46 недель				
Оплодотворенность	96,0	95,0	98,0	97,0
Выводимость	87,5	87,4	87,8	87,6
Вывод	84,0	83,0	86,0	85,0

1	2	3	4	5
Возраст 56 недель				
Оплодотворенность	95,0	94,0	96,0	96,0
Выводимость	87,4	87,2	86,5	87,5
Вывод	83,0	82,0	83,0	84,0
В среднем за продуктивный период				
Оплодотворенность	94,7	94,0	96,7	95,7
Выводимость	87,3	87,6	87,2	87,8
Вывод	82,7	82,3	84,3	84,0

Как показывают данные таблицы 43, во всех группах наиболее высокие оплодотворенность яиц (95–98 %) и вывод цыплят (83–86 %) наблюдались в 46-недельном возрасте птицы. Далее к 56-недельному возрасту эти показатели несколько снизились, оставаясь при этом на достаточно высоком уровне (94–96,7 и 82–84 % соответственно). Что касается выводимости яиц, то она с 26- до 56-недельного возраста менялась несущественно. Следует отметить, что во все возрастные периоды по оплодотворенности яиц и выводу цыплят группы 3 и 4 при локальном освещении светодиодными светильниками белого теплого и белого холодного спектров превосходили контрольные группы 1 и 2.

В среднем за период исследования наиболее высокие оплодотворенность яиц (96,7 %) и вывод цыплят (84,3 %) 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 (87,2–87,8 %) группы практически не отличались.

3.3.9. Заключение по третьему опыту

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, где применялись светодиодные источники белого теплого (3000 К) и 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 несушку – 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.

4. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОВЕРКА

Для подтверждения результатов опыта в ЗАО «Птицефабрика Дружба» Краснодарского края на курах промышленного стада «Хай-Лай Браун» и ООО «Племенной птицеводческий репродуктор «Свердловский» Свердловской области на птице родительского стада кросса «Хайсекс Браун» были проведены производственные проверки.

Результаты производственной проверки на курах промышленного стада представлены в таблице 44.

Таблица 44 – Результаты производственной проверки (промышленное стадо)

Показатель	Вариант	
	базовый	новый
1	2	3
Начальное количество птицы, голов	58 180	58 180
Сохранность поголовья, %	96,0	98,1
Среднее поголовье, голов	55 202	56 068
Живая масса (г) кур в возрасте, дней:		
154	1 750	1 750
520	1 935	1 970
Получено яиц, штук:		
всего	17 813 685	18 951 154
на 1 начальную несушку	306,2	325,7
на 1 среднюю несушку	322,7	338,0
Средняя масса яиц, г	62,6	64,2
Выход яичной массы, кг:	1 115 137	1 216 664
на 1 начальную несушку	19,17	20,91
на 1 среднюю несушку	20,20	21,70

1	2	3
Расход корма:		
всего, т	2 330	2 385
на 1 голову в сутки, г	115,3	115,0
на 10 штук яиц, кг	1,32	1,26
на 1 кг яичной массы, кг	2,09	1,96
Стоимость корма, рублей:		
всего	24 861 100	25 447 950
1 кг	10,67	10,67
Количество ламп в птичнике 18х96 м, штук	280	6 912
Срок службы лампы, ч	50 000	50 000
Стоимость одной лампы, рублей	850	100
Стоимость всех ламп, рублей	238 000	691 200
Расход средств на источники освещения и монтаж в расчете, рублей:		
на птичник 18х96 м	278 000	791 200
на 1000 начальных несушек	4 778,28	13 599,18
на 1000 яиц	15,61	41,75
Стоимость 1 кВт электроэнергии, руб.	6,90	6,90
Продолжительность освещения за 154–520 дней продуктивного периода, ч	2 562	2 562
Затраты на освещение в расчете:		
на птичник 18х96 м, кВт	4 304	4 250
руб.	29 698	29 325
на 1000 начальных несушек, кВт	73,98	73,05
руб.	510,45	504,04
на 1000 яиц, кВт	0,24	0,22
руб.	1,66	1,52
Затраты (себестоимость) на выращивание ремонтного молодняка, руб.	12 663 459	12 663 459
Затраты на содержание кур-несушек, руб.	41 435 167	43 965 438
Совокупные затраты за период выращивания и содержания кур, руб.	54 098 626	56 628 897

1	2	3
Себестоимость 10 штук яиц, руб.	30,37	29,88
Средняя реализационная цена 10 штук яиц, руб.	33,29	33,46
Выручка от реализации яиц, руб.	59 301 757	63 410 561
Прибыль, руб.	5 203 131	6 781 664
Рентабельность производства яиц, %	9,62	11,98
Экономический эффект (руб.) в расчете:		
на птичник 18 х 96 м	-	1 250 776
на 1 начальную несушку	-	21,5
на 1000 яиц	-	66,0

Как показывают данные таблицы 44, при содержании яичных кур промышленного стада в клеточных батареях новый способ локального освещения светодиодными светильниками белого теплого спектра (новый вариант) по сравнению с традиционным способом (базовый вариант) позволило повысить сохранность поголовья на 2,1 %, яйценоскость на начальную и среднюю несушку – на 6,4 и 4,7 %, массу яиц – на 2,6 %, выход яичной массы на начальную и среднюю несушку – 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.

За продуктивный период в новом варианте по сравнению с базовым вариантом прибыль была на 30,3 % выше при экономическом эффекте в расчете на птичник 18х96 м 1 250 776 руб. или 21,5 и 66,0 руб. в расчете на 1 начальную несушку и 1000 яиц, соответственно.

Результаты производственной проверки на птице родительского стада представлены в таблице 45.

Как показывают данные таблицы 45, при содержании яичных кур и петухов родительского стада в клеточных батареях новый способ локального освещения светодиодными светильниками белого теплого спектра (новый вариант) по сравнению с традиционным способом (базовый вариант) позволило повысить сохранность поголовья на 2,4 %, яйценоскость на начальную и среднюю несушку – 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 несушку – на 9,7%; снизить затраты корма на 10 яиц – на 4,2 %, себестоимость яиц – на 5,3 %, соответственно.

Таблица 45 – Результаты производственной проверки (родительское стадо)

Показатель	Вариант	
	базовый	новый
1	2	3
Начальное количество птицы, голов:		
петухов	2 919	2 920
кур	20 889	20 900
Сохранность поголовья, %:		
петухов	93,3	93,6
кур	91,9	94,3
Среднее поголовье, голов:		
петухов	2 731	2 801
кур	19 533	20 015
Живая масса (г) кур в возрасте, недель:		
22	1 690	1 695
65	1 906	1 945
Получено яиц, штук:		
всего	5 771 631	6 192 670
на 1 начальную несушку	276,3	296,3
на 1 среднюю несушку	295,5	309,4
Средняя масса яиц, г	61,4	61,7
Выход инкубационных яиц:		
штук	5 021 319	5 406 201
%	87,0	87,3
Выход товарных яиц:		

1	2	3
штук %	750 312 13,0	786 469 12,7
Расход корма: всего, кг на 1 голову в сутки, г на 10 штук яиц, кг	 819 615,76 120,7 1,42	 841 328,59 120,9 1,36
Стоимость корма, рублей: всего 1 т	 10 734 508 13 097	 11 018 881 13 097
Оплодотворенность яиц, %	95,8	97,1
Выводимость яиц, %	82,1	82,8
Вывод цыплят, %	78,6	80,1
Получено цыплят, голов: всего на 1 начальную несушку	 3 946 757 188,9	 4 330 367 207,2
Количество ламп в птичнике 18х96 м, штук	245	1 344
Срок службы лампы, ч	50 000	50 000
Стоимость одной лампы, рублей	850	250
Стоимость всех ламп, рублей	208 250	336 000
Расход средств на источники освещения и монтаж в расчете, рублей: на птичник 18х96 м на 1000 начальных несушек на 1000 яиц	 248 250 11 884,2 43,0	 396 000 18 947,4 63,9
Стоимость 1 кВт электроэнергии, руб.	5,34	5,34
Продолжительность освещения за 150–455 дней продуктивного периода, ч	3 050	3 050
Затраты на освещение в расчете:		

1	2	3
на птичник 18х96 м, кВт	4 483,5	4 919,0
руб.	23 941,89	26 267,67
на 1000 начальных несушек, кВт	214,6	235,4
руб.	1 146,15	1 256,83
на 1000 яиц, кВт	0,78	0,80
руб.	4,15	4,24
Затраты (себестоимость) на выращивание ремонтного молодняка, руб.	11 604 019	11 609 868
Затраты на содержание кур и петухов родительского стада, руб.	16 264 406	16 719 231
Совокупные затраты за период выращивания и содержания птицы, руб.	27 868 425	28 329 099
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
Выручка от реализации инкубационных яиц, руб.	33 140 705	35 680 927
Выручка от реализации товарных яиц, руб.	2 776 154	2 909 935
Совокупная выручка от реализации инкубационных и товарных яиц, руб.	35 916 859	38 590 862
Прибыль, руб.	8 048 434	10 261 763
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

За продуктивный период в новом варианте по сравнению с базовым вариантом прибыль была на 27,5 % выше при экономическом эффекте в расчете на птичник 18х96 м 1 634 865 руб. или 78,22 и 264,0 рублей в расчете на 1 начальную несушку и 1000 яиц, соответственно.

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. Сохран-

ность 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 целесообразно 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 ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адаптивная ресурсосберегающая технология производства яиц: монография / В.И. Фисинин, А.Ш. Кавтарашвили, И.А. Егоров, В.С. Лукашенко …..В.С. Буяров, О.Н. Сахно и др.; под общ. ред. В.И. Фисинина и А.Ш. Кавтарашвили. – Сергиев Посад, 2016. – 351 с.

2. Айзенберг, Ю.Б. Справочная книга по светотехнике / Ю.Б. Айзенберг. 3-е изд. – М.: Знак, 2006. – 170 с.

3. Акатов, А.Е. Влияние освещенности на воспроизводительные качества яичных кур при люминесцентном освещении / А.Е. Акатов // Передовой научно-производственный опыт в птицеводстве. Экспресс информация, 1988, №6. – Загорск. – С. 10–13.

4. Акатова, Е.В. Продуктивность клеточных несушек при режиме прерывистого освещения лампами ЛДЦ-36 и ЛДТД-18: автореф. дис. канд. с-х. наук / Е.В. Акатова. – М., 1993. – 20 с.

5. Алешкевич, В.А. Курс общей физики. Оптика / В.А. Алешкевич. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 320 с.

6. Асриян, М. Рациональные световые режимы для кур-несушек / М. Асриян // Птицеводство. – 1987. – № 7. – С. 33–35.

7. Асриян, М.А. Зоотехническая и физиологическая оценка различных световых режимов для кур-несушек промышленного стада / М.А. Асриян, А.В. Броерский, Т.С. Тагиев // С.-х. биология. – 1987. – № 7. – С. 49–56.

8. Асриян, М.А. Ресурсосберегающая технология производства яиц: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.02.04 / Асриян Михаил Аванесович. – Сергиев Посад, 1992. – 525 с.

9. Астраханцев, А.А. Эффективность использования прерывистых световых режимов при производстве пищевых яиц / А.А. Астраханцев // Материалы Международной научно-практической конференции (Ижевск, 25–27 июня 2014 г.) – 2014. – С. 135–138.

10. Балашов, В.В. Эффективность программ освещения для цыплят-бройлеров с различной продолжительность выращивания: дис. … канд. с-хоз. наук: 06.02.10 / Балашов Владимир Владимирович. – Орел, 2013. – 38 с.

11. Барнев, В. Влияние уровня освещенности внутри клетки на показатели яичной продуктивности кур-несушек / В. Барнев // Науч. – произв. опыт в птицеводстве. – 2001. – № 1. С – 16–17.

12. Бедило, Н.М. Световые режимы при выращивании бройлеров и биологические ритмы / Н. М. Бедило. – Смоленск, 1998. – 256с.

13. Блум, Ф. Мозг, разум, поведение / Ф. Блум, А. Лейзерсон, Л. Хофстейтдер // – М.: Мир, 1988. – 284 с.

14. Бондарь, О.О. Управление продовольственной безопасностью региона (на материалах краснодарского края): автореф. дисс. канд. э. наук. / О.О. Бондарь. – Ставрополь, 2010. – 24 с.

15. Бушра, И. А. Влияние ритмично-варьирующего освещения на рост и развитие молодняка кур промышленного стада: Автореф. дис…канд. с. – х. наук. – М., 1991. – 16 с.

16. Валеев, Ф.Н. Повышение продуктивности кур-несушек за счет установления рационального режима освещения в птицеводческом помещении: автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.20.02 / Файраз Наилович Валеев. – Уфа, 2002. – 20 с.

17. Воронцов, П.П. Свет на службе человека / П.П. Воронцов. – Симферополь: Крым, 1965. – С. 61.

18. Вракин, В.Ф. Морфофункциональное состояние эпифиза и яичника кур при различных уровнях освещенности / В.Ф. Вракин, Н.В. Кашлев, А.А. Ефимова // Известия ТСХА. – 1991. – № 1. – С. 157–159.

19. ГОСТ 31654-2012. Межгосударственный стандарт. Яйца куриные пищевые. Технические условия. – М. Стандартинформ, 2012. – 8 с.

20. Гришин, К.М. Обоснование параметров энергосберегающих осветительных установок с компактными люминесцентными и светодиодными

лампами для освещения птицы при клеточном содержании: дис. … канд. тех. наук: 05.20.02 / Гришин Кирилл Михайлович. – Москва, 2011. – 137 с.

21. Давыдов, В.М. Ресурсосберегающие технологии производства птицеводческой продукции / В.М. Давыдов, А.Б. Мальцев, И.П. Спиридонов. – Омск, 2004. – 352 с.

22. Жилинский, Ю.М. Электрическое освещение и облучение / Ю. М. Жилинский, В.Д. Купин. – М.: Колос, 1982. – 272 с.

23. Зюдкамп, Х. Viper – компьютер для птицефабрик / Х. Зюдкамп, А. Бакалец // Животноводство России. – 2008. – № 2. – С. 74–75.

24. Имангулов, А.Ш. Как уменьшить расклев у птицы / А. Ш. Имангулов, А.Ш. Кавтарашвили // Животноводство России – 2002 – № 9. – С. 26–28.

25. Источники света: Номенклатур. Каталог. – Саранск, 1985. – 15 с.

26. Кавтарашвили, А.Ш. Преимущество монохроматического освещения. / А.Ш Кавтарашвили, Е.Н. Новоторов, Т.Н. Волконская, С. Риджал, М.К. Федорова // Птицеводство. – 2007. – № 2. – С. 12–15.

27. Кавтарашвили, А.Ш. Лучшие источники освещения при содержании яичных кур-несушек / А.Ш Кавтарашвили, Е.Н. Новоторов, Т.Н. Волконская // Птицефабрика. – 2008. – № 1. – С. 26–30.

28. Кавтарашвили, А.Ш. Масса куриных яиц и методы ее регулирования / А.Ш Кавтарашвили // Птицефабрика. – 2008. – № 5. – С. 14–18.

29. Кавтарашвили, А. Ш. Влияние света на физиологию и продуктивность кур / А. Ш. Кавтарашвили // Птахівництво. – 2007. – № 3–4 (52–53). – С. 26–28.

30. Кавтарашвили, А. Ш. Его величество свет – основополагающий фактор в яичном птицеводстве / А. Ш. Кавтарашвили // Птица и птицепродукты. – 2007. – № 5. – С. 45–47.

31. Кавтарашвили, А. Ш. Значение света в промышленном птицеводстве / А. Ш. Кавтарашвили // РацВетИнформ. – 2007. – № 7. – С. 10–11.

32. Кавтарашвили, А. Ш. Резервы экономии энергоресурсов / А. Ш. Кавтарашвили, Т. Н. Волконская // Птахівництво. – 2007. – № 5–6 (54–55). – С. 30–32.

33. Кавтарашвили, А.Ш. Живая масса кур промышленного стада при начале световой стимуляции / А.Ш. Кавтарашвили, Е.Н. Новоторов // Птицеводство. – 2015. – № 2. – С. 9–13.

34. Кавтарашвили, А.Ш. К вопросу повышения эффективности яичного птицеводства /А.Ш. Кавтарашвили, С.П. Риджал, Г.А. Кирдяшкина // Птица и птицепродукты. – 2003. – № 2. – С. 15–19.

35. Кавтарашвили, А.Ш. Методика ценообразования пищевых яиц кур / А.Ш. Кавтарашвили, В.С. Лукашенко, Л.М. Ройтер, Е.Н. Новоторов // Птицеводство. – 2016. – № 3. – С. 13–17.

36. Кавтарашвили, А.Ш. Некоторые аспекты внедрения ресурсосберегающих технологий в птицеводстве / А.Ш. Кавтарашвили // РацВетИнформ – 2008. – № 11 (87). – С. 16–18.

37. Кавтарашвили, А.Ш. Перспективы использования светодиодного освещения в птицеводстве / А.Ш. Кавтарашвили, С.И. Заливатский, А.Б. Литвинов, М.В. Вдовин // Энергетика, машиностроение, АПК. – 2009. – № 6. – С. 16–19.

38. Кавтарашвили, А.Ш. Продуктивность яичных кур промышленного стада при разных источниках освещения / А.Ш. Кавтарашвили, Е.Н. Новоторов, Т.Н. Волконская, Н.П. Зайцева // Сб. науч. тр. ВНИТИП. – 2007. – Т. 82. – С. 63–71.

39. Кавтарашвили, А.Ш. Продуктивные качества кур при различном спектре освещения / А.Ш. Кавтарашвили, Е.Н. Новоторов, Т.Н. Волконская, С.П. Риджал // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2007. – № 2. – С. 39–42.

40. Кавтарашвили, А.Ш. Рациональный возраст кур современных кроссов при начале световой стимуляции / А.Ш. Кавтарашвили, Е.Н. Новоторов, Т.Н. Колокольникова // Птица и Птицепродукты. – 2014. – № 2. – С. 43–46.

41. Кавтарашвили, А.Ш. Светотехнические системы освещения для птицеводческих помещений / А. Кавтарашвили, А. Лямцов, В. Малышев, Я. Чванов // Птицеводство. – 2013. – № 4. – С. 12–14.

42. Кавтарашвили, А.Ш. Сравнительная эффективность реализации пищевых яиц по массе и категориям / А.Ш. Кавтарашвили, В.С. Лукашенко, Л.М. Ройтер, Е.Н. Новоторов // Птица и птицепродукты. – 2016. – № 1. – С. 25–28.

43. Кавтарашвили, А.Ш. Технологические методы повышения эффективности производства куриных яиц: дис. … д-ра с.-х. наук: 06.02.04 / Кавтарашвили Алексей Шамилович. – Сергиев Посад. – 1999. – 366 с.

44. Карапетян, С.К. Биологические основы повышения продуктивности и пути интенсификации птицеводства в Армянской ССР / С.К. Карапетян. – Ереван. : Армсельхозгиз, 1962. – 406 с.

45. Кирдяшкина, Г.А. Продуктивность племенных кур яичных кроссов при прерывистом освещении / Г.А. Кирдяшкина, А.Ш. Кавтарашвили // Сб. тезисов докладов междунар. конф.–выставки «Птицеводство–мировой и отечественный опыт. – М., 2002. – С. 57.

46. Кирсанов, В.В. Электрификация сельскохозяйственного производства / В.В. Кирсанов, В.В. Иванов. – М.: Колос, 1980. – 256 с.

47. Колокольникова, Т.Н. Продуктивность яичных кур-несушек при обрезке когтей в суточном возрасте: дис. …канд. с.-х. наук: 06.02.04 / Колокольникова Татьяна Николаевна. – Сергиев Посад, 2009. – 194 с.

48. Кочиш, И.И. Селекция в птицеводстве / И.И. Кочиш. – М.: Колос, 1992. – 272 с.

49. Ларионов, В.Ф. Значение условий освещения для продуктивности сельскохозяйственной птицы / В.Ф. Ларионов // Птицеводство. – 1951. – № 1. – С. 13–16.

50. Ларионов, В.Ф. Свет и повышение продуктивности сельскохозяйственной птицы / В.Ф. Ларионов. – М.: Изд-во МГУ, 1956. – 70 с.

51. Лобашев, М.Е. О механизме светопериодизма у животных / М.Е. Лобашев, В.Б. Саватеев // Физиология суточного ритма животных. – М., 1959. – Гл. 8. – С. 187–209.

52. Лопаева, Н.Л. Влияние освещенности на яичную продуктивность кур / Н.Л. Лопаева // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 6 (136). – С. 61–64.

53. Лукашенко, В.С. Методика проведения исследований по технологии производства яиц и мяса птицы / под общ. ред. В.С. Лукашенко и А.Ш. Кавтарашвили. – Сергиев Посад, 2015. – 103 с.

54. Лукашенко, В.С. Методические рекомендации по проведению анатомической разделки тушек и органолептической оценки качества мяса и яиц с.-х. птицы, и морфологии яиц / В.С. Лукашенко, М.А. Лысенко, Т.А. Столляр, А.Ш. Кавтарашвили и др. – Сергиев Посад, 2001. – 26 с.

55. Лукьянов, В.В клетке или на полу? / В. Лукьянов, А. Кавтарашвили, В. Слепухин, В. Буяров, С. Липман, В. Карант, И. Бугуев, М. Румянцева, Б. Беленький, А. Гуреев // Птицеводство. – 2007. – № 2. – С. 3–12.

56. Люис, П. Освещение для родительского бройлерного поголовья / П. Люис // Aviagen. 2009. – 19 с.

57. Мазуха, А.П. Автоматизация технологических процессов в птицеводстве / А.П. Мазуха, А.С. Куракин, В.В. Пыльнев – М.: Россельхозиздат, 1987. – 75 с.

58. Марчев, С.В. Влияние количества фотопериодов в светочувствительную фазу на продуктивность кур-несушек / С.В. Марчев, А.Ш. Кавтарашвили, С.П. Риджал // Сб. тезисов докладов междунар. конф.–выставки «Птицеводство – мировой и отечественный опыт – М., 2002. – С. 89.

59. Марчев, С.В. Продуктивность яичных кур при различной продолжительности освещения в светочувствительную фазу: дис. …канд. с.–х. наук: 06.02.04 / Марчев Сергей Викторович. – Сергиев Посад, 2002. – 131 с.

60. Марчев, С.В. Рациональная кратность чередования фотопериодов в светочувствительную фазу при прерывистом освещение кур / С.В. Марчев, А.Ш. Кавтарашвили, С.П. Риджал // Материалы научно-практической конфе-

ренции «Наука – птицеводству Ивановской области» – Сергиев Посад–Иваново, 2002. – С. 153–157.

61. Мешков, В.В. Основы светотехники / В.В. Мешков. – М.: Энергия, 1979. – 368 с.

62. Москатов, К.А. Инфракрасные лучи и их применение / К.А. Москатов // Наука и жизнь. – 1959. – № 6. – С. 24–29.

63. Мухамедшина, А.Р. Влияние света на поведение и продуктивность птицы / А.Р. Мухамедшина // Ветеринария. – 2005. – № 6. – С 27.

64. Найденский, М.С. Влияние различной освещенности на продуктивность и биохимические показатели крови кур при содержании их в многоярусных клеточных батареях / М.С. Найденский // Повышение естественной резистентности с.–х. птицы / Сб. науч. Тр. (Моск. вет. акад) – 1983. – С. 47–53.

65. Найденский, М.С. Влияние интенсивности освещения на физиологическое состояние, продуктивность и жизнеспособность птицы. / М.С. Найденский // Вопросы зоогигиены и основы ветеринарии. Сб. науч. тр;. Моск. вет. акад. – 1973. – Т. 66. – С. 197–198.

66. Найденский, М.С. Методические рекомендации по оптимизации энергосберегающих световых режимов в птичниках / М.С. Найденский, А.К. Данилова, Н.В. Бирюков и др. – М.: МВА, 1989. – 16 с.

67. Новоселов, И.М. Разработка и обоснование эффективности технологического светодиодного освещения птичника промышленного стада кур-несушек: автореф. дис. … канд. тех. наук: 05.20.02 / Новоселов Иван Михайлович. – Ижевск, 2011. – 19 с.

68. Новоселов, И.М. Разработка и обоснование эффективности технологического светодиодного освещения птичника промышленного стада кур-несушек: дис. … канд. тех. наук: 05.20.02 / Новоселов Иван Михайлович. – Ижевск, 2011. – 132 с.

69. Новоторов, Е.Н. Продуктивные качества промышленных кур-несушек при различных источниках освещения: дис. … канд. с.-х. наук: 06.02.04 / Новоторов Евгений Николаевич. – Сергиев Посад, 2008. – 130 с.

70. Новоторов, Е.Н. Эффективность различных источников освещения при содержании яичных кур-несушек в клетках / Е.Н. Новоторов, А.Ш. Кавтарашвили, Т.Н. Волконская // Материалы международной конференции «Инновационные решения в яичном птицеводстве» – Геленджик, 2007. – С. 219–223.

71. Паламаренко, С.И. Люминесцентные лампы и их характеристики (часть 1) / Паламаренко, С.И. // www.electrik.org.

72. Пигарев, Н.В. Ультрафиолетовое облучение цыплят и кур при клеточном содержании / Н.В. Пигарев // Птицеводство. – 1958. – № 10. – С. 36–39.

73. Пигарев, Н.В. Задачи совершенствования светового режима для кур в системе энергосберегающей технологии производства птицепродуктов: тез. докл. науч. конф. «Пути ускорения интенсификации и разраб. энергосберегающих технологий пр-ва яиц и мяса птицы (Вильнюс, 7–9 июня 1988 г.) / Н.В. Пигарев. – Горки,1988. – С. 52–57.

74. Пигарев, Н.В. Направления разработки ресурсо- и энергосберегающих технологий и режимов / Н.В. Пигарев // Птицеводство. – 1988. – № 5. – С. 21–25.

75. Пигарев, Н.В. Режимы прерывистого освещения для яичных кур / Н. Пигарев, Э. Бондарев, Л. Попова и др. // Птицеводство. – 1987. – № 4. – С. 26–29.

76. Пильщикова, Ю.А. Повышение эффективности облучательной установки для птицеводства: дис. … канд. тех. наук: 05.09.07 / Пильщикова Юлия Алексеевна. – Саранск, 2014. – 152 с.

77. Пирхавка, П.Я. Нормирование расхода электроэнергии в птицеводстве / П.Я Пирхавка, Е.И. Маркелова // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. – 1983. – № 4. – С. 27–33.

78. Поливанная, М.Ф. Дифференцирование интенсивности световых раздражителей у кур / М.Ф. Поливанная, Л.С. Рытикова // Журн. высш. нерв. деятельности им. Павлова. – 1980. – Т. 30, вып. 4. – С. 755–760.

79. Попов, А. Люминесцентные газоразрядные лампы при выращивании бройлеров / А. Попов // Птицеводство. – 1971. – № 11. – С. 18–20.

80. Промышленное птицеводство: монография / под общей редакцией В.И. Фисинина. – Сергиев Посад, 2016. – 531 с.

81. Славин, Р.М. Механизация и автоматизация птицеводства / Р.М. Славин // Обзорная информация ВАСХНИЛ. – М., 1983. – 65 с.

82. Славин, Р.М. Механизация и электрификация птицеводства / Р.М. Славин, А.Т. Зайцев. – М.: Колос, 1971. – 279 с.

83. Сметнев, С.И. Регулирование микроклимата в интенсивном птицеводстве / Сметнев С.И. // Птицеводство. – 6–е изд., перераб. и доп. – М., 1978. – С. 141–149.

84. Собченюк, В.И. Влияние различных источников света на воспроизводительные качества мясных кур: дис. … канд. с-х. наук: 06.02.04 / Собченюк Владимир Иванович. – Москва, 1984. – 115 с.

85. Спиридонов, И.П. Кормление сельскохозяйственной птицы от А до Я / И.П. Спиридонов, А.Б. Мальцев, В.М. Давыдов. – Омск: Областная типография, 2002. – 704 с.

86. Тимирязева, Н.А. Квартирный вопрос – варианты решения / Н.А.Тимирязева // Новое сельское хозяйство – 2007. – № 6. – С. 90–94.

87. Тищенко, В.П. Физиология фотопериодизма насекомых / В.П.Тищенко // Тр. Всесоюзн. Энтомол. общества. – 1977. – № 59. – С. 156.

88. Толстопятов, М.В. Яичная продуктивность кур в условиях короткого светового дня и режима прерывистого освещения / М.В. Толстопятов, К.Н. Козыдубов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – № 2. – С. 138–142.

89. Трухачев В.И. Светодиодное освещение в промышленном птицеводстве / В.И. Трухачев, М.В. Зонов, В.В. Самойленко. – Ставрополь: Аргус, 2012. – С. 90–96.

90. Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // Российская газета (федеральный выпуск). –2009 (27 ноября). – № 5050 (226).

91. Физический энциклопедический словарь – 1962. – Т. 2. – С. 571–572.

92. Фисинин, В.И. Резервы экономии энергозатрат в промышленном птицеводстве / В.И. Фисинин, А.Ш. Кавтарашвили, Т.Н. Волконская, С. П. Риджал // Птица и птицепродукты. – 2006. – № 1. – С. 56–59.

93. Фисинин, В.И. Светильники на основе светодиодов – будущее в освещении птицеводческих помещений / В.И. Фисинин, А.Ш. Кавтарашвили, Е.Н. Новоторов // Птицеводство. – 2010. – № 2. – С. 27–29.

94. Фисинин, В.И. Неиспользуемые резервы и экономика предприятий / В.И. Фисинин // Животноводство России. – 2003. – № 6. – С. 2–4.

95. Фисинин, В.И. Птицеводство России – Стратегия инновационного развития / В.И. Фисинин. – М. 2009. – 147 с.

96. Царенко, П.П. Повышение качества продукции птицеводства: пищевые и инкубационные яйца / П.П. Царенко. – Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1988. – 240 с.

97. Шуберт, Ф. Светодиоды / Пер. с англ. под ред. А.Э. Юновича – 2–е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ,2008 – 496 с.

98. Юрков, В.М. Влияние света на резистентность и продуктивность животных / В.М. Юрков. – М.: Госагропромиздат, 1991. – 192 с.

99. Юрков, В.М. Влияние света на продуктивность животных / В.М. Юрков. – М.: 1980. – 125 с.

100. Andrews, D.K. A comparison of energy efficient house lighting source and photoperiods / D.K. Andrews, N.G. Zimmerman // Poultry Sci. – 1990. – Vol. 69. – P. 1471–1479.

101. Bates, P. C. Effects of the anabolic steroid stanozolol on growth and protein metabolism in the rat / P. C. Bates, L.F. Chew, D.J. Millward // J. Endocrinol. – 1987. – Vol. 114. – P. 373–381.

102. Benoit, J. The role of the eye and of the hypothalamus in the photostimulation of gonads in the duck / J. Benoit // Annats of the New York Academy of Science. – 1964. – Vol. 117. – P. 204–215.

103. Borille R. The use of light-emitting diodes (LED) in commercial layer production / R. Borille, R.G. Garcia, A.F.B Royer // Brazilian Journal Poultry Sci. – 2013. – Vol. 15. – P. 135–140.

104. Burger, J.W. The effect of photic and psychic stimuli on the reproductive cycle of the male starling / J.W. Burger // J. Exp. Zool. – 1953. – Vol. 124. – P. 227–239.

105. Capaccio, J.A. Testosterone fails to prevent skeletal muscle atrophy from glucocorticoids / J. A.Capaccio, T.T. Kurowski, S.M. Czerwinski, R.T. Chatterton, R. C. Hickson // J. Appl. Physiol. – 1987. – Vol. 63. – P. 328–334.

106. Casey, J.M. Effects of photoperiod and colored lights on the sexual maturity of domestic fowl / J.M. Casey, F.C. Harrison, J.D. Latshaw, J. McGinnis // Poultry Sci. 1969. – Vol. 48. – P. 1794.

107. Cave, N.A. Effects of feeding level during pullet-layer transition and of pretransition lighting on performance of broiler breeders / N.A. Cave // Poultry Sci. – 1990. – Vol. 69. – P. 1141–1146.

108. Charles, R.G. Growth, body composition, and plasma androgen concentration of male broiler chickens subjected to different regimens of photoperiod and light intensity / R.G. Charles, F.E Robinson., R.T Hardin., M.W Yu., et al. // Poultry Sci. – 1992. – Vol. 71. – P. 1595–1605.

109. Craford, M.G. Light emitting diode display, in: TANNAS, L.E. (Ed.) Flat-panel display and CRTs. – 1985. – P. 289–331 (New York, Van Nostrand Reinhold Co).

110. Crowley, M.A. Hormonal regulation of skeletal muscle hypertrophy in rats: the testosterone to cortisol ratio / M.A. Crowley, K.S. Matt // Eur. J. Appl. Physiol. – 1996. – Vol. 73. – P. 66–72.

111. Deguchi, T. Ontogenesis and philogenesis of circadian rhythms of serotonin–N–acetiltransferase activity in the pinal gland / T. Deguchi // Biological Rhythms and Thier Central Mechanisms. Amsterdam. – 1979. – P. 159–168.

112. Dunn, I.C. Long life layer, genetic and physiological limitations to extend the layng period / I.C. Dunn. – 19–th European Symposium on Poultry Nutrition, Potsdam, Germany, August 26–29., – 2013 – 9 p.

113. Farner, D.S. The photoperiodic control of reproductive cycles in birds / D.S. Farner // Americ. Scient. – 1964. – Vol. 52. – P. 137–156.

114. Farner, D.S. Photostimulation of gonads in birds: The Bunning hypothesis and responses to very short daily photoperiods / D.S. Farner, R.A. Lewis // International Congress in Paris: Le soleis au service de L homme. – 1953. – P. 22-29.

115. Farner, D.S. Timming of reproduction in birds in the avid redions of Australia / D.S. Farner, D.L. Serventy // Anat. Rec. – 1960. – Vol. 137. – P. 354.

116. Faten B. Effect of Intermittent Lighting System on Some of the Productive Performance of Laying Hens / B. Faten, Y. Hashem, M. Abboud, // International Journal of Poultry Science. – 2014. – Vol. 13(7). – P. 416–420.

117. Fisinin, V. Diurnal pattern of lay and timing of artificial insemination in egg-type laying hens under intermittent lighting regime / V. Fisinin, A. Kavtarashvili // The Proceedings of XXV World's poultry Congress, September 5–9, 2016, Beijing, China – 2016. – P. 509.

118. Fisinin, V. Effect of duration and multiplicity of photoperiods alteration during a photosensitive phase on egg quality / V. Fisinin, A. Kavtarashvili, L. Korshunova // XIV European Poultry Conference (Stavanger, Norway 23–27 June 2014). – 2014. – P. 501.

119. Foss D.C. Physiological development of cockerels as influenced by selected wavelengths of environmental light / D.C. Foss, L.B.Carew. Jnr, E.L Arnold // Poultry Sci. – 1972. – Vol. 51. – P. 1922–1927.

120. Foss, D.C. Early sexual maturity of brown-egg pullets cage-grown in narrow-band light with high nutrient density diets / D.C. Foss, J.L. White // Poultry Sci. – 1983. – Vol. 62. – P. 1424.

121. Foss, D.C. The influence of narrow bands of light energy on growth, testis weight, pituitary weight and gonadotrophin production of male chickens / D.C. Foss, G.A. Donovan, E.L. Arnold // Poultry Sci. – 1967. – Vol. 46. – P. 1258.

122. Foster, R.G. The involvement of a rhodopsin-like photopigment in the photoperiodic response of the Japanese quail / R.G. Foster, B.K. Follett // Journal of Comparative Physiology. – 1985. – Vol. 157. – P 519–528.

123. Freitas, H.J. Effects of different lighting programs on semiheavy laying hens reared in open shelters / H.J. Freitas, J.T. Cotta, A.I. Oliveira et al. // Biotemas. – 2010. – Vol. 23(2). – P. 157–162.

124. Fuchs, J. Effects of pinealectomy and subsequent melatonin implants on activity rhythms in the hause finch / J. Fuchs // J. Comp. Physiol. – 1983. – Vol. 153. – P. 413–419.

125. Gill, D.J.Jr. Effect of light environment and population density on growth performance of male turkeys / D.J.Gill, A. T. Leighton // Poultry Sci. – 1984. – Vol. 63. – P. 1314–1321

126. Gwinner, E. Effects of pionealectomy on circadian locomotor rhythms in European starlings / E. Gwinner // J. Comp. Physiol. – 1978. – Vol. 126. – P. 123–129.

127. Halevy, O. Various light source treatments affect body and skeletal muscle growth by affecting skeletal muscle satellite cell proliferation in broilers / O.Halevy, I.Biran, I. Rozenboim // Comp. Physiol. Biochem. 74: in press. – 1998.

128. Hamm, H. Retinal rhythms in chicks: Circadian variation in melatonin and N-acetiltransferase activity / H. Hamm, M. Menaker // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1980. – Vol. 77. – P. 498–502.

129. Hammer, W.M. Diurnal rhythms and photoperiodism in testicular recrudescence of the house finch / W.M. Hammer // Poultry Sci. – 1963. – Vol. 42, N. 5. – P. 1294–1295.

130. Hammer, W.M. Circadian control of photoperiodism in the house finch demonstrated by interrupted light experiments / W.M. Hammer // Nature. – 1964. – Vol. 203, N. 4952. – P. 1400–1401.

131. Harrison, P. Sexual maturity and subsequent reproductive performance of white leghorn chickens subjected to different parts of the light spectrum / P. Harrison, J. McGinnis, G. Schmaier, J. Lauber // Poultry Sci. –1969. – Vol. 48. – P. 878–883.

132. Harrison, P.C. Influence of decreased length of different spectral photoperiods on testis development of domestic fowl / P.C. Harrison, J.D. Lathsaw, J.M. Casey, J. McGinnis // J. of Reproduction and Fertility. –1970. – Vol. 22. – P. 269–275.

133. Hartwig, H.G. Spectral characteristics of visible radiation penetrating into the brain and stimulating extraretinal photoreceptors / H.G. Hartwig, T. Veen // Journal of Comparative Physiology. – 1979. – Vol. 130. – P. 277-282.

134. Henk, F. Die Aufzucht besimmt die Qualitat der Legehende//Osterreich. Geflugelwirtch, – 1990. – Bd. 29, H. 2. – S. 39–43.

135. Hirunagi, K. Ultrastructure of cerebrospinal fluid-contacting neurons / K. Hirunagi, E. Rommel, H. Korf // Cell Tissue Res. – 1995. – Vol. 143. – P. 123–133.

136. Hirunagi, K. Extra-retinal photoreceptors in Birds / K. Hirunagi // Animal-Sci. and Technology. – 1998. – Vol. 69. – P. 538–545.

137. Hirunagi, K. Immunoelektron–microscopic investigation of the subcellular localisation of "pinopsin" in the pineal organ of the chicken / K. Hirunagi, S. Ebihara, T. Okano // Cell Tissue Res. – 1997. – Vol. 289. – P. 235–241.

138. Homma, K. Surface and deep photoreceptors in photoperiod ism in birds / K. Homma, M. Ohta, Y. Sakakibara // Biological Rhythms in Birds: Neural and Endocrine Aspects (Tanabe, V., Tanaka, K., Ookawa, T. Eds), Japan Scientific Societies Press, Tokyo/ Springer Verlag, Berlin; 1980. – P.149–156.

139. Homma, K., Sakakibara Y. Encephalic photoreceptors and their significance in photoperiodic control of sexual activity in Japanese quail. In: Biochronometry. (Menaker M. ed.) / K. Homma, Y. Sakakibara // Natl. Acad. Sci. Washington. – 1971. – P. 333–341.

140. Huber–Eicher, B. Effects of coloured light–emitting diode illumination on behaviour and performance of laying hens / B. Huber–Eicher, A. Suter, P. Spring–Stahli // Poultry Science. – 2013. – Vol. 92 (4). – P. 869–873.

141. HUNT, J. Shedding some light on lifting bird welfare. World Poultry. – 2009. – Vol. 163 (6). – P. 34.

142. Isaac Newton. Draft of «A Theory Concerning Light and Colors».

143. Johnson, A.L. Effect of selected light treatments on pineal weight and lipid content in the cockerel (Gallus domesticus) / A.L. Johnson, D.C. Foss, L.B. Carew // Poultry Sci. – 1982. – Vol. 61. – P. 128–134.

144. Jones, T.E. The effect of red and white light during the prebreeder and breeder periods on egg production and feed consumption in Large White turkeys / T.E. Jones, B.L. Hughes, R.T. Thurston, R.A. Hess, D.P. Froman // Poulliy Sci.- 1982. – Vol. 61. – P.1930–1932.

145. Karakaya, M. Growth performance and quality properties of meat from broiler chickens reared under different monochromatic light sources / M. Karakaya, S. Parlat, M. Yilmaz, et al. // British Poultry Science. – 2009. – Vol. 50. – P. 76–82.

146. Kawamura, T. Effect of sexual maturity and intensity of lightning on the incidence of cannibalism in laying stage / Kawamura T., Kondo K., Oto M., Yamashita C. // Res. Bull. Aichi-Ken Agr. Res. Center. Nagakute, Aichi. – 1986. – N. 18. – P. 378–381.

147. Kjaer, J.B. Effect of light intensity on incidence of floor eggs, mortality, egg production and food conversion in a deep litter system for laying hens// Proceedings XX World's Poultry Congr. – New Delhi, India, 2–5 sept. 1996. – Delhi, 1996. –Vol. 11. – P. 759–763.

148. Kondra, P.A. The effect of colored light on growth and feed efficiency of chicks and poults / P.A. Kondra // Poultry Sci. – 1961. – Vol. 40. – P. 268–269.

149. Krawczyk, J. Effect of layer age and egg production level on changes in quality traits of eggs from hens of conservation breeds and commercial hybrids / J. Krawczyk // Ann. Anim. Sci. – 2009. – Vol. 9, N. 2. – P. 185–193.

150. Levenick, C.K. Effect of photoperiod and filtered light on growth, reproduction and behaviour of turkeys (Meleagris gallopavo). Growth performance of two lines of males and females / C.K. Levenick, A.T. Leighton Jr. // Poultry Sci. – 1988. – Vol. 67. – P. 1505–1513.

151. Lewis, P. Poultry and coloured light / P. Lewis, T. Morris // World's Poultry Sci. J. – 2000. – V. 56(03). – P. 189–207.

152. Lewis, P.D. Effect of size and timing of photoperiod increase on age at

first egg and subsequent performance on two breeds of laying hen / P.D. Lewis., T.R. Morris, G.C. Perry // British Poultry Sci. – 1997. – Vol. 38. – P.142–150.

153. Lewis, P.D. Light intensity and age at first egg in pullets / P.D. Lewis, T.R. Morris, G.C. Perry // Poultry Sci. – 1999. – Vol. 78. – P.1227–1231.

154. Lewis, P.D. Light intensity and performance in domestic pullets / P.D. Lewis, T.R. Morris // World's Poultry Sci. J. – 1999. – Vol. 55. – P.241–250

155. Lewis, P.D. Lighting, ventilation and temperature / P.D. Lewis // Br. Poultry Sci. – 2010. – Vol. 51, Suppl 1. – P. 35–43.

156. Lewis, P.D. Poultry and coloured light / P.D. Lewis, T.R. Morris // World's Poultry Sci. J. – 2000. – Vol. 56. – P. 189–207.

157. Menaker, M. The Phisiology of Ercadion Pacemakers / M. Menaker, J. Takahashi, A. Escin // Ann. Rev of Phisiology. – 1978. – Vol. 40. – P. 501–526.

158. Menaker, M. The Pireal Gland: The Pacemaker Within the circadian System of the Homе Sparrow / M. Menaker, N. Zimmerman // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1965. – Vol. 54. – P. 97–101.

159. Midgley, M. Experiments with the Bio-Mittent lighting system for laying hens / M. Midgley, T. Morris, E. Butler // Brit. Poultry Sci. –1988. – V. 29, N. 2. – P. 333–342.

160. Miller, A. H. Capacity for photoperiodic response and endogenous factors in the reproductive cycles of an equatorial / A.H. Miller. – Tr. P 8. – Palmerston North, 1979. – P 12.

161. Morrill, W.B.B. The effect of RGB monochromatic and polychromatic LED lighting on growth performance, behavior, and development of broilers / W.B.B. Morrill, J.M.C. Barnabé, T.P.N. Da Silva et al. // Proceedings of Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers. San Francisco, CA, USA. – Wellington. 2014.

162. Morris, T.R. Light requirements of the fowl / T.R. Morris // Environmental Control in Poultry Production (Carter, T.C.), Oliver & Boyd.: Edinburgh, 1967. – P. 15–39.

163. Morris, T.R. Use of intermittent lighting to save feed and improve of quality in laying flocks / T.R. Morris // Proceedings XVIII World Poultry Congr. – 1988. – P. 161–164.

164. Oksche, A. The development of the concept of photoneuroendocrine systems: historical perspective / A. Oksche // Oxford Press. – New York, 1991. – Vol. 12. – P. 5–11.

165. Pang, S.F. Diurnal variations of melatonin and N-acetilserotonin in the fissues of quails, pegeons and chickens / S.F. Pang, P.H. Chow, T.M. Wong // Gen. Compar. Endocrinol. – 1983. – Vol. 51. – P. 1–7.

166. Parvin, R. Light emitting diode (LED) as a source of monochromatic light: a novel lighting approach for behavior, physiology and welfare of poultry / R. Parvin, M.M.H. Mushtaq, M.J. Kim, H.C. Choi // World's Poultry Sci. J. – 2014. – Vol. 70(3). – P. 557–562

167. Perera, A.D. Photoperiodic induction in vitro: the dynamics of gonadotropin releasing hormone release from hypothalamic explants / A.D. Perera, B.K. Follet // Endocrinology. – 1992. – Vol. 131. – P. 2898–2908.

168. Petersen, J. Einflus einer asymmetrisch intermittierenben Beleuchtung in der Aufzucht / J. Petersen, L. Mennicken // Arch. Geflugelkunft. – 1999. – Vol. 63, N. 3. – P. 101–109.

169. Philips Lighting Correspondence Course Lighting Application, Light and Radiation. Philips Lighting B.V., The Netherlands, 1988. – P. 3–34.

170. Prayitno, D.S. The effect of color of lighting of the behaviour and production of meat chickens / D.S. Prayitno, C.J. Phillips, H. Omed // Poultry Sci. – 1997b. – Vol. 76. – P. 452–457.

171. Prayitno, D.S. The effects of color and intensity of lighting on behavior and leg disorders in broiler chickens / D.S. Prayitno, C.J.C. Phillips, D.K. Stokes // Poultry Sci. – 1997. – Vol. 76. – P. 1674–1681.

172. Prescott N.B. Spectral sensitivity of the domestic fowl / N.B. Prescott, C.M. Wathes // Brit. Poultry Sci. – 1999. – Vol. 40. – P. 332–339.

173. Pritchard, D.C. The language of light / D.C. Pritchard, Lighting. Longman: Harlow, 1995 – P. 1–14.

174. Proudfoot, F.G. Interrelationships among lighting, ambient temperature, dietary energy and broiler chicken performance / F.G. Proudfoot, H.W. Hulan // Poultry Sci. – 1987. – Vol. 66. – P. 1744–1749.

175. Proudfoot, F.G. Feed texture and light treatment effects on the performance of chicken broilers / F.G. Proudfoot, A.E Sefton // Poultry Sci. –1978. – Vol. 57. –P. 408–416.

176. Pyrzak, R. The effect of light color on egg quality of turkey hens in cages / R. Pyrzak, T.D. Siopes // Poultry Sci. – 1986. – Vol. 65. – P. 1262–1267.

177. Pyrzak, R. Effect of light quality on egg production of caged turkey hens / R. Pyrzak, T.D. Siopes // Poultry Sci. – 1986. – Vol. 65. – P. 199–200.

178. Pyrzak, R. The influence of light quality on egg production and egg quality of the domestic hen / R. Pyrzak, N. Snapir, G. Goodman, M. Perek // Poultry Sci. – 1984. – Vol. 63. – P. 30.

179. Pyrzak, R. The influence of light quality on initiation of egg laying by hens / R.Pyrzak, N. Snapir, G.Goodman, E. Arnon, M. Perek // Poultry Sci. – 1986. – Vol. 65. – P. 190–193.

180. Redman, J. Free-Running Activity Rhythms in the Rat: Entreinment by Melatonin / J. Redman, S. Armstrong // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1983. – Vol. 219. – P. 1083–1092.

181. Rossi, M. Developments in understanding and assessment of egg and egg product quality over the last century / M. Rossi, Y. Nys, M. Anton et al. // World's Poultry Sci. J. – 2013. – Vol. 69. – P. 414–429.

182. Rowland, K.W. Intermittent lighting for laying fowls: A review / K.W. Rowland // World's Poultry Sc. J. – 1985. – Vol. 41, N. 1. – P. 5–19.

183. Rowland, K.W. With lighting pattern for layers? / K.W. Rowland // Poultry Intern. – 1984. – Vol. 23, N.13. – P. 58–60.

184. Rozenboim, I. The effect of monochromatic light on broilers growth and development / I. Rozenboim, I. Biran, Z. Uni, B. Robinzon, O. Halevy // Poultry Sci.

– 1999. – Vol. 78. – P. 135–138.

185. Rozenboim, I. New monochromatic light source for laying hens / I. Rozenboim, E. Zilberman, G. Gvaryahu // Poultry Science. – 1998. – Vol. 77. – P. 1695–1698.

186. Saap G. Las ilusiones ue una Gallina ponedora / G. Saap // Avigan. – 1968. – Vol. 17, N. 192. – P. 55, 58, 61–63.

187. Sadrzadeh, A. Cellular immune response of infectious bursal disease and Newcastle disease vaccinations in broilers exposed to monochromatic lights / A. Sadrzadeh, G.N. Brujeni, M. Livi et al. // African Journal of Biotechnology. – 2011. – Vol. 10(46) – P. 9528–9532.

188. Schonewille, H. Debeaking: why, when and how / H. Schonewille // Poultry. –1985. – P. 10–11.

189. Schumaier, G. Effect of colored fluorescent light on growth, cannibalism and subsequent egg production of single comb white leghorn pullets / G. Schumaier, P. C. Harrison, J. McGinnis // Poultry Science. – 1968. – Vol. 47. – P. 1599–1602.

190. Scott, H. M. Light in relation to the experimental modification of the breeding season of turkeys / H. M Scott, L. F Payne // Poultry Sci. – 1937. – Vol. 16. – P. 90–96.

191. Simpson, S. M. Pineal and hypothalamic pacemakers / S.M. Simpson, B.K. Follet // J. Comp. Physiol. – 1981. – Vol. 144. – P. 381–389.

192. Siones, T. Porticipation of the eyes in the photostimulation of chickens / T. Siones, W. Wilson // Poultry Sci. – 1980. – Vol. 59, N. 5. – P. 1122–1125.

193. Understanding poultry lighting: A Guide to LED Bulbs and Other Sources of Light for Egg Producers // Hy-Line international – 2015 – 20 p.

194. Wabeck, C.J. Influence of radiant energy from fluorescent light sources on growth, mortality and feed conversion of broiler / C.J. Wabeck, W.C. Skoglund // Poultry Sci. – 1974. – Vol. 53. – P. 2055–2059.

195. Wathes, C.M. The effects of light illuminance and wavelength on the growth of broiler chickens / C.M. Wathes, H.H. Spechter, T.S. Bray // J. of Agricultural Sci. Cambridge. – 1982. – Vol. 98. – P. 195–201.

196. Wells, R.G.A comparison of red and white light and low dietary protein regimes for growing pullets / R.G. Wells // British Poultry Sci. – 1971. – Vol. 12. – P. 313–325.

197. Wilson, S.C. Evidence of photoinducible phase for the resease of luteinising hormone in the domestic hen / S.C. Wilson // J. Endocrinology. 1982. – Vol. 94. – N. 5. – P. 397–406.

198. Wilson, W.O. Sexual development of coturnix as effected by changes in photoperiods / W.O. Wilson, L. Arrington // Poultry Sci. – 1962. – Vol. 41, N. 1. – P. 17–22.

199. Wilson, W. Photoperiodism in the common coturnix male / W. Wilson, T. Siones // Theriogenology. – 1976. –Vol. 5, N. 1. – P. 3–14

200. Wilson, W.O. Lighting programs for poultry / W.O. Wilson // Feedstuffs. – 1977. – Vol. 49, N. 7. – P. 39–40.

201. Woodard, A.E. Effect of wavelength of light on growth and reproduction in Japanese quail / A.E. Woodard, J.A. Moore, W.O Wilson // Poultry Sci. – 1969. – Vol. 48. – P. 118–123.

202. Woodard, A.E. Effect of wavelength of light on growth and reproduction in Japanese quail / A.E. Woodard, J.A. Moore, W.O Wilson // Poultry Sci. – 1969. – Vol. 48. – P. 118–123.

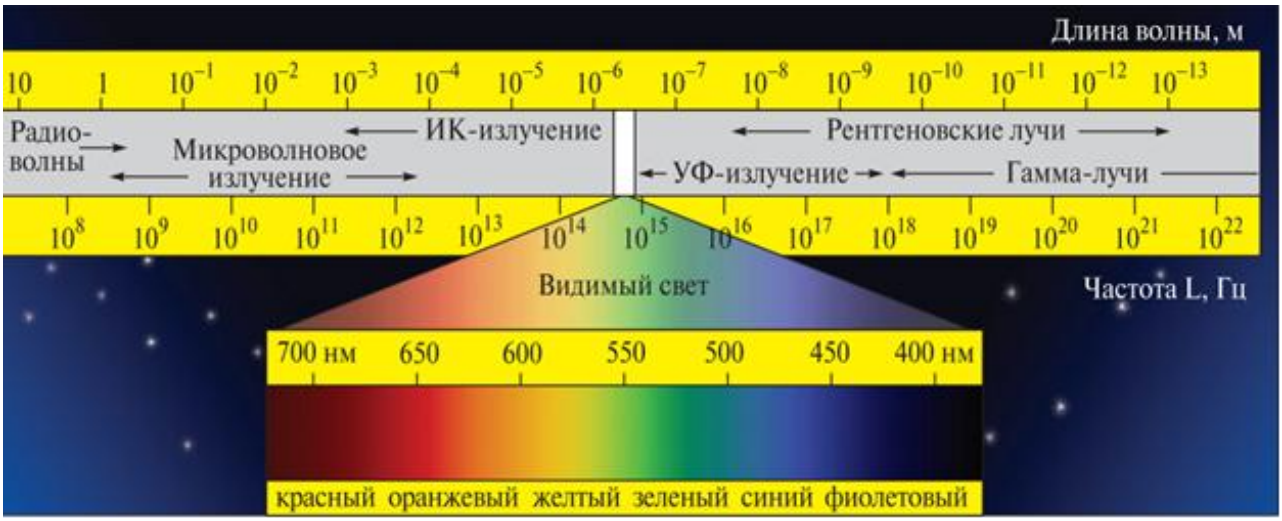
203. Yahav, S. The effect of light intensity on growth and I development of turkey toms / S. Yahav, S. Hurwitz, R. Rozenboim // British Poultry Sci. – 2000. – Vol. 41. – P. 101–106.

204. Yashiro, Y. Immunoreactivities to rodopsin and rod/cone transducin antisera in the retina / Y. Yashiro, T. Oishi // Zool. Sci. – 1994. – N. 11. – P. 675–680.

205. Yoshikawa, T. Deep brain photoreceptive molecule n the tode hypothalamus / T. Yoshikawa, T. Okano, T. Oishi // F.E.B.S. – 1998. – Vol. 424. – P. 69–72.

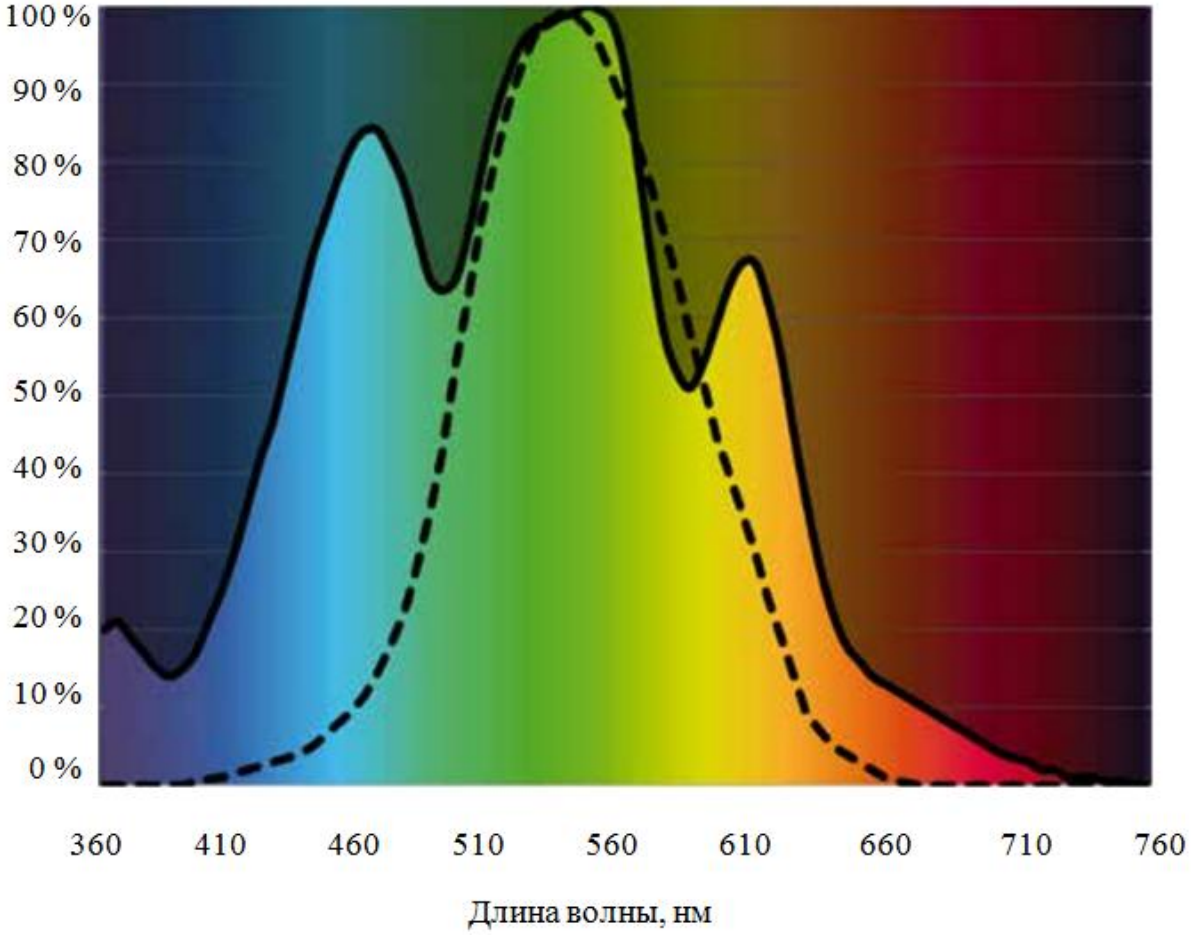
ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1



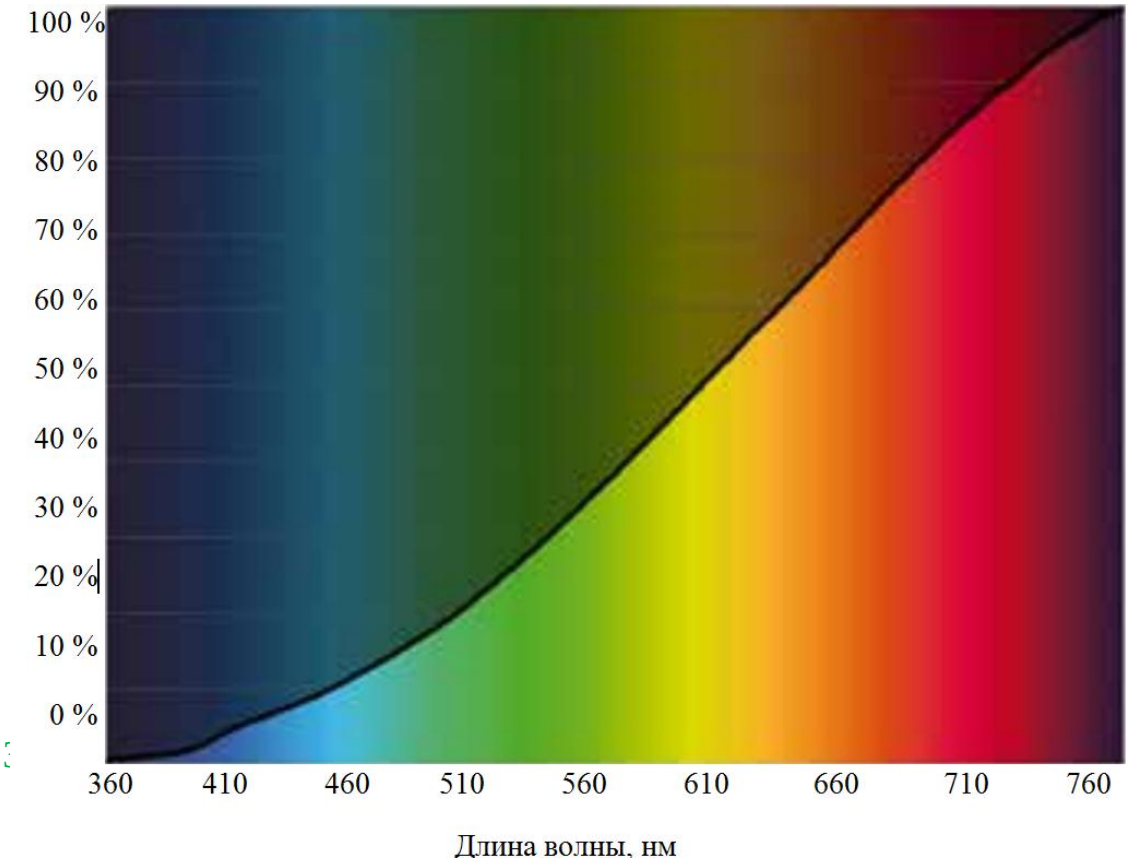
Шкала электромагнитных волн [5].

Приложение 2



Зависимость чувствительности органов зрения человека (пунктирная линия) и птицы (сплошная линия) в диапазоне видимого излучения [172].

Приложение 3

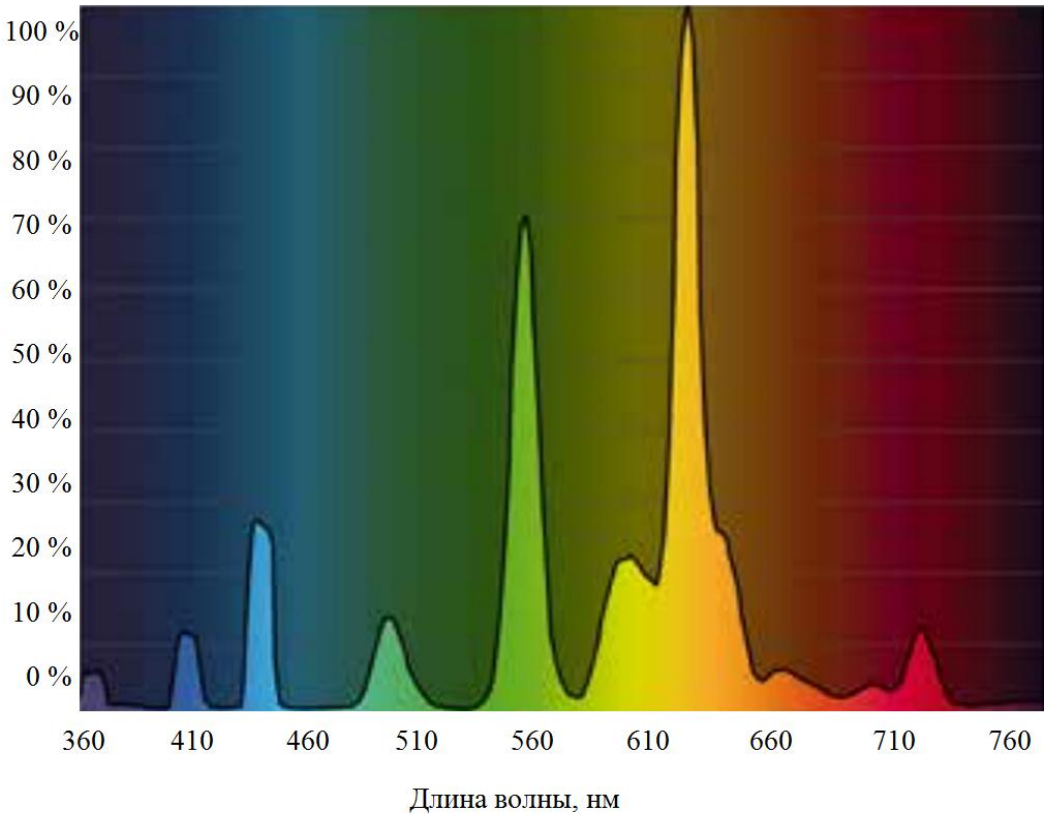


Спектр лампы накаливания [193].

Приложение 4

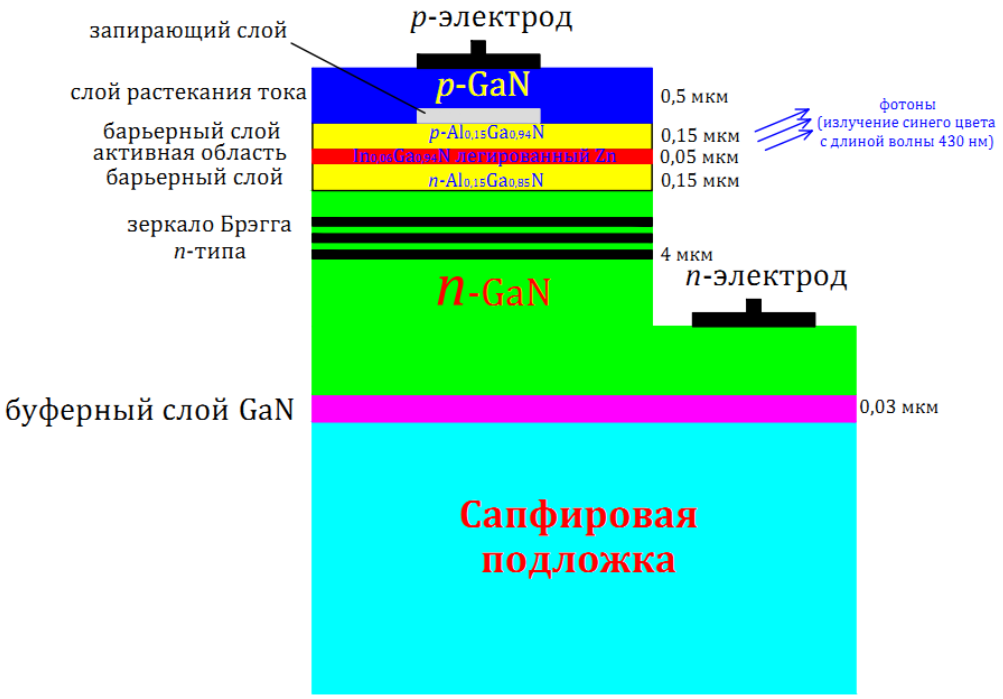
Внешний вид компактной люминесцентной лампы со встроенной пускорегулирующей аппаратурой [20].

Приложение 5



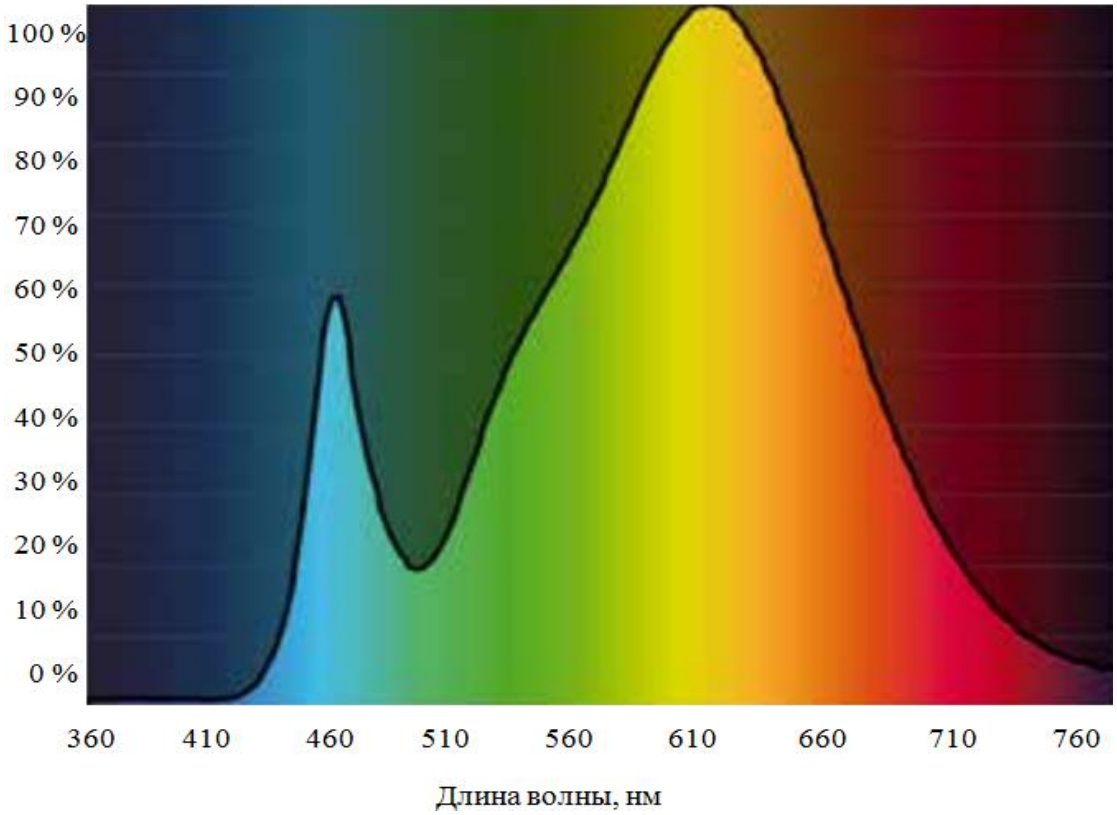
Спектр люминесцентной лампы [193].

Приложение 6



Структура кристалла светодиода, излучающего свет в синей части видимого спектра (длина волны 430 нм) [97].

Приложение 7



Спектр светодиода белого цвета с цветовой температурой 2700 К [193].

Приложение 8

Светодиодный светильник длиной 200 мм, используемый для локального освещения каждой клетки с птицей [1].

Приложение 9

Светодиодный светильник длиной 400 мм, используемый при традиционном способе расположения источников света в проходах между батареями и при напольном содержании птицы [1].

Приложение 10

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ЗАО «Птицефабрика Дружба»
_____ А.В. Рукин
«20» января 2015 г.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ФГБНУ ВНИТИП, академик РАН
_____ В.И. Фисинин
«26» февраля 2015 г.

АКТ

производственной проверки по теме «Светодиодное локальное освещение при производстве яиц кур»

Комиссия в составе: от ЗАО «Птицефабрика Дружба» – главного зоотехника Шакович А.В., главного энергетика Акимова Ю.В.; от Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства (ФГБНУ ВНИТИП) – главного научного сотрудника Кавтарашвили А.Ш., старшего научного сотрудника Новоторова Е.Н., соискателя Гладина Д.В. составили настоящий акт о том, что в 2013–2014 гг. в ЗАО «Птицефабрика Дружба» на курах промышленного стада «Хай-Лай Браун» была проведена производственная проверка по теме «Светодиодное локальное освещение при производстве яиц кур».

Для проведения производственной проверки из 154-дневных курочек были сформированы 2 группы – контрольная (базовый варианты) и опытная (новый вариант) по 58180 голов в каждой.

Птицу обеих групп со 154- до 520-дневного возраста содержали в четырехъярусных клеточных батареях «Zucami» (Испания). Для освещения использовали светодиодные источники света.

Схема производственной проверки представлена в табл. 1.

Таблица 1 – **Схема производственной проверки**

Вариант	**Способ освещения**	**Мощность светильника, Вт**	**Тип свечения**	**Цветовая температура, К**
Базовый	традиционный	6	Белый теплый	3000
Новый	локальный	0,24	Белый теплый	3000

В базовом варианте применяли традиционный способ освещения (источники света находились строго по центру над проходом между клеточными батареями), а в новом варианте – новый способ локального освещения (светодиодные источники освещения располагались над кормушкой клеточной батарей). В обоих вариантах кур содержали при прерывистом освещении 1С:5Т:3С:2Т:3С:9Т, средняя освещенность составляла 10 лк.

Другие условия содержания и кормления были одинаковыми для птицы обоих вариантов и соответствовали рекомендуемым нормам.

Результаты производственной проверки представлены в табл. 2.

Таблица 2 – **Результаты производственной проверки**

Показатель	**Вариант**	
	базовый	**новый**
1	**2**	**3**
Начальное количество птицы, голов	58180	58180
Сохранность поголовья, %	96,0	98,1
Среднее поголовье, голов	55202	56068
Живая масса (г) кур в возрасте, дней:		
154	1750	1750
520	1935	1970
Получено яиц, штук:		
всего	17813685	18951154
на 1 начальную несушку	306,2	325,7
на 1 среднюю несушку	322,7	338,0
Средняя масса яиц, г	62,6	64,2
Выход яичной массы, кг:	1115137	1216664
на 1 начальную несушку	19,17	20,91
на 1 среднюю несушку	20,20	21,70
Расход корма:		
всего, т	2330	2385
на 1 голову в сутки, г	115,3	115,0
на 10 штук яиц, кг	1,32	1,26
на 1 кг яичной массы, кг	2,09	1,96

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Стоимость корма, рублей: всего 1 кг	 24861100 10,67	 25447950 10,67
Количество ламп в птичнике 18х96 м, штук	280	6912
Срок службы лампы, ч	50000	50000
Стоимость одной лампы, рублей	850	100
Стоимость всех ламп, рублей	238000	691200
Расход средств на источники освещения и монтаж в расчете, рублей: на птичник 18х96 м на 1000 начальных несушек на 1000 яиц	 278000 4778,28 15,61	 791200 13599,18 41,75
Стоимость 1 кВт электроэнергии, руб.	6,90	6,90
Продолжительность освещения за 154–520 дней продуктивного периода, ч	2562	2562
Затраты на освещение в расчете: на птичник 18х96 м, кВт руб. на 1000 начальных несушек, кВт руб. на 1000 яиц, кВт рублей	 4304 29698 73,98 510,45 0,24 1,66	 4250 29325 73,05 504,04 0,22 1,52
Затраты (себестоимость) на выращивание ремонтного молодняка, руб.	12663459	12663459
Затраты на содержание кур-несушек, руб.	41435167	43965438
Совокупные затраты за период выращивания и содержания кур, руб.	54098626	56628897
Себестоимость 10 штук яиц, руб.	30,37	29,88
Средняя реализационная цена 10 штук яиц, руб.	33,29	33,46
Выручка от реализации яиц, руб.	59301757	63410561
Прибыль, руб.	5203131	6781664
Рентабельность производства яиц, %	9,62	11,98

Как показывают данные табл. 2, при содержании яичных кур промышленного стада в клеточных батареях новый способ локального освещения светодиодными светильниками белого теплого спектра (новый вариант) по сравнению с традиционным способом (базовый вариант) позволило повысить сохранность поголовья на 2,1%, яйценоскость на начальную и среднюю несушку – на 6,4 и 4,7%, массу яиц – на 2,6%, выход яичной массы на началь-

ную и среднюю несушку – 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.

Экономический эффект рассчитывали по формуле:

Э=(Сб–Сн)+(Цн–Цб)хАн, где:

Э – экономический эффект, руб.;

Сб, Сн – себестоимость 10 яиц в базовом и новом вариантах, руб.;

Цн, Цб – средняя цена реализации 10 яиц в новом и базовом вариантах, руб.;

Ан – валовое производство яиц в новом варианте, тыс. яиц.

Э=(30,37–29,88)+(33,46–33,29)х1895115,4=1250776 руб.

За продуктивный период в новом варианте по сравнению с базовым вариантом прибыль была на 30,3% выше при экономическом эффекте в расчете на птичник 18х96 м 1250776 руб. или 21,5 и 66,0 рублей в расчете на 1 начальную несушку и 1000 яиц, соответственно.

Таким образом, производственная проверка полностью подтвердила результаты опыта.

О чем и составлен настоящий акт.

От ЗАО «Птицефабрика Дружба»:

главный зоотехник Шакович А.В.

главный энергетик Акимов Ю.В.

От ФГБНУ ВНИТИП:

главный научный сотрудник Кавтарашвили А. Ш.

ведущий научный сотрудник Новоторов Е. Н.

соискатель Гладин Д.В.

Приложение 11

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ООО ППР
«Свердловский»
_____ А.К. Грачев
«26» февраля 2015 г.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ФГБНУ ВНИТИП,
академик РАН
_____ В.И. Фисинин
«26» февраля 2015 г.

АКТ

производственной проверки по теме «Светодиодное локальное освещение при производстве яиц кур»

Комиссия в составе: от ООО «Племенной птицеводческий репродуктор «Свердловский» (ООО ППР «Свердловский») – директора по производству Ивашкина В.А, главного технолога Маркеловой Н.Н.; от Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства (ФГБНУ ВНИТИП) – главного научного сотрудника Кавтарашвили А.Ш., старшего научного сотрудника Новоторова Е.Н., соискателя Гладина Д.В. составили настоящий акт о том, что в 2014 г в ООО ППР «Свердловский» на птице родительского стада кросса «Хайсекс Браун» была проведена производственная проверка по теме «Светодиодное локальное освещение при производстве яиц кур».

Для проведения производственной проверки из 150-дневных курочек и петушков были сформированы 2 группы – контрольная (базовый варианты – 2919♂ и 20889♀) и опытная (новый вариант – 2920♂ и 20900♀).

Птицу обеих групп со 150- до 455-дневного возраста содержали в клеточных батареях «ТЕХНА». Для освещения использовали светодиодные источники света.

Схема производственной проверки представлена в табл. 1.

Таблица 1 – **Схема производственной проверки**

Вариант	**Способ освещения**	**Мощность светильника, Вт**	**Тип свечения**	**Цветовая температура, К**
Базовый	Традиционный	6	Белый теплый	3000
Новый	Локальный	1,2	Белый теплый	3000

В базовом варианте применяли традиционный способ освещения (источники света находились строго по центру над проходом между клеточными батареями), а в новом варианте – новый способ локального освещения (светодиодные источники освещения располагались внутри клетки на уровне потолка). В обоих вариантах птицу содержали при прерывистом освещении 2С:4Т:4С:1Т:4С:9Т, средняя освещенность составляла 15 лк.

Другие условия содержания и кормления были одинаковыми для птицы обоих вариантов и соответствовали рекомендуемым нормам.

Результаты производственной проверки представлены в табл. 2.

Таблица 2 – **Результаты производственной проверки**

Показатель	**Вариант**	
	базовый	**новый**
1	**2**	**3**
Начальное количество птицы, голов:		
петухов	2 919	2 920
кур	20 889	20 900
Сохранность поголовья, %:		
петухов	93,3	93,6
кур	91,9	94,3
Среднее поголовье, голов:		
петухов	2 731	2 801
кур	19 533	20 015
Живая масса (г) кур в возрасте, недель:		
22	1 690	1 695
65	1 906	1 945
Получено яиц, штук:		
всего	5 771 631	6 192 670
на 1 начальную несушку	276,3	296,3
на 1 среднюю несушку	295,5	309,4

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Средняя масса яиц, г	61,4	61,7
Выход инкубационных яиц: штук %	 5 021 319 87,0	 5 406 201 87,3
Выход товарных яиц: штук %	 750 312 13,0	 786 469 12,7
Расход корма: всего, кг на 1 голову в сутки, г на 10 штук яиц, кг	 819 615,76 120,7 1,42	 841 328,59 120,9 1,36
Стоимость корма, рублей: всего 1 т	 10 734 508 13 097	 11 018 881 13 097
Оплодотворенность яиц, %	95,8	97,1
Выводимость яиц, %	82,1	82,8
Вывод цыплят, %	78,6	80,1
Получено цыплят, голов всего на 1 начальную несушку	 3 946 757 188,9	 4 330 367 207,2
Количество ламп в птичнике 18х96 м, штук	245	1344
Срок службы лампы, ч	50 000	50 000
Стоимость одной лампы, рублей	850	250
Стоимость всех ламп, рублей	208 250	336 000
Расход средств на источники освещения и монтаж в расчете, рублей: на птичник 18х96 м на 1000 начальных несушек на 1000 яиц	 248 250 11 884,2 43,0	 396 000 18 947,4 63,9
Стоимость 1 кВт электроэнергии, руб.	5,34	5,34
Продолжительность освещения за 150–455 дней продуктивного периода, ч	3 050	3 050
Затраты на освещение в расчете: на птичник 18х96 м, кВт руб. на 1000 начальных несушек, кВт руб. на 1000 яиц, кВт руб.	 4 483,5 23 941,89 214,6 1 146,15 0,78 4,15	 4 919,0 26 267,67 235,4 1 256,83 0,80 4,24

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Затраты (себестоимость) на выращивание ремонтного молодняка, руб.	11 604 019	11 609 868
Затраты на содержание кур и петухов родительского стада, руб.	16 264 406	16 719 231
Совокупные затраты за период выращивания и содержания птицы, руб.	27 868 425	28 329 099
Себестоимость 10 штук яиц, руб.	48,29	45,75
Реализационная цена, руб.: 10 штук инкубационных яиц 10 штук товарных яиц средняя	 66 37 62,2	 66 37 62,3
Выручка от реализации инкубационных яиц, руб.	33 140 705	35 680 927
Выручка от реализации товарных яиц, руб.	2 776 154	2 909 935
Совокупная выручка от реализации инкубационных и товарных яиц, руб.	35 916 859	38 590 862
Прибыль, руб.	8 048 434	10 261 763
Рентабельность производства яиц, %	28,9	36,2

Как показывают данные табл. 2, при содержании яичных кур и петухов родительского стада в клеточных батареях новый способ локального освещения светодиодными светильниками белого теплого спектра (новый вариант) по сравнению с традиционным способом (базовый вариант) позволило повысить сохранность поголовья на 2,4%, яйценоскость на начальную и среднюю несушку – на 7,2 и 4,7%, массу яиц – на 0,5%, выход инкубационных яиц – на 0,3%, оплодотворенность яиц – на 1,3%, вывод цыплят – на 1,5%; снизить затраты корма на 10 яиц – на 4,2%, себестоимость яиц – на 5,3%, соответственно.

Экономический эффект рассчитывали по формуле:

Э=(Сб–Сн)+(Цн-Цб) хАн, где:

Э – экономический эффект, руб.;

Сб, Сн – себестоимость 10 яиц в базовом и новом вариантах соответственно, руб.;

Цн, Цб – средняя цена реализации яиц в новом и базовом вариантах соответственно, руб.;

Ан – валовое производство яиц в новом варианте, десять штук

Э=(48,29–45,75)+(62,3–62,2)х 619267,0=1 634 865 руб.

За продуктивный период в новом варианте по сравнению с базовым вариантом прибыль была на 27,5% выше при экономическом эффекте в расчете на птичник 18х96 м 1 634 865 руб. или 78,22 и 264,0 рублей в расчете на 1 начальную несушку и 1000 яиц, соответственно.

Таким образом, производственная проверка полностью подтвердила результаты опыта.

О чем и составлен настоящий акт.

От ООО ППР «Свердловский»:

Директор по производству Ивашкин В.А.

главный технолог Маркелова Н.Н.

От ФГБНУ ВНИТИП:

главный научный сотрудник Кавтарашвили А.Ш.

ведущий научный сотрудник Новоторов Е.Н.

соискатель Гладин Д.В.