

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский государственный аграрный университет-
МСХА имени К.А. Тимирязева»

На правах рукописи

СЛАЩЕВА ЮЛИЯ ВИКТОРОВНА

**Эффективность выращивания мясо-яичных перепелов в
зависимости от плотности посадки, режимов освещения и сроков
содержания**

Специальность: 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления
кормов и производство продукции животноводства

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Османян Артём Карлович

Москва — 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	8
1.1. Физиологические особенности восприятия света птицей	8
1.2. Влияние спектра и интенсивности освещения на организм птицы.....	11
1.3. Световые режимы в яичном куроводстве	15
1.4. Световые режимы при выращивании бройлеров	21
1.5. Световые режимы при выращивании перепелов.....	28
1.6. Плотность посадки при выращивании перепелов	33
2. СХЕМА ИССЛЕДОВАНИЙ, МАТЕРИАЛ, МЕТОДИКА, УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЫТОВ, ИЗУЧАЕМЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ	37
2.1. Схема исследований, материал, методика, условия выполнения опытов	37
2.2. Изучаемые показатели	44
2.2.1. Зоотехнические показатели	44
2.2.2. Показатели мясных качеств	45
2.2.3. Экономические показатели.....	45
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	47
3.1. Определение предпочтительной плотности посадки перепелят (опыт 1)	47
3.2. Разработка целесообразного режима освещения перепелят со стабильным фотопериодом (опыт 2).....	58
3.3. Разработка целесообразного режима прерывистого освещения при выращивании перепелят (опыт 3)	71
3.4. Сравнение лучших схем световых режимов со стабильным и прерывистым освещением, выявленных в опытах 2 и 3 (опыт 4).....	83
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	96
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ	98
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ	98
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	99
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	124

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В современных условиях интенсивное птицеводство должно обеспечивать наряду с увеличением объема производства птицепродуктов и расширение ассортимента вырабатываемых мясопродуктов, в том числе и деликатесных. В этом аспекте большое значение имеет развитие перепеловодства.

В последние годы в отечественном перепеловодстве существенно увеличилось поголовье высокопродуктивных пород перепелов. В связи с этим актуально совершенствование технологических нормативов и разработка ресурсо- и энергосберегающих технологических приемов, в том числе световых режимов и плотности посадки для мясо-яичных перепелов, что позволит птице успешно реализовать генетически обусловленную высокую продуктивность и жизнеспособность, повысить конверсию корма. Действующие технологические нормативы в перепеловодстве разработаны и научно-обоснованы для яичных перепелов и единственной мясной породы фараон несколько десятилетий назад, когда мясная продуктивность перепелов была несопоставимо ниже по сравнению с современными мясными породами.

На современном этапе развития мясного птицеводства, в частности производства мяса бройлеров, используются различные световые режимы и нормативы плотности посадки в зависимости от сроков выращивания и живой массы птицы перед убоем (Bhatti В.М., 1987; Газалов В.С., Шабаев Е.А., 2017; Mahrose К.М., Elhack М.Е., Mahgoub S.А., Attia F.А.М., 2019; Zhao R.Х., Cai С.Н., Wang Р., 2019).

Актуальной задачей для перепеловодства при выращивании птицы на мясо является разработка новых научно обоснованных технологических нормативов, что представляет определенный научный интерес и имеет важное производственное значение.

Степень разработанности темы исследования. Анализ отечественных и зарубежных источников литературы свидетельствует о том, что принятые нормативы плотности посадки (Homidan A., Robertson J.F., 2003; Faitarone A.B.G., Pavan A.C., Mori C., 2005; Ravindran V., Thomas D.V., Morel P.C.H., 2006; Estevez I., 2007; Skomorucha I., Muchacka R., Sosnowka-Czajka E., Herbut E., 2009; Özdemir G., İnci H., Söğüt B., 2016; Boontiam W., Sangsophonjit S., Klompanya A., 2019 и др.) и световых режимов в птицеводстве (Cain J.R., Wilson W.O., 1974; Naito M., Ueno T., Komiyama, 1982; Sauveur B., Mongin P., 1983; Andrews D.K., Zimmerman N.G., 1990; Lewis P.D., Morris T.R., Perry M.M., 2002; Кавтарашвили А.Ш., Марчев С.В., Риджал С.П., 2002; Ма Н., Li В., Xin Н., 2013; Parvin R, 2014; Беляева Е.Ю., 2017; Purswell J. L., Olanrewaju H.A., 2017; Романовец М.М., 2018; и др.) для современных пород перепелов недостаточно научно обоснованы. Недостаточно изучено влияние продолжительности «субъективного» светового дня на мясную продуктивность перепелов мясо-яичного направления продуктивности. Это послужило основанием для исследований по разработке технологических нормативов плотности посадки и определению эффективных световых режимов стабильного и прерывистого освещения при выращивании перепелов на мясо.

Цель исследований. Цель исследований — разработка и научное обоснование плотности посадки и режимов освещения, определение зоотехнической и экономической эффективности производства мяса в зависимости от сроков выращивания мясо-яичных перепелов.

Задачи исследований:

1. Исследовать различные величины стабильной в течение периода выращивания плотности посадки и определить целесообразную плотность посадки перепелов;
2. Разработать и исследовать режимы освещения со стабильным фотопериодом при выращивании перепелов;
3. Разработать и исследовать режимы прерывистого освещения перепелов;

4. Выполнить сравнительные испытания выявленных в опытах лучших схем световых режимов для перепелят;

5. Определить зоотехническую и экономическую эффективность производства мяса перепелят в зависимости от плотности посадки и световых режимов при различных сроках выращивания;

6. Сформулировать предложения производству по использованию рациональной плотности посадки и целесообразных режимов освещения при выращивании мясо-яичных перепелов.

Научная новизна исследований. Впервые научно обоснованы нормативная плотность посадки и эффективные режимы стабильного и прерывистого освещения при выращивании мясо-яичных перепелят на мясо.

Теоретическая и практическая значимость работы. Данные, полученные в исследованиях, позволили получить новые знания об особенностях и изменениях скорости роста и жизнеспособности перепелов, конверсии корма, зоотехнической и экономической эффективности выращивания перепелят в зависимости от плотности посадки, режимов освещения и продолжительности выращивания перепелов мясо-яичного направления продуктивности.

Практическая значимость результатов исследований состоит в том, что разработаны и предложены для применения в практике мясного перепеловодства научно обоснованные эффективные световые режимы и целесообразная плотность посадки при выращивании на мясо мясо-яичных перепелят.

Положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Нормативная плотность посадки при выращивании мясо-яичных перепелов на мясо.

2. Эффективные световые режимы стабильного и прерывистого освещения в птицеводческом помещении для выращивания перепелят.

3. Сохранность, мясная продуктивность и зоотехническая эффективность выращивания перепелят при исследованных режимах освещения и плотности посадки.

4. Экономическая эффективность выращивания мясо-яичных перепелат на мясо до 6-, 7- и 8-недельного возраста.

Методология и методы исследования. Методологическую основу исследования составляют труды в области сельского хозяйства, ветеринарных и биологических наук отечественных и зарубежных ученых. Диссертационная работа выполнена с помощью стандартных научных методов, применяемых в зоотехнической, экономической, биохимической и математической науках. В исследованиях использованы методы научного познания — наблюдение, измерение, обобщение, анализ, аналогия, сравнение, оценка, умозаключение.

Личный вклад автора в работу заключается в непосредственном участии на всех этапах работы. При участии научного руководителя была разработана методика и программа исследований. Автором подобрана литература по перепеловодству, режимам освещения и плотности посадки в птицеводстве, проведен анализ современного российского и зарубежного опыта. Соискатель организовал и выполнил четыре опыта на мясо-яичных перепелах маньчжурской породы, обработал полученные результаты, лично написал статьи для опубликования и доклады для научных конференций по полученным автором результатам, подготовил рукописи диссертации и автореферата.

Степень достоверности и апробация результатов работы. Материалы и научные положения, выводы и предложения производству, изложенные в диссертации, базируются на экспериментальных и аналитических данных, полученных с использованием современных методов и методик исследований, данные обработаны биометрически. Основные результаты и положения диссертации доложены и обсуждены на следующих конференциях:

1. Всероссийская студенческая научно-практическая конференция, посвященная 200-летию со дня рождения П.А. Ильенкова (г. Москва, 23-26 марта 2021 г.).

2. Всероссийская с международным участием научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 155-летию со дня рождения Н.Н. Худякова (г. Москва, 7-9 июня 2021 г.).

3. Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 135-летию со дня рождения А.Н. Костякова (г. Москва, 6-8 июня 2022 г.).

Публикации. Результаты исследований и материалы диссертации опубликованы в 8 научных статьях, в том числе 5 статей в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, 3 статьи опубликованы в других изданиях.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 127 страницах компьютерного текста, состоит из следующих разделов и глав: введение; обзор литературы; схема исследований, материал, методика, условия выполнения опытов, изучаемые показатели; результаты исследований; заключение; предложения производству; список литературы; приложения. Список литературы включает 204 источника, в том числе 181 на иностранных языках. Диссертационная работа содержит 57 таблиц, 1 рисунок, 4 приложения.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Физиологические особенности восприятия света птицей

Свет – один из важнейших элементов окружающей среды, он как универсальный синхронизатор регулирует половое развитие птицы стимулирует рост, развитие и продуктивность, оказывая влияние на большинство биологических ритмов организма, включая физиологическое состояние и жизнеспособность [1-3].

Физиологический анализатор раздражителей представляет собой сложный нейронный механизм, состоящий из приемной, проводящей и центральной (мозговой) части. Центральная часть представлена соответствующей частью коры головного мозга, где происходит восприятие и анализ поступающих сигналов, а также реакция на различные раздражители.

Рецепторы, составляющие периферию анализатора, присутствуют по всему телу птицы. Они присутствуют в сетчатке глаза, внутреннем ухе, коже, мышцах, стенках кровеносных сосудов, носовой полости, стенке кишечника и во всех других органах и костях.

Внешняя среда обитания птиц непрерывно менялась за миллионы лет, прошедших с появления пероптицы, её нервные окончания и органы чувств в целом также претерпевали непрерывные изменения, усложняясь и узко специализируясь под конкретные раздражители. Таким образом, в ходе эволюции каждый рецептор стал отвечать только на специфичные ему адекватные раздражители.

В теле птиц имеется множество рецепторов в зависимости от их функции и структуры, включая "механорецепторы" для осязания, "барорецепторы" для давления, "звуковые рецепторы" для звуковой вибрации, "хеморецепторы" для химической стимуляции, "терморецепторы" для изменения температуры и "фоторецепторы" для стимуляции светом.

Нейронные импульсы генерируются в рецепторах под воздействием соответствующих стимулов. Рецепторы преобразуют различные раздражители в нервные импульсы. Эти импульсы посылают в кору головного мозга сигналы о функциональном состоянии определенных частей тела птицы.

Импульсы, полученные в определенных областях коры головного мозга, анализируются, приобретают новые качества и распознаются как ощущения.

В зависимости от стимула, это может быть слух, температура, прикосновение, запах или вкус. Внутренняя чувствительность — это восприятие положения тела при передаче импульсов от рецепторов в мышцах и сухожилиях.

Взаимосвязь между интенсивностью стимула и ощущениями имеет немаловажное значение. Ощущение возникает только при определенной интенсивности стимула, а минимальное значение стимула, при котором возникает ощущение, называется сенсорным порогом.

Органы чувств взаимосвязаны, и стимуляция одного ощущения может обострить восприятие другого, что приводит к снижению сенсорного порога.

Зрительная система состоит из глаза со зрительным нервом и вспомогательных органов, таких как веки, слезная железа и двигательные мышцы. У всех сельскохозяйственных птиц глаза расположены по бокам головы.

Глазные яблоки имеют коническую форму, выпуклые спереди, круглые сзади и усеченные посередине. Глазное яблоко имеет три мембраны. Наружная мембрана — это роговица, которая не имеет кровеносных сосудов и прозрачна спереди, приплюснута у водоплавающих и более выпуклая у сухопутных птиц. Внешняя, непрозрачная задняя часть называется склерой. Она состоит из волокнистой соединительной ткани, частично оссифицированной, с чешуйчатой структурой, прилегающей к роговице. Перекрывающиеся чешуйки образуют склеральное кольцо, которое формирует глазное яблоко. Склера слабо васкуляризирована и покрыта хрящевой капсулой от зрительного нерва до центра глазного яблока.

Склера содержит мясистые и анэхогенные нервные волокна, а зрительный нерв выходит через заднее отверстие.

Кровеносные сосуды находятся под склерой и внутри нее. Она включает в себя сосудистую сеть, радужную оболочку и цилиарное тело.

Радужная оболочка является продолжением сосудистой оболочки и образуется путем изгиба к глазной оси в области склерального кольца. Сторона радужки, обращенная к хрусталику, темно-пигментирована, а сторона, обращенная к роговице, имеет серовато-желтый или другой цвет. В центре находится отверстие, называемое зрачком, которое окружено тонким кольцом из коричневого, желтого или другого цветного материала. Лучи света проходят через зрачок, и вместе с двумя мышцами, регулирующими просвет зрачка, радужка действует как подвижная диафрагма.

Цилиарное тело расположено в центре кровеносных сосудов и образовано складками рыхлой соединительной ткани и цилиарной мышцей. Волокна, идущие от цилиарного тела вокруг хрусталика (цилиарная связка), поддерживают хрусталик. Этот механизм позволяет хрусталику менять свою кривизну и четко видеть предметы на разных расстояниях. Это свойство хрусталика называется "аккомодацией".

Внутренняя оболочка глаза (сетчатка) не имеет кровеносных сосудов. Существуют нервные клетки, такие как колбочки и палочки, которые являются рецепторами зрения. Палочки имеют в своем составе красный пигмент, называемый зрительным пурпуром. При слабом свете преимущественно функционируют палочки, которые в несколько раз более светочувствительны, чем колбочки. У кур преобладают колбочки, и куры плохо видят в темноте, в то время как у ночных птиц преобладают палочки. Куры очень плохо приспособлены к темноте. Колбочки и палочки встроены в слой пигментного эпителия и соединены диполярными клетками со вторыми нервными клетками зрительного тракта. Каждая колбочка связана только с одной биполярной клеткой. Эти клетки передают возбуждение на ганглиозные клетки, которые

являются третьими нейронными клетками с нервными волокнами, составляющими зрительный нерв.

Преобразование лучистой энергии в нейронное возбуждение и передача его в кору головного мозга происходит в сетчатке глаза. Там, где нерв входит в склеральное отверстие, нет ни палочек, ни колбочек, поэтому свет не воспринимается и называется слепым пятном.

Между внутренней поверхностью роговицы и передней поверхностью радужной оболочки находится передняя камера глаза. Задняя апертура глаза образует пространство от задней поверхности радужной оболочки до хрусталика. Эти камеры соединены зрачковым отверстием и заполнены прозрачной жидкостью. Оставшееся пространство за хрусталиком называется стекловидным телом и заполнено желеобразной массой.

Хрусталик — абсолютно прозрачное, двояковыпуклое тело, образованное эпителиальными клетками. Его задняя поверхность очень выпуклая и погружена в стекловидное тело, а противоположная сторона обращена к роговице. Хрусталик — это линза, которая преломляет лучи света, проходящие через зрачок в глаз. Глазные мышцы, веки и слезные железы — это органы, выполняющие защитные функции для глаза [4].

1.2. Влияние спектра и интенсивности освещения на организм птицы

Единственный источник света для птицы в условиях современного промышленного птицеводства в безоконных птичниках — искусственное освещение. Решающие факторы света в промышленном птицеводстве: источник, спектр, интенсивность, продолжительность и соотношение световых и темновых периодов в течение субъективных суток [5-8].

Отказ от естественного освещения и повсеместное применение в промышленном птицеводстве безоконных птичников за счёт повышения роли искусственного освещения дал возможность разрабатывать режимы для

регулирования полового созревания птицы, управлять суточным ритмом яйцекладки, повышать продуктивность птицы, сокращать затраты на энергоносители [9].

Два типа воздействия оказывает свет на организм человека и животного. Первый тип — световой, второй — фотопериодический. Первый тип позволяет ориентироваться в пространстве и относится к зрительным ощущениям. Фотопериодический тип воздействия выражается в том, что различное чередование периодов освещения и темноты разной продолжительности влияет на рост и развитие животных, в том числе и птиц. К первому типу воздействий относится освещённость, цветность и спектральный состав, а ко второму типу — продолжительность световых и темновых периодов в течение определённого отрезка времени [10].

Адаптированность к спектральной чувствительности органов зрения биообъекта во многом влияет на эффективность действия искусственного освещения и зависит от применяемых источников оптического излучения. В исследованиях Ю.А. Пильщиковой и О.Ю. Коваленко, проведённых в 2013 году дана оценка эффективности источников освещения для птицеводческих ферм по относительному коэффициенту использования излучения в соответствии с функцией относительной спектральной чувствительности кур. Предполагалось, что правильно подобранный спектр освещения позволит помимо повышения продуктивных качеств объекта исследования в значительной мере сократить затраты электроэнергии путём снижения интенсивности освещения [11].

В 2003 году Л. Ронки и Я. Шанда проводили исследования функции относительной спектральной эффективности органов зрения, в котором было установлено, что они представляют сумму кривых с максимумами разного уровня на различных длинах волн. От яркости зависит соотношение между максимумами кривых, которое является переменной величиной [12]. Функция относительной спектральной чувствительности органов зрения кур, используемая в настоящее время и предложенная N.B. Prescott и C.M. Wathes состоит из

четырёх колообразных максимумами чувствительности в красной (К или LWS) — 630 нм, зеленой (З или MWS) 555-565 нм, синей (С или SWS2) — 480 нм, ультрафиолетовой (Уф или SWS1) — 380 нм, и с уровнями в областях спектра: ультрафиолетовой — 20%, синей — 83%, зеленой — 100%, красной — 64% [13].

Светотехническая установка, применённая в исследованиях Ю.А. Пильщиковой предлагавшей по аналогии с растениеводством проводить оценку эффективности источников света руководствуясь коэффициентом использования источников освещения, оснащённая сине-зелёными светодиодами и ультрафиолетовыми источниками излучения показала результат 81%, что на 20-30% больше, чем у разрядных ламп низкого и высокого давления [14, 15].

Спектральный состав излучения света может также фиксироваться в виде графика распределения мощности излучения по частотам для белого света в понятии цветовой температуры. Также учитываются освещённость в люксах, качество цветопередачи путём расчёта специального индекса, пульсации освещённости через коэффициент и частоту пульсаций [16-19].

Для каждого из вышеперечисленных факторов в промышленном птицеводстве существуют чёткие рекомендации, выполнение которых позволяет организовать экономически эффективное производство птицепродуктов и позволяет наиболее полно реализовать генетический потенциал современных, высокопродуктивных кроссов и пород сельскохозяйственной птицы [20].

При измерении силы света и других характеристик излучения источников света в птичниках необходимо:

- использовать только полностью функционирующие и откалиброванные измерительные приборы;
- внимательно прочитать инструкцию по эксплуатации прибора и установить необходимое программное обеспечение перед началом измерений;
- прочитать об интенсивности света и точках измерения, описанных в правилах, которые будут использоваться;

- установить светоприемную часть (датчик) перпендикулярно направлению источника света. Если имеется несколько источников света, датчик должен быть расположен параллельно плоскости источника света;

- провести измерения в нескольких точках, где уровень освещенности должен быть одинаковым (например, одинаковый уровень в разных батареях клеток, уровень подстилки в напольных помещениях и т.д.). В этом случае для измерения освещенности следует использовать среднее арифметическое значение;

- если освещенность измеряется в батареях клеток, а источники света размещены в проходах между батареями, измерять несколько точек на каждом уровне;

- при измерении убедиться, что между приемником освещенности прибора и близлежащим источником света нет никаких нежелательных непрозрачных препятствий;

- обработать результаты измерений и сделать данные доступными при введении программы прерывистого освещения в птичнике;

- записывать интенсивность света, измеренную в контрольных точках птичника, чтобы можно было прогнозировать будущее использование источников света и время их замены.

Таким образом, современное оборудование для измерения освещения может быть использовано для управления световым микроклиматом в птичнике и влиять на зоотехнические показатели птицы. Зная основы процесса измерения, полученные данные можно использовать для формулирования режимов прерывистого освещения и прогнозирования срока службы осветительного оборудования [21].

1.3. Световые режимы в яичном куроводстве

Современные высокопродуктивные кроссы кур, несущих, как белоскорлупные, так и пигментированные коричневоскорлупные яйца, могут производить от 330 до более, чем 340 яиц на несушку за календарный год [22, 23].

Яичники курицы содержат от 3 500 до 12 000 фолликулов, что во много раз превышает количество, производимое курицей за всю жизнь [24, 25].

Структура фолликула изначально имеет форму яйца, заключенного в безжелточную оболочку. В период полового созревания фолликул начинает последовательно увеличиваться [26].

Этапы роста, созревания и овуляции яйцеклетки определяются генетически. Под генетическим контролем гормоны гипоталамуса, гипофиза и яичников, которые взаимодействуют с окружающей средой, должны действовать согласованно [27].

При размножении кур развитие фолликулов состоит из двух групп по пять-семь фолликулов: преиерархические — маленькие белые (2 мм или меньше), большие белые (2-4 мм), маленькие желтые (4-8 мм) и иерархические — большие желтые (9-35 мм). Фолликулы второго порядка быстро растут и достигают предовуляторного размера через 7-10 дней [28].

Количество фолликулов в стратифицированной группе обратно пропорционально скорости их созревания. Чем меньше количество фолликулов в иерархической группе, тем быстрее происходит созревание, и организм способен ускоренно концентрировать свои желткообразующие возможности. Фолликулы, принадлежащие к иерархическим группам, обычно обозначаются номером, который увеличивается по мере увеличения их размера. Самый большой - F1, за ним следуют F2, F3... и так далее. Когда фолликулы мигрируют из преиерархической группы в иерархическую, атрезия, которая является обратным развитием, невозможна. Количество фолликулов в иерархической группе

остается относительно постоянным, и когда самый крупный фолликул, F1, овулирует, фолликулы из пред-иерархической группы желтых фолликулов добавляются в иерархию (29).

После овуляции фолликула F1 ооцит, заключенный в общую оболочку с желтком, попадает в воронку фаллопиевой трубы, где происходит оплодотворение. Дальнейшая миграция по фаллопиевой трубе приводит к наслоению белка на оболочку желтка [30].

За среднее время формирования ооцита в маточной трубе, 22,5-26,2 часа, ооцит проходит через следующие отделы: воронку - 20-30 минут; желточный отдел - 2-3,2 часа; перешеек - 1-1,3 часа; матку 16-21 час. Формирование скорлупы происходит в матке (продолжительность 19-20 часов), начиная через 4,5-5,0 часов после овуляции, и заканчивается за 1,5 часа до кладки. Конечным результатом этого процесса является сформированное полноценное яйцо [31].

Новый цикл оогенеза начинается через 15-45 минут после овуляции. Период между двумя последовательными овуляциями (цикл овуляции) составляет около 24 часов для высокопродуктивных кур и 24-27 часов для низкопродуктивных кур. Сокращение среднего интервала удлиняет цикл яйцекладки и повышает яичную продуктивность кур [32, 33].

Уровень лютеинизирующего гормона (ЛГ) в крови резко повышается за 4-6 часов до овуляции. Стимулируется секреция преовуляторного гормона фолликула (прогестерона). Гормон передней доли гипофиза (ЛГ) отвечает на разрушение соединительной ткани в рыльце фолликула, разрыв стенки фолликула и высвобождение ооцита. Ф. Корзе и др. описывают, как преовуляторное высвобождение тестостерона оказывает подготовительное воздействие на гипоталамо-гипофизарно-яичниковую систему для облегчения преовуляторного высвобождения ЛГ. Однако последующие исследования показали, что блокирование действия тестостерона его антагонистом, флутамидом, останавливает преовуляторный всплеск плазменного тестостерона,

прогестерона, эстрадиола и ЛГ, тем самым предсказывая овуляцию у курицы [34, 35].

В процессе кладки яиц существует несколько взаимосвязанных переменных:

- время яйцекладки (ВЯ), среднее время суток, когда куры откладывают яйца в стаде;
- цикл несущки (ЦН) — время, в течение которого курица каждый день откладывает по яйцу;
- интервал яйцекладки (ИЯ) — период между двумя последовательными циклами кладки.

Производство яиц зависит как от генотипа птицы, так и от факторов окружающей среды, таких как возраст, система выращивания, температура в птичнике, время кормления и качество корма, а также режим освещения. Многочисленные литературные данные показывают, что наибольшее влияние на сроки кладки яиц оказывает освещение [36-40].

Выделение лютеинизирующего гормона (ЛГ) передней долей гипофиза напрямую влияет на время овуляции. Время выделения составляет примерно 6 ч. Ранее считалось, что секреция ЛГ зависит от циркадного ритма, который наступает через 8-10 ч после захода солнца (выключения света). Однако исследование, проведенное в 2007 году на перепелах, привело к пересмотру этой концепции. Исследователи Н. Накао и др. показали генетическую регуляцию этого процесса. Их данные показали, что этот процесс регулируется "геном часов", связанным с экспрессией регуляторного белка стероидогенеза StAR; белок StAR действует как ограничивающий фактор для инициации синтеза прогестерона. Кроме того, в гене StAR был идентифицирован сайт связывания, который иницирует транскрипцию с геном CLOCK/BMAL1. Результаты показывают, что время овуляции фолликула в птичьем яичнике контролируется циркадными ритмами, регулируемые генами часов. Последний увеличивает экспрессию генов StAR в фолликулах F1, что приводит к повышению

концентрации прогестерона в плазме крови, который запускает предовуляторный выброс ЛГ. ЛГ также участвует в регуляции активности гена CLOCK/BMAL1, который стимулирует повышенную экспрессию гена StAR и увеличивает секрецию прогестерона, что еще больше ускоряет процесс предовуляторного выброса ЛГ. Синтез прогестерона является ключевым событием, определяющим время секреции ЛГ и, следовательно, продолжительность периода овуляции, благодаря положительной регуляторной обратной связи между этими двумя гормонами [41-50].

Основная функция лютеинизирующего гормона - вызывать овуляцию, поэтому отсутствие пиковых концентраций этого гормона предотвращает овуляцию у цыплят. Помимо этого, ЛГ также участвует в созревании фолликулов и в процессе стероидогенеза в малых и больших фолликулах. Инъекции экзогенного ЛГ доказали свою эффективность в стимулировании секреции P4 зрелыми фолликулами до овуляции и высвобождения эстрадиола (E2) фолликулом F3. Гранулезные клетки в фолликулярной иерархии имеют рецепторы ЛГ (ЛГ-R), и экспрессия мРНК увеличивается по мере созревания фолликула [51, 52].

Временной интервал между пиковой концентрацией лютеинизирующего гормона и овуляцией составляет в среднем 5 часов и не зависит от овуляции, положения яйцеклетки в овуляторном цикле и светового режима. Этот факт подтверждается опытом выращивания птиц в двух режимах - 16С:8Т (С — свет, Т — темнота) и 8С:16Т, при этом предовуляторное повышение ЛГ в первом случае соответствует почти моменту выключения света, а во втором достигает пика на 3-4 часа позже [53-56].

Время образования яиц варьирует в большей степени в зависимости от концентрации птицы-несушки и положения яиц в цикле кладки. Сообщается, что при субъективной длине дня 27 часов и более для кур-несушек время формирования яиц увеличивается примерно на 60 минут. Суммарный интервал

между пиковой концентрацией ЛГ в крови и снесением биологически полноценного яйца составляет от 29 до 31 часа [57, 58].

Если сутки равны 24 часам, кладка яиц или яйцекладка происходит в течение 8-часового "пустого периода": при стандартном цикле свет/темнота с одним включением и одним выключением света "субъективный день", период, воспринимаемый птицами как световой день, периодически осуществляется асимметричным освещением 2С:4Т:8С10Т или 1С:5Т:3С:4Т:3С:8Т. Овуляция происходит в основном в светлый период; при 28-часовом суточном цикле 12С:16Т более 80% суточного сбора яиц откладывается курицей в последние 9 ч темного периода [59-67].

Испытания проводились на мясных курах кросса ArborAcres в возрасте 24-64 недель при системе освещения 16С:8Т (фотопериод с 5:00 до 21:00). Первое яйцо цикла кладки откладывалось в среднем через 3,5 часа после начала светового периода в режиме 12С:12Т (световой цикл с 6:00 до 18:00) [68, 69].

Для циклов от двух до пяти яиц время до снесения первого яйца зависит от продолжительности овуляторного цикла, т.е. чем длиннее цикл, тем раньше откладывается первое яйцо с момента включения света. Однако эта закономерность нарушается, когда количество циклов достигает пяти и более яиц.

В системе прерывистого освещения при групповом выращивании время овуляции было связано с "субъективным днем", например, при 16, 15, 14 и 13 часах в сутки (начало "субъективного дня" для всех групп было в 2:00) овуляция начиналась ночью в 4:00, 3:00, 2:00 и 1:00 соответственно. По некоторым данным, большинство яиц откладывается примерно через 5-6 часов после начала "субъективного дня", при этом среднее время откладывания яиц соответствует 13-14 часам после выключения света. При одинаковых условиях освещения 231-дневные куры отложили 50% яиц через 13 часов после выключения света, в то время как более старшие птицы (532 дня) отложили яйца на 0,5-1 час позже. Эти наблюдения были подтверждены в экспериментах с мясными курами, где

возрастное стадо (возраст 59 недель), снесло большую часть яиц почти через два часа после ежедневного сбора яиц [70-72].

В экспериментах с курами и перепелами, выращиваемыми при постоянном свете или постоянной темноте, кладка яиц продолжалась в течение 24 часов, как и в случае симметричного прерывистого освещения, такого как 3С:3Т или 4С:4Т, хотя в режиме 2С:10Т:2С:10Т большинство яиц было отложено в первый час первого темного периода [73-77].

По мнению П.Х. Паттерсона, продуктивные куры редко откладывают яйца при 24-часовом суточном режиме свет/темнота. При режиме освещения 14С:10Т снесение обычно происходит с 7:30 до 8:15 или с 15:30 до 16:00 [78].

Согласно материалам, опубликованным другими исследователями, при использовании источников света 14С:10Т и 17:7Т большинство яиц откладывается между 10:00 и 12:00 или в ранние утренние часы световой фазы [79-81].

Существуют доказательства того, что куры откладывают яйца в темноте при использовании нестандартной продолжительности освещения, и при использовании схемы 14С:7Т несушки откладывали большое количество яиц сразу после включения освещения; при использовании схемы 14С:14Т куры откладывали яйца во время темной фазы [82].

Исследования с курами-несушками коричневых и белых промышленных гибридов с фотопериодом от 8 до 18 часов показали, что на каждые 60 минут увеличения фотопериода, время кладки увеличивалось примерно на 30 минут относительно "точки заката". Однако среднее время откладки яиц у коричневых кур было на 1,2-1,4 часа короче, чем у белых кур при всех изученных условиях освещения [83].

1.4. Световые режимы при выращивании бройлеров

По мере интенсификации и стандартизации современной птицеводческой отрасли, окружающая среда оказывает большое влияние на здоровье и производственные показатели птицы. Освещение является одним из наиболее важных факторов окружающей среды, влияющих на продуктивные качества бройлеров и их физическую активность. Освещение не только позволяет птицам установить ритмичность физиологических функций, но и стимулирует секрецию нескольких гормонов, контролирующих рост, развитие и воспроизводство. Поэтому цыплята-бройлеры, выращиваемые при соответствующих режимах освещения, могут иметь лучшие показатели продуктивности, а также преимущества в плане благополучия [84].

Так как коммерческое птицеводство набирает популярность в последние годы, необходимо постоянно совершенствовать элементы кормления и освещения [85].

Длина волны света (качество), интенсивность света (количество), и световой период (режим) стали основными факторами в современном птицеводстве [86]. Недостаточная освещенность птичников приводит к стрессу, негативному влиянию на потребление корма и физическую активность [87].

Новые исследования показали, что манипуляции с соответствующим световым режимом для бройлеров могут помочь стимулировать потребление корма [88], модулировать системный иммунный ответ [89] и уменьшить агрессивное поведение бройлеров [90], улучшить их здоровье и благополучие [91]. Поэтому рациональный световой режим представляется необходимым для максимизации потенциала роста бройлеров и экономической выгоды.

У цыплят свет проникает не только через глаза, но и через шишковидную железу и гипофиз, расположенные рядом с гипоталамусом. Эти основные медиаторы могут влиять на систему зрения бройлеров, включая обнаружение и трансдукцию света [92]. После обнаружения световая информация может быть

преобразована в биологические сигналы, влияющие на нейроэндокринную систему, особенно на гипоталамо-гипофизарно-гонадную связь, которая впоследствии оказывает влияние на циркадные ритмы и другие различные физиологические функции [93].

Свет воспринимается двумя типами фоторецепторов, палочками и колбочками, в сетчатке бройлеров [94]. Колбочки могут распознавать различные световые лучи (синий, зеленый, красный и ультрафиолетовый) и более яркий свет, в то время как палочки характеризуются лучшим восприятием объектов в темноте, но не способны различать цвета света [95]. В целом, бройлеры имеют более чувствительную зрительную систему с лучшими зрительными навыками, чем люди, благодаря большему цветовому спектру, более широкому полю зрения и более высокой чувствительности зрения к гармонии [96]. В частности, свет может проникать через череп бройлеров и распознаваться экстраретинальными фоторецепторами [97].

Шишковидная железа, светочувствительная область между полушарием головного мозга и мозжечком, может принимать световые сигналы и оказывать стимулирующее воздействие на секрецию гормонов серотонина и мелатонина, поэтому играет важную роль в циркадном ритме и различных эндокринологических функциях [98]. Гипоталамус, расположенный в преоптическом отделе переднего мозга, может непосредственно модулировать секрецию гонадотропин-релизинг гормона (ГнРГ), тем самым регулируя гипофиз и нижележащие гонады для секреции эндокринных гормонов, а затем участвуя в циркадных ритмах, физиологической активности и показателях роста бройлеров [97].

Интенсивность света влияет на аспекты физиологии и поведение птиц. Например, цыплята больше отдыхают, во время световой фазы при интенсивности света 5 люкс по сравнению с 50 или 200 люкс. Локомоторная активность также зависит от интенсивности света. Уровень активности кур

мясного типа ниже при интенсивности света 5 лк по сравнению с теми, кто находился в условиях 50 или 200 лк.

Требования к интенсивности света для выращивания бройлеров в Европейском Союзе следующие: "Все здания должны иметь освещение с интенсивностью не менее 20 люкс в течение светового дня, измеряемой на уровне глаз птицы, и освещающей не менее 80% полезной площади". В Соединенном Королевстве существует идентичное постановление (DEFRA, 2018) [99].

Принятие альтернативных систем освещения для замены традиционных источников света накаливания дает возможность адаптировать системы освещения в соответствии с потребностями спектральной чувствительности различных видов птиц. Обеспечение освещения, учитывающего особенности зрения птицы, может улучшить благополучие птицы и эффективность производства [100].

Переход на передовые технологии освещения, таких как светодиоды, от традиционных ламп накаливания позволяет повысить энергоэффективность [101] и возможность более точного определения спектрального содержания света. Различия в зрении домашней птицы и человеческого зрения хорошо изучены [102], причем домашняя птица обладает повышенной чувствительностью вблизи 475 и 650 нм по сравнению с фотопической реакцией человека. Повышенная чувствительность на этих длинах волн возникает из-за структурных и физиологических различий между видами птиц и человеком. Обеспечение условий освещения, которые специально адаптированы к зрению домашней птицы гипотетически улучшает социальное взаимодействие, способность находить кормовые и водные ресурсы, и, в конечном счете, улучшить благосостояние птицы и эффективность производства [100].

При интенсивности света 6, 20, 60, и 200 лк с возможностью выбора, 2-недельные цыплята-бройлеры предпочитают яркий свет (200 лк) для всех видов поведения. Однако в возрасте 6 недель цыплята-бройлеры демонстрируют

активное поведение при освещении 200 лк, но отдыхают и сидят на жердочках при освещении 6 лк [103].

Учитывая, что бройлеры обычно демонстрируют нормальный и даже усиленный рост в условиях низкой освещенности без неблагоприятных физиологических последствий при различных источниках света и различных цветовых композициях, то интенсивность освещения, необходимая для бройлеров, по-видимому, находится на уровне около 5 люкс (СИЕ) на поздних стадиях выращивания [100, 104].

По сравнению с исследованиями влияния освещенности на организм бройлеров, исследования продуктивности цыплят, стресса и иммунной активности являются недостаточными [105].

При освещенности между 5 лк и 100 лк у бройлеров в возрасте 41 день, освещенность не влияет на поведение бройлеров при приеме пищи, но низкая освещенность (5 лк) во время вылупления и раннего онтогенеза задерживает доступ цыплят к корму. Известно, что задержка раннего кормления после вылупления приводит к снижению веса и мышечной массы [106, 107].

В исследовании [108] сообщалось, что содержание глюкозы в сыворотке крови снижается по мере задержки первоначального приема корма цыплятами.

Известно, что форменные элементы крови (лейкоциты, эритроциты, тромбоциты) являются важными показателями для выявления таких состояний здоровья, как стресс у бройлеров [109]. Однако не было обнаружено существенных различий в уровне лейкоцитов, эритроцитов и тромбоцитов при различном освещении в интервале 20-50 лк.

Важность режима освещения возрастает по мере индустриализации птицеводства, поскольку освещение тесно связано не только с установлением ритма и синхронной физиологии цыплят-бройлеров, но и с секрецией гормонов, связанных с ростом бройлеров. В последние годы все больше внимания уделяется влиянию управления освещением на показатели роста, иммунный статус и благополучие [110].

В последние десятилетия лампы накаливания (ICD) широко использовались в качестве стандартных ламп на птицефабриках многих стран [111]. Однако, в соответствии с Законом об энергетической независимости и безопасности (2007), лампы накаливания ICD были постепенно выведены с рынка и птицефабрик из-за высокого потребления энергии. В последние годы, в связи с актуальностью стратегий энергосбережения во всем мире, в качестве потенциальных альтернатив источникам света ICD появляется множество новых источников освещения, таких как люминесцентные лампы с холодным катодом (CCFL), компактные люминесцентные лампы (CFL), светоизлучающие диоды (LED) и другие [112]. Основными преимуществами этих ламп являются высокая энергоэффективность, длительный срок службы, влагостойкость и наличие различных пиковых длин волн [113, 114].

Некоторые спектральные компоненты солнечного света, особенно в красной и ультрафиолетовой областях спектра, полезны для размножения [116], они могут быть менее необходимы для поддержания роста бройлеров [117, 118].

Несмотря на то, что продолжающиеся лабораторные исследования улучшают наше понимание влияния светового фактора в птицеводстве, методы, используемые в этих исследованиях, могут быть не воспроизводимы в производственных условиях, что ограничивает применимость результатов, как заметил Purswell.

Как отмечают Purswell и Olanrewaju (2016), успешная реализация любой программы освещения зависит от способности точно оценить световую среду на объекте.

Эволюция животных, включая птиц, происходила под воздействием естественного света, цветовая гамма которого варьируется в зависимости от времени года, суток и состояния атмосферы. Появление светодиодов, благодаря их особым характеристикам, позволяет существенно изменять спектр и цветовую гамму излучения в конкретных лампах. Многочисленные исследования показали

зависимость продуктивности домашней птицы от спектра и цветовой гаммы источника излучения [115, 119-125].

Лампы накаливания, люминесцентные лампы, галогенные лампы, металлогалогенные лампы, и натриевые лампы высокого давления используются для освещения [126]. Однако для того, чтобы иметь энергоэффективность внутреннего освещения, светодиоды являются предпочтительными из-за их длительного срока службы, световой отдачи и т.д. [127, 128].

Существуют противоречивые наблюдения, утверждающие, что продуктивность бройлеров не оптимизируется при обеспечении непрерывного или почти непрерывного освещения, скорее оно оказывает негативное влияние на скорость роста, прирост массы тела, потребление корма, эффективность, здоровье, смертность, благополучие бройлеров и производительность переработки [129-131]. Более того, непрерывная программа освещения характеризуется высокой частотой возникновения аномалий ног, синдромом внезапной смерти, фрагментацией сна и увеличением глазных патологий [129, 132], что приводит к ухудшению благополучия птиц.

Прерывистый фотопериод или отдельная темнота оказывают большое влияние на продуктивность бройлеров и превосходит те случаи, когда период темноты обеспечивается один раз в течение 24 часов [133-135].

В исследованиях Schwean-Lardner et al (2010), Aviagen (2014), повышение массы тела, эффективности конверсии корма, выработки мелатонина (который регулирует выработку других гормонов, связанных с ростом и иммунными функциями), убойного выхода, общего белка в сыворотке крови, модуля упругости костей и здоровья ног наблюдались у птиц, подвергавшихся дробному освещению, по сравнению с группой с непрерывным освещением [136].

Швеан-Ларднер и Классен (2010) сообщили, что у птиц, которым предоставлялся 20-часовой световой день (20L), был более высокий прирост живой массы по сравнению с теми, кто находился на постоянном освещении в течение 23 часов (1,74 кг против 1,70 кг) в возрасте 31-32 дней, с потреблением

корма 2,68 кг/птицу и 2,61 кг/птицу в группах 20L и 23L группах соответственно. Такая же тенденция наблюдалась в возрасте 38-39 дней (живая масса 2,34 кг против 2,29 кг и потребление корма 3,87 и 3,78 кг/птицу) и в возрасте 48-49 дней (живая масса 3,27 кг против 3,16 кг и потребление корма 6,15 и 5,89 кг на птицу) [137].

Это показывает, что обеспечение почти непрерывного света для длительного доступа птиц к корму не обязательно приведет к увеличению потребления корма, но может отрицательно повлиять на рост и продуктивность бройлеров.

Обеспечение непрерывного освещения для бройлеров может быть выгодным в раннем возрасте (1 день - 7 дней), чтобы обеспечить свободный доступ к корму и улучшить потребление корма, что необходимо для раннего роста и развития кишечника. Дип и др. (2013) сообщили о высокой смертности и низком приросте веса тела у цыплят, подвергавшихся воздействию крайне низкой интенсивности света (0,1-0,5 люкс) в течение первых семи дней после вылупления в результате неспособности цыплят питаться [138].

Плохая кормовая активность и потребление корма, а также плохое развитие кишечника и иммунной системы на ранней стадии могут оказать негативное влияние на конечную продуктивность бройлеров, выращиваемых в интенсивных условиях.

Почти непрерывное освещение для бройлеров подавляет выработку мелатонина, что может негативно повлиять на здоровье и благополучие птицы в результате индукции стресса, изменения функции мозга, снижения иммунной функции, увеличения патологических заболеваний, которые могут возникнуть в результате лишения сна или фрагментации [139, 140]. Инстинкты птиц показывают, что некоторые темные периоды необходимы для их хорошего самочувствия. Это подтверждается результаты исследования Coban et al (2014), в котором птицы постепенно приучали себя к несколько часов темноты без

существенного влияния на прирост живой массы, по сравнению с птицами, получавшими непрерывное питание [141].

Швеан-Ларднер и др. (2016; 2013) измеряли здоровье стада бройлеров по показателям смертности и выбраковки и заметили, что фотопериод, дополненный темными периодами значительно сократил метаболические и скелетные нарушения у бройлеров, что, в свою очередь, снизило смертность и заболеваемость. Более того, добавление темного периода может быть полезным для здоровья птицы, поскольку отсрочка раннего набора веса тела на более поздний период и быстрый рост коммерческих бройлеров негативно сказывается на здоровье бройлеров и связан с проблемами ног, синдромом внезапной смерти и асцитом [142].

1.5. Световые режимы при выращивании перепелов

Японский перепел (*Coturnix japonica*), самый маленький представитель сельскохозяйственной птицы играет заметную роль в науке как модельный вид. Успешному выполнению этой роли способствуют такие характеризующие этот вид птицы черты как небольшая живая масса, небольшой расход корма, высокая плодовитость и скороспелость.

С 1940 г. и по настоящее время перепелов используют в качестве лабораторных животных. Перепела принадлежат к тому же семейству, что и куры (*Phasianidae*), но имеют ряд преимуществ перед цыплятами в качестве исследовательской модели [143-147].

Перепела и их развивающиеся эмбрионы являются ключевой моделью для многих отраслей науки, изучающей пренатальное развитие живых организмов. В настоящее время существует несколько трансгенных линий, которые экспрессируют флуоресцентные белки, что значительно облегчает покадровую визуализацию и трансплантацию тканей [148-150].

Японские перепела используются для изучения генетики, определяющей социальное поведение, сексуальное поведение, дородового и послеродового стрессового программирования [151-154].

Изменение параметров светового режима является одним из основных факторов внешней среды, запускающих в организме птицы процессы, связанные с сезонностью: метаболизм и рост, линька, иммунитет и др. Молекулярные основы перечисленных выше процессов ещё не вполне ясны, и перепела будут являться удобным модельным животным для их изучения [155].

И в медицине перепела сыграли свою роль. Для изучения таких заболеваний как альбинизм и некротический энтероколит у новорожденных были выведены специализированные линии перепелов [156, 157].

Эксперименты, направленные на сочетание естественного и искусственного освещения при содержании взрослого стада японских перепелов, проводились в Бразилии. Авторами было установлено, что продолжительность фотопериода влияла только на яйценоскость перепелов, не изменяя морфологических характеристик получаемой продукции; яркость освещения и типы ламп, изученные авторами, не оказали достоверного воздействия на яичную продуктивность перепелов. Лучший по результатам исследований, рекомендуемый авторами режим: 1С:1Т:14С:8Т (естественное освещение) при интенсивности освещения 5 лк [158].

G.C. Aguiar, E.R. Freitas и другими в 2017 году были проведены исследования по разработке программ освещения для самок и самцов мясных перепелов, выращиваемых в экваториальной зоне. В данном исследовании также изучались комбинации из естественного и искусственного освещения. Продолжительность освещения варьировалась от 12,5 часов до 23 часов. Изученный авторами прерывистый режим освещения состоял из 12,5 часов естественного освещения и 5,5 часов искусственного, световые и темновые фазы менялись ежечасно. В ходе эксперимента было установлено: естественное освещение даёт худшие результаты по сравнению с искусственным по убойному

выходу; по расходу корма на килограмм прироста лучшим образом проявили себя программы с естественным освещением, программы с естественным освещением приводили к меньшему проявлению полового диморфизма у перепелов; сокращение продолжительности светового дня способствовало снижению количества абдоминального жира. По совокупности производственных и экономических параметров, авторами рекомендуется применение светового режима 12,5 часов естественного света [159, 160].

Влияние интенсивности естественного и искусственного освещения в спектре дневного света на поведенческую активность, состояние оперения, физиологическое состояние и продуктивность проводилось Хассан А. Халил и др. в 2016 году. Опытные группы содержались при искусственном освещении от 10 до 500 лк и естественном 375 лк. Авторами сообщается, что повышение освещённости до 500 лк негативно отразилось на количестве видимых фолликулов, массе яичников и семенников, площади клоакальных желёз. Уровень освещённости 10 лк привёл к снижению оплодотворенности и снижению уровня расхода корма. Рекомендованная авторами освещённость составляет 250–375 лк [161].

В исследованиях 2018 года, посвященных влиянию фотопериода и интенсивности света на яичную продуктивность перепелов были изучены следующие варианты программ освещения: 80 лк 8 часов и 240 лк 16 часов; 20 лк 8 часов и 60 лк 16 часов; 5 лк 16 часов и 16 лк и 20 часов; 5 лк 12 часов и 15 лк 18 часов в период выращивания молодняка и эксплуатации взрослой птицы соответственно. Наилучшие результаты по показателю конверсия корма были получены при 80 лк 8 часов и 240 лк 16 часов, наилучшая яичная продуктивность наблюдалась в группе с режимом 5 лк 16 часов и 15 лк 20 часов. Влияния световых режимов на вес получаемых яиц по утверждению авторов не наблюдалось [162, 163].

В исследованиях Musayev и др., перепела содержались в условиях изменённых астрономических суток, с ритмом по 12 часов (8С:4Т). В четырёх

повторностях эксперимента авторами моделировались естественные условия освещённости, интенсивность освещения возрастала и убывала на протяжении 30 минут в начале и в конце каждого светового периода. Авторы отмечают положительный эффект от применённой программы освещения выразившийся в благотворном влиянии на центральную нервную систему, и эндокринную систему перепелов. Из экономически значимых показателей авторами отмечена лучшая выводимость яиц, полученных от перепелов опытной группы [164-167].

Исследование Mohammed A.F. Nasr и др. направлено на изучение влияния различной интенсивности света на поведение, самочувствие, продуктивность, качество мяса, содержание аминокислот и качество яиц японских перепелов при низкой (10 лк), умеренной (50 лк) и высокой освещённости (250 лк). Интенсивность света оказывала значительное влияние на поведение перепелов. Перепела, выращенные при низкой интенсивности света, демонстрировали самые низкие показатели расхода корма, воды. Содержание перепелят в условиях низкой освещённости также положительно повлияло на их поведенческие особенности, перепелята меньше проявляли беспокойство, за беспокойство авторами принималось вспархивание перепелят и выклёвывание перьев. Перепелята из групп с низкой интенсивностью освещения больше лежали в расслабленной позе, на боку с вытянутыми ногами, проявляли естественное поведение, купание в подстилке. Экономически значимые показатели, такие как конверсия корма, предубойная живая масса и убойный выход также был отмечен в группе с освещённостью на уровне 10 лк. Отдельно в статье отмечается осветление цвета ножных и грудных мышц перепелят, содержащихся в условиях низкой освещённости [168].

Схожие выводы были получены и другими исследователями данного вопроса [169, 170].

В исследованиях Demirçi и Kubanç сообщается о положительном влиянии укороченного светового дня. Пять часов освещения в опытной группе при 16 часах в контрольной. Авторы статьи выделяют следующие положительные

моменты: сокращение энергозатрат, повышение яйценоскости, снижение количества яиц с некачественной скорлупой [171].

Исследования по изучению источников света показали одинаковую эффективность люминесцентных ламп дневного света и светодиодов при 17-часовом световом дне с освещённостью на уровне 20 лк [172, 173].

Эксперимент по влиянию различных длин световых волн, соответствующих разным цветам видимого света: белый, зелёный, синий, желтый и красный не показал достоверного влияния на экономически значимые показатели эффективности выращивания перепелов. Однако некоторые поведенческие особенности птицы были замечены авторами: белый свет увеличивал удельный вес в распределении времени птицы таких поведенческих актов как потребление кормов, ходьбы, потягиваний. При желтом свете перепела в большей степени уделяли внимание чистке оперения. Красный цвет усиливал антагонистическое поведение птицы, акты агрессии, более плотное расположение группы птицы вызывало освещение зелёным цветом. Наибольшее беспокойство и ярко выраженное сексуальное поведение вызывало синее освещение [174].

В литературе существуют сведения о сильном отрицательном влиянии светового стресса на самцов перепелов. Под световым стрессом авторами подразумевается переход от длинного светового дня (16С:8Т) к более короткому (12С:12Т). Такая смена продолжительности светового дня вызывала апоптоз клеток семенников у перепелов. Апоптоз клеток был вызван сверхэксперссией гена p35 и активацией каспазы-3. Авторами исследования предлагается метод борьбы с этой проблемой путём выпойки экстракта ашвагандха (*withaniasomnifera*) увеличивающий экспрессию ER-а и снижающей активность каспазы-3 [175].

1.6. Плотность посадки при выращивании перепелов

Мировая популяция перепелов считается одной из крупнейших среди видов сельскохозяйственной птицы. Несмотря на то, что производство перепелиных яиц и мяса растет быстрыми темпами, методы разведения перепелов и аспекты благополучия еще недостаточно хорошо отработаны. Плотность посадки один из технологических факторов, оказывающих существенное влияние на благополучие, здоровье и продуктивность птиц, однако нет информации о стандартах разрешённой плотности посадки для новых пород и промышленных гибридов [176-178].

Сельскохозяйственные животные, в том числе домашняя птица, социальны и склонны формировать группы. Достаточно сложно объективно оценить роль каждой составляющей в совокупности факторов плотности посадки. Данная совокупность включает следующие факторы: площадь пола или клетки приходящаяся на голову, величина сообщества, живая масса птицы [179-181].

В яичном перепеловодстве, практически безальтернативно, применяется клеточная система содержания. Обеспечение оптимальной площади пола клетки, приходящейся на одну голову, даст существенное улучшение основного производственного показателя — яйценоскости, при хорошей вентиляции внутриклеточного пространства, обеспечении свободы движения птицы и незатруднённого доступа к кормам и воде [177, 182].

К техническим проблемам изучения параметра «необходимая площадь» относятся: небольшие размеры опытных групп, это приводит к тому, что полученные научные данные не всегда корректно соотносятся с производственными условиями: недостаточность данных или не однотипность применяемого в промышленности оборудования, подстилочных материалов для мясного перепеловодства, препаратов, применяемых во время содержания птицы [183-185].

В настоящее время в европейском птицеводстве плотность посадки птицы принято выражать в единицах кг/м² пола, в то время как в перепеловодстве принята величина голов/м². Это обусловлено более низкими показателями выхода мяса с единицы производственной площади по сравнению с мясным куроводством [186].

Показатель «благополучие животных» является достаточно новым. В ранних исследованиях, посвящённых плотности посадки перепелов данный фактор никогда не попадал в центр внимания исследователей [187, 188].

Тем не менее, влияние явного превышения плотности посадки и эффекты, вызванные нарушением устоявшегося сообщества, изучались Edens и др. в 1983 году. В исследовании новая птица подсаживалась к устоявшемуся сообществу. Исследователями было отмечено повышенное агрессивное поведение особей из сообщества к новичкам. По условиям эксперимента подсаживаемая птица имела меньшую живую массу сравнительно с перепелами сообщества. За один из параметров социального стресса авторами была принята масса семенников перепелов [189].

Вопрос проявления как позитивных, так и негативных поведенческих актов при различной плотности и величине сообщества у перепелов изучен в недостаточной мере, так как у производителей мяса и яиц перепелов фокус внимания смещён на получение максимальной прибыли [190].

В 2017 году в исследованиях Таскин и др. было установлено, что размещение в клетках игрушек для птицы, отвлекающих факторов таких как зеркала, бусины и верёвочки, положительным образом влияли на повышение благополучия птицы и снижение негативных воздействий стресса. Повышение уровня благополучия птицы не оказало достоверного воздействия на экономически значимые признаки в ходе данного эксперимента [191].

Ещё одной недостаточно разработанной научной и производственно-технологической темой является плотность посадки перепелов при отлове из птичников и транспортировке. Данные технологические операции являются

самыми стрессовыми для птицы. Высокая скученность, высокая подвижность, агрессивное поведение птицы – факторы приводящие к стрессовым состояниям птицы в предтранспортный период, после затарки в ящики, и транспортный, непосредственно движение в транспорте. Стрессы, полученные в этот период, сильно отражаются на благополучии перепелов и могут привести к падежу, что в свою очередь уже отрицательно скажется на экономических результатах [192].

Несколько исследований, целью которых было установление взаимосвязей между физиологическими параметрами перепелов и плотностью посадки не дали однозначного результата.

Так в исследованиях Фахми и др. увеличение плотности посадки ассоциировалось выраженным снижением аспартатаминотрансферазы в крови. Данные, полученные в других исследованиях, говорят об отсутствии взаимосвязи данных показателей. Частота дыхания, а также ректальная температура с плотностью посадки не связана согласно данным Айоола и др. [193-196].

Связь между иммунологическим статусом перепелов и плотностью посадки изучена на сегодняшний день не в полной мере. Так Оздемир и др. указывают на отсутствие взаимосвязи между плотностью посадки и окислительным стрессом, а также антиоксидантным статусом птицы. Исключением стала концентрация глутатиона снижающаяся по мере возрастания плотности посадки до 50 см² на голову [197].

Есть информация о снижении иммунологического статуса птицы при повышении плотности посадки. Так перепела содержащиеся при плотности посадки 143 см² на голову имели значительно более низкий титр антител в крови к болезни Ньюкасла по сравнению с перепелами, содержащимися при плотности посадки 200 и 167 см² на голову. В данном исследовании говорится, что минимальный уровень кортикостероидов наблюдался у перепелов с плотностью посадки 200 см² на голову, самой разреженной и изученных автором [197].

Плотность посадки в значительной мере влияет на конечную живую массу перепелов и практически не влияет на удельный вес внутренних органов.

Многими исследователями было доказано, что плотность посадки обратно пропорциональна конечной живой массе перепелят [198, 199].

Экспертная группа при техническом совете по организации органического производства (ЕГОР) сообщает, что в настоящее время не может быть дано единых рекомендаций или сформировано единое требование регламента как для мясного, так и для яичного перепеловодства. Причиной этому является различное происхождение используемых в сельском хозяйстве перепелов, их различный генетический потенциал, отсутствие стандартизации систем содержания, параметров микроклимата, питательности рационов и иных технологических норм. Однако для ориентира можно выделить следующие цифры: 200-230 см² на голову для взрослых перепелов и 100-150 см² на голову для молодняка, в том числе и откармливаемого на мясо [200-204].

2. СХЕМА ИССЛЕДОВАНИЙ, МАТЕРИАЛ, МЕТОДИКА, УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЫТОВ, ИЗУЧАЕМЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

2.1. Схема исследований, материал, методика, условия выполнения опытов

Опыты проведены в 2019-2021 годах на учебно-производственном птичнике ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева».

Объект исследования: перепелята маньчжурской породы мясо-яичного направления продуктивности. Выполнено 4 научных опыта.

Схема исследований представлена на рисунке.



Рисунок. Схема исследований

Перепелят выращивали в клеточной батарее БВМ-Ф-4Ц в условиях третьего (верхнего) яруса. Освещенность – 30 лк. Источник освещения люминесцентные лампы ЛДЦ-40. Фронт кормления – 2 см/гол. Температура воздуха с возрастом перепелят снижалась с 30°C до 22°C, влажность воздуха 60-80%. Кормление перепелят осуществляли в соответствии с действующими рекомендациями: до 4-недельного возраста обменной энергии 300 ккал в 100 г комбикорма, сырого протеина 28% (приложения А, Б); после 4 недель выращивания 290 ккал и 21% соответственно (приложения В, Г).

Подопытные группы в опыте 1 комплектовали по принципу аналогов с учетом возраста, живой массы и происхождения птицы. Для проведения эксперимента сформировали 5 групп суточных перепелят с поголовьем для каждой группы, указанном в схеме опыта (от 110 до 55 голов соответственно). Согласно схеме опыта перепелят разместили в клеточных батареях и выращивали до 8-недельного возраста при разной плотности посадки в группах, неизменной в течение всего периода исследования (таблица 1). Продолжительность опыта составляла 56 суток (8 недель). Режим освещения – с убывающим световых днём в течение выращивания перепелят по схеме, указанной в таблицах 2, 3 и 4 для контрольных групп. В группе 1 (контрольной) плотность посадки перепелов соответствовала нормативной при выращивании перепелят яичных пород.

Таблица 1

Схема опыта 1

Показатель	Группа				
	1 (К)	2	3	4	5
Площадь пола клетки на 1 гол., см ²	90	115	140	165	180
Плотность посадки, гол./м ² пола клетки	110	90	70	60	55

Примечание: здесь и далее (К) – контрольная группа.

Для выполнения опыта 2 сформировали 4 группы суточных перепелат по 70 голов в каждой. Условия их кормления и содержания на глубокой подстилке в светоизолированных секциях были одинаковыми и соответствовали принятым нормативам. Для каждой группы были разработаны режимы освещения в соответствии со схемой опыта (таблица 2). В опыте 2 был определен предпочтительный вариант режима освещения с одним в течение суток стабильным фотопериодом при испытании двух режимов с убывающе-возрастающим световым днем и двух режимов с убывающим световым днем в течение выращивания перепелат до 8-недельного возраста.

В контрольной группе с момента размещения перепелат в светоизолированных боксах был применен режим освещения с убывающим световым днем (в первые три недели выращивания период света составил 23 часа, период темноты – 1 час; в возрасте 3-4 недели период света – 21 час, период темноты – 3 часа; в возрасте 4-5 недель период света – 19 часов, период темноты – 5 часов; в 5-8 недель период света – 17 часов, период темноты – 7 часов).

В группе 2 был установлен убывающий режим освещения (в первые три недели выращивания период света составил 23 часа, период темноты – 1 час; в возрасте 3-4 недели период света – 18 часов, период темноты – 6 часов; в 4-5 недель период света – 16 часов, период темноты – 8 часов; в 5-8 недель период света – 14 часов, период темноты – 10 часов).

В группе 3 был установлен режим освещения с убывающе-возрастающим световым днем (в первые три недели выращивания период света составил 23 часа, период темноты – 1 час; в возрасте 3-4 недели период света – 20 часов, период темноты – 4 часа; в 4-5 недель период света – 16 часов, период темноты – 8 часов; в 5-8 недель период света – 20 часов, период темноты – 4 часа).

В группе 4 был установлен убывающе-возрастающий режим освещения (в первые три недели выращивания период света составил 23 часа, период темноты – 1 час; в возрасте 3-4 недели период света – 20 часов, период темноты – 4 часа; в 4-

5 недель период света – 14 часов, период темноты – 10 часов; в 5-8 недель период света – 18 часов, период темноты – 6 часов).

Таблица 2

Схема опыта 2

Показатель	Группа			
	1 (К)	2	3	4
Световой день	Убывающий	Убывающий	Убывающе-возрастающий	Убывающе-возрастающий
Схема освещения в возрасте птицы (недель):				
0-3	23С:1Т	23С:1Т	23С:1Т	23С:1Т
3-4	21С:3Т	18С:6Т	20С:4Т	20С:4Т
4-5	19С:5Т	16С:8Т	16С:8Т	14С:10Т
5-8	17С:7Т	14С:10Т	20С:4Т	18С:6Т

Примечания: здесь и далее С – период света, Т – период темноты; единица измерения времени – часы.

В опыте 3 выявляли наиболее эффективный световой режим прерывистого освещения (РПО) при испытании двух режимов с убывающе-возрастающим световым днем и двух режимов с убывающим световым днем в течение выращивания перепелят до 8-недельного возраста (таблица 3).

Было сформировано 4 группы по 70 голов суточных перепелят в каждой группе. Для каждой группы применяли режимы освещения в соответствии со схемой опыта.

В контрольной группе с момента размещения перепелят в светоизолированных боксах был применен убывающий режим освещения (в

первые три недели выращивания период света составил 23 часа, период темноты – 1 час; в возрасте 3-4 недели период света – 21 час, период темноты – 3 часа; в 4-5 недель период света – 19 часов, период темноты – 5 часов; в 5-8 недель период света – 17 часов, период темноты – 7 часов).

В группе 2 был установлен убывающий режим освещения (в первые три недели выращивания период света составил 23 часа, период темноты – 1 час; в 3-4 недели период света – 18 часов, период темноты – 6 часов; в 4-5 недель период света – 16 часов, период темноты – 8 часов; в 5-8 недель период света – 14 часов, период темноты – 10 часов).

В группе 3 был установлен убывающе-возрастающий режим освещения (в первые три недели выращивания период света составил 23 часа, период темноты – 1 час; в 3-4 недели период света – 20 часов, период темноты – 4 часа; в 4-5 недель период света – 16 часов, период темноты – 8 часов; в 5-8 недель период света – 20 часов, период темноты – 4 часа).

В группе 4 был установлен убывающе-возрастающий режим освещения (в первые три недели выращивания период света составил 23 часа, период темноты – 1 час; в 3-4 недели период света – 20 часов, период темноты – 4 часа; в 4-5 недель период света – 14 часов, период темноты – 10 часов; в 5-8 недель период света – 18 часов, период темноты – 6 часов).

При этом продолжительность субъективного светового дня в группе 1 в первые три недели выращивания составила 23 часа, в 3-4 недели – 21 час, в 4-5 недель – 19 часов, в 5-8 недель – 17 часов.

В группе 2 продолжительность субъективного светового дня составила в 0-3 недели – 23 часа, в 3-4 недели – 20 часов, в 4-5 недель – 18 часов, в 5-8 недель – 16 часов.

В группе 3 продолжительность субъективного светового дня составила в 0-3 недели – 23 часа, в 3-4 недели – 21 час, в 4-5 недель – 18 часов, в 5-8 недель – 21 час.

В группе 4 продолжительность субъективного светового дня составила в 0-3 недели – 23 часа, в 3-4 недели – 21 час, в 4-5 недель – 16 часов, в 5-8 недель – 20 часов.

Таблица 3

Схема опыта 3

Показатель	Группа			
	1 (К)	2	3	4
1	2	3	4	5
Световой день	Убывающий	Убывающий	Убывающе-возрастающий	Убывающе-возрастающий
Схема освещения в возрасте птицы (недель):				
0-3	23С:1Т	23С:1Т	23С:1Т	23С:1Т
3-4	21С:3Т	9С:2Т:9С:4Т	10С:1Т:10С:3Т	10С:1Т:10С:3Т
4-5	19С:5Т	8С:2Т:8С:6Т	8С:2Т:8С:6Т	7С:2Т:7С:8Т
5-8	17С:7Т	7С:2Т:7С:8Т	10С:1Т:10С:3Т	9С:2Т:9С:4Т
Продолжительность освещения в возрасте птицы (недель):				
3-4	21	18	20	20
4-5	19	16	16	14
5-8	17	14	20	18

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5
Продолжительность субъективного светового дня в возрасте птицы (недель):				
3-4	21	20	21	21
4-5	19	18	18	16
5-8	17	16	21	20

В опыте 4 (таблица 4) было проведено сравнение лучших вариантов режимов освещения, установленных в опытах 2 и 3, в сравнении с контрольным режимом освещения (убывающий световой день со стабильным фотопериодом), установленных в контрольных группах в опытах 2 и 3.

Таблица 4

Схема опыта 4

Показатель	Группа		
	1 (К)	2	3
Световой день	Убывающий	Убывающе-возрастающий	Убывающе-возрастающий
Схема освещения в возрасте птицы (недель):		Лучший вариант в опыте 2:	Лучший вариант в опыте 3:
0-3	23С:1Т	23С:1Т	23С:1Т
3-4	21С:3Т	20С:4Т	10С:1Т:10С:3Т
4-5	19С:5Т	16С:8Т	7С:2Т:7С:8Т
5-8	17С:7Т	20С:4Т	9С:2Т:9С:4Т

2.2. Изучаемые показатели

2.2.1. Зоотехнические показатели

1. Средняя живая масса перепелят (г); индивидуальное взвешивание всего поголовья в группах, еженедельно, начиная с суточного возраста.

2. Среднесуточный прирост (V, г); расчет по формуле:

$$V = (V_2 - V_1) / (t_2 - t_1), \text{ где}$$

V_1 и V_2 – средняя живая масса в начале и в конце периода выращивания, г;

t_1 и t_2 – возраст птицы в начале и в конце периода выращивания, суток.

3. Абсолютный прирост (V, г); расчет по формуле:

$$V = V_2 - V_1, \text{ где}$$

V_1 и V_2 – живая масса птицы в начале и в конце периода выращивания, г.

4. Относительный прирост (%); расчет по формуле:

$$V = (V_1 - V_0) * 100 / (V_1 + V_0) * 0,5, \text{ где}$$

V – относительный прирост;

V_0 и V_1 – начальная и конечная живая масса птицы в определенном возрастном периоде, г.

5. Потребление корма (г); определение разности между массой заданного корма и массой остатков корма, ежесуточно.

6. Расход корма (кг) на 1 кг прироста живой массы перепелят, еженедельно; расчет по формуле:

$$\text{Расход корма} = \frac{\text{масса потребленного корма, кг}}{\text{прирост живой массы перепелят, кг}}$$

7. Сохранность поголовья перепелят (%); расчет отношения конечного поголовья птицы к начальному за определенный период выращивания.

8. Индекс продуктивности перепелят (единиц); расчет по формуле:

$$\text{ИПП} = \frac{\text{средняя предубойная живая масса (г)} * \text{сохранность поголовья (\%)} / \text{срок выращивания перепелов (сутки)} * \text{расход корма на 1 кг прироста живой массы (кг)}}{10}$$

9. Выход мяса с 1 м² производственной площади (кг) в живой и убойной массе.

2.2.2. Показатели мясных качеств

1. Убойный выход (%); расчет по формуле:

$$\text{Убойный выход} = \frac{\text{средняя масса потрошенных тушек (г)}}{\text{средняя живая масса перепелят (г)}} * 100$$

2. Выход отдельных частей тушек перепелят, %.

3. Мясные качества перепелят; определение совокупности показателей, характеризующих мясные качества тушек, выраженных в абсолютных (масса, г) и относительных (выход, %) величинах (по отношению к массе потрошенных тушек) при убое 3 самцов и 3 самок перепелят со средней живой массой из каждой группы.

4. Длина яйцеводов, мм.

5. Абсолютная (г) и относительная масса яичников у самок и семенников у самцов (%) по отношению к массе потрошенных тушек.

2.2.3. Экономические показатели

1. Выручка (руб.); расчет по формуле:

$$\text{Выручка} = \text{валовая убойная масса птицы (кг)} * \text{производственная цена (руб./кг)}$$

2. Полная себестоимость (руб.); расчет по формуле:

$$\text{Полная себестоимость} = \text{себестоимость суточных перепелят (руб.)} + \text{себестоимость прироста живой массы (руб.)} + \text{стоимость убоя и потрошения перепелят (руб.)}$$

3. Прибыль (руб.); расчет по формуле:

$$\text{Прибыль} = \text{выручка (руб.)} - \text{полная себестоимость (руб.)}$$

4. Уровень рентабельности (%), расчет по формуле:

$$\text{Уровень рентабельности} = \text{прибыль (руб.)} / \text{полная себестоимость (руб.)} * 100$$

Полученные данные обработаны методом вариационной статистики по Н.А. Плохинскому [1969] на персональном компьютере с использованием прикладной программы «Microsoft Excel».

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Определение предпочтительной плотности посадки перепелят (опыт 1)

В течение первых четырех недель выращивания средняя живая масса перепелят не зависела от плотности посадки (разность между средними значениями в группах недостоверна). Начиная с 5-недельного возраста перепелят живая масса в группе 3 достоверно превышала средние значения в группах 1 и 2 до 8-недельного возраста. Живая масса перепелов в группах 4 и 5 была выше по сравнению с группами 1 и 2 в период с пятой по восьмую недели, но ниже, чем в группе 3, однако разность не достоверна (таблица 5).

Таблица 5

Средняя живая масса перепелов, г

Возраст, неделя	Группа				
	1 (К)	2	3	4	5
1 сутки	9,9±0,1a	9,9±0,1a	10,1±0,3a	9,9±0,1a	9,7±0,2a
1	51,7±1,1a	50,6±1,7a	52,1±1,6a	47,6±1,6a	48,6±1,9a
2	94,6±2,1a	89,1±2,0a	98,3±2,0a	87,1±2,4a	92,6±2,6a
3	134,4±3,0a	131,5±2,7a	137,1±2,4a	129,0±2,3a	135,0±2,1a
4	172,2±6,5a	173,6±5,2a	186,1±6,0a	171,5±5,8a	176,9±5,1a
5	199,9±6,4a	194,4±6,0a	214,1±6,4б	209,0±6,9аб	203,2±5,6аб
6	205,0±6,3a	200,7±6,1a	221,0±6,1б	213,2±6,7аб	208,3±7,6аб
7	209,0±6,2a	206,9±7,8a	228,4±6,4б	218,2±6,0аб	211,4±7,3аб
8	217,0±8,6a	220,5±8,0a	243,3±8,2б	228,3±8,1аб	222,5±9,3аб

Примечание: здесь и далее разность между средними значениями в группах (в пределах возраста), обозначенными разными буквами, достоверна при $p \geq 0,95$.

Результаты абсолютного прироста живой массы перепелов за 6-, 7- и 8-недельный период выращивания в группе 3 превышали по показателям остальные группы (таблица 6). За каждую отдельную неделю выращивания с 1 по 5 недели (включительно) однозначного превосходства какой-либо группы не отмечено. За первую и вторую недели выращивания наибольший абсолютный прирост живой массы отмечен в группе 3. С шестой недели до конца выращивания перепелов наибольший абсолютный прирост наблюдается в группе 3.

Таблица 6

Абсолютный прирост живой массы перепелов, г

Возрастные периоды, сутки	Группа				
	1 (К)	2	3	4	5
1-7	41,8	40,7	42	37,7	38,9
8-14	42,9	38,5	46,2	39,5	44
15-21	39,8	42,4	38,8	41,9	42,4
22-28	37,8	42,1	49	42,5	41,9
29-35	27,7	20,8	28	37,5	26,3
36-42	5,1	6,3	6,9	4,2	5,1
43-49	4	6,2	7,4	5	3,1
50-56	8	13,6	14,9	10,1	11,1
1-42	195,1	190,8	210,9	203,3	198,6
1-49	199,1	197	218,3	208,3	201,7
1-56	207,1	210,6	233,2	218,4	212,8

Относительный прирост живой массы перепелов имеет такую же тенденцию, как и абсолютный прирост, в группе 3 за 7- и 8-недельный период выращивания был наибольшим по сравнению с другими группами (таблица 7). В первую неделю выращивания относительный прирост живой массы перепелов был наибольшим в группе 1. Во вторую неделю наибольший относительный

прирост наблюдается в группе 5, за третью неделю – в группе 4, за четвертую неделю – в группе 3, за пятую неделю – в группе 4, за шестую неделю – в группах 2 и 3, за седьмую неделю – в группе 3, за восьмую неделю – в группе 2 наибольший относительный прирост, однако разность недостоверна.

Таблица 7

Относительный прирост живой массы перепелов, %

Возрастные периоды, сутки	Группа				
	1 (К)	2	3	4	5
1-7	135,7	134,6	135,1	131,1	133,5
8-14	58,7	55,1	61,4	58,7	62,3
15-21	34,8	38,4	33,0	38,8	37,3
22-28	24,7	27,6	30,3	28,3	26,9
29-35	14,9	11,3	14,0	19,7	13,8
36-42	2,52	3,2	3,2	2,0	2,5
43-49	1,9	3,0	3,3	2,3	1,5
50-56	3,8	6,4	6,3	4,5	5,1
1-42	181,6	181,2	182,5	182,3	182,2
1-49	181,9	181,7	183,1	182,6	182,5
1-56	182,5	182,8	184,1	183,4	183,3

Скорость роста перепелят, судя по среднесуточному приросту, в группе 3 выше в сравнении с другими группами. Однако разность между значениями в группах недостоверна. В целом по данному показателю наблюдалась устойчивая тенденция снижения скорости роста за период выращивания по мере увеличения возраста перепелов с 6 до 8 недель (таблица 8).

Среднесуточный прирост живой массы перепелов, г

Возрастные периоды, сутки (неделя)	Группа				
	1 (К)	2	3	4	5
1-7 (0-1)	6,0	5,8	6,0	5,4	5,6
8-14 (1-2)	3,1	2,8	3,3	2,8	3,1
15-21 (2-3)	1,9	2,0	1,8	2,0	2,0
22-28 (3-4)	1,4	1,5	1,8	1,5	1,5
29-35 (4-5)	0,8	0,6	0,8	1,0	0,7
36-42 (5-6)	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
43-49 (6-7)	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
50-56 (7-8)	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2
1-42 (0-6)	4,65	4,54	5,02	4,84	4,73
1-49 (0-7)	4,06	4,02	4,45	4,24	4,12
1-56 (0-8)	3,70	3,76	4,16	3,90	3,80

Сохранность поголовья в группах существенно не различалась, к концу 8 недели составляла 93,3-98,2% в среднем по всем группам (таблица 9).

Наименьший расход корма в расчете на единицу прироста в 6-недельном возрасте был в группе 3. В 7-недельном возрасте перепелов значительных различий по конверсии корма между группами не наблюдалось. В 8-недельном возрасте расход корма на 1 кг прироста в группе 3 был наибольшим. В целом следует отметить с возрастом перепелов удельный расход корма существенно повышался из-за снижения скорости роста птицы в связи с наступлением половой зрелости в период с 6-й до 7-й недели и началом яйцекладки.

Итоговый комплексный показатель оценки продуктивности перепелов — индекс продуктивности, зависящий от величины живой массы птицы, сохранности, срока выращивания и удельного расхода корма, в 6-, 7- и 8-недельном возрасте наибольшим был в группе 3: 9,60; 6,99 и 5,27 ед.

соответственно (на 29–84 ед. или на 5,8–13,7% выше, чем в других группах). Следует отметить выраженную тенденцию снижения индекса продуктивности, то есть зоотехнической эффективности выращивания перепелов, с возрастом птицы.

Таблица 9

Результаты выращивания перепелов

Показатель	Группа				
	1 (К)	2	3	4	5
Сохранность поголовья (%) в возрасте (недель):					
6	98,2	95,6	98,6	96,7	96,4
7	98,2	95,6	95,7	96,7	96,4
8	98,2	95,6	94,3	93,3	96,4
Расход корма на 1 кг прироста (кг) в возрасте (недель):					
6	5,29	5,21	5,02	5,36	5,29
7	6,53	6,56	6,58	6,57	6,62
8	7,62	7,50	7,94	7,49	7,33
Индекс продуктивности перепелов (единиц) в возрасте (недель):					
6	9,06	8,77	9,60	9,16	9,03
7	6,41	6,15	6,99	6,55	6,29
8	5,00	4,98	5,27	5,10	5,22

Убойный выход и мясные качества перепелов приведены в таблице 10. Убойный выход мяса перепелов составил от 61,3% до 65,9% у самок, от 65,8% и до 69,5% у самцов и не зависел от плотности посадки перепелят.

Мясные качества перепелов в 8-недельном возрасте

Показатель	Группа									
	1 (К)		2		3		4		5	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Убойный выход (%)	65,8	61,3	69,5	64,4	68,3	65,9	66,2	65,2	67,3	63,2
Средняя масса грудных мышц (г)	36,7	39,6	40,3	40,6	38,5	40,9	35,1	43,9	39,8	44,1
Выход грудных мышц (%)	29,4	29,7	28,4	29,5	29,2	29,7	28,7	30,8	29,5	32,6
Средняя масса ножных мышц (г)	23,0	25,0	25,8	24,0	22,4	22,2	21,2	24,6	24,2	25,4
Выход ножных мышц (%)	18,4	18,8	18,2	17,4	17,0	16,0	17,2	17,2	18,0	18,8
Средняя масса кожи с подкожным жиром (г)	12,4	10,8	13,7	11,5	10,3	13,0	15,2	10,2	13,5	9,4
Выход кожи с подкожным жиром (%)	9,9	8,1	9,6	8,4	7,8	9,4	12,4	7,1	10,0	6,9
Средняя масса сердец (г)	1,7	1,7	1,6	2,1	1,8	1,9	1,9	1,7	2,0	2,1
Выход сердец (%)	1,4	1,3	1,1	1,5	1,4	1,4	1,6	1,2	1,5	1,6
Средняя масса печени (г)	2,8	5,2	3,2	5,7	2,5	5,3	2,9	5,9	2,9	5,4
Выход печени (%)	2,2	3,9	2,3	4,1	1,9	3,8	2,4	4,1	2,1	4,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Средняя масса мышечных желудков (г)	3,9	5,1	5,4	5,4	3,6	4,1	3,4	4,6	4,1	5,1
Выход мышечных желудков (%)	3,1	3,8	3,8	3,9	2,7	3,0	2,8	3,2	3,0	3,8

Наибольший убойный выход был в опытной группе 2 с убывающе-возрастающим световым днем (69,5%), а наименьший в группе 1 с убывающим режимом освещения (61,3%).

Тенденции увеличения убойного выхода мяса перепелов с увеличением средней массы потрошёных тушек не прослеживается.

В группе 2 у самцов наблюдалась наибольшая средняя масса грудных мышц – 40,3 г наименьшая у самцов группы 4 – 35,1 г. По выходу грудных мышц на первом месте самцы группы 5 – 29,5%. У самок в группе 5 наблюдалась наибольшая средняя масса грудных мышц – 44,1 г, наименьший результат – 39,6 г в группе 1. В относительных величинах на первом месте средняя масса грудных мышц в группе 5 с результатом – 32,6 г.

Средняя масса ножных мышц у самцов была выше в группе 2, а у самок — в группе 5. Выход ножных мышц у самцов и самок в среднем выше в группе 1, чем в остальных группах.

Средняя масса кожи с подкожным жиром среди самок была выше всего в 3 группе — 13,0 г, у самцов 4 группы — 15,2 г.

Наибольшая средняя масса сердец у самцов и самок в группе 5 (2,0 г и 2,1 г соответственно). В группе 2 у самцов была наименьшая средняя масса сердец – 1,6 г, а в группе 4 у самок – 1,7 г.

В группе 4 среди самок был самый высокий показатель средней массы печени — 5,9 г, выход печени составил 4,1%. Самый низкий показатель средней

массы печени среди самок был в группе 1 — 5,2 г, что составляет 3,9% в относительном значении. Средняя масса печени самцов была наибольшей в группе 2 — 3,2 г, а наименьшей в группе 3 с результатом — 2,5 г.

Наибольшая средняя масса мышечных желудков у самцов и самок была в группе 2, наименьшей среди самцов в группе 4 — 3,4 г, а среди самок в группе 3 — 4,1 г.

В таблице 11 представлены показатели оценки развития репродуктивных органов перепелат к концу выращивания.

Наибольшая средняя длина яйцевода оказалась у самок перепелов 2 группы — 262,7 мм.

Средняя масса яичников самок перепелов была в пределах от 3,23 г до 6,27 г. По относительным значениям существенных различий между группами не отмечено, что коррелирует с показателями средней массой потрошенных тушек и является закономерным.

Средняя масса семенников перепелов в предубойном возрасте была наибольшей в группе 3 — 6,70 г в сравнении с другими группами.

Таблица 11

Развитие репродуктивных органов перепелов в 8-недельном возрасте

Показатель	Группа									
	1 (К)		2		3		4		5	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Длина яйцевода, мм	-	253,3	-	262,7	-	228,3	-	213	-	236
Средняя масса яичников/ семенников:										
- абсолютная, г	5,47	5,27	5,87	3,23	6,70	5,73	5,20	6,27	6,03	3,37
- относительная, %	4,38	3,95	4,13	2,35	5,08	4,13	4,25	4,39	4,47	2,49

Сведения об экономической эффективности выращивания перепелов в зависимости от плотности посадки и сроков содержания птицы приведены в таблицах 12, 13 и 14.

При выращивании перепелят до 6-недельного возраста с плотностью посадки в исследуемых пределах (от 55 до 110 гол./м² площади пола клетки или от 90 до 180 см²/гол.) производство мяса было рентабельным и прибыльным. Цена реализации мяса перепелов в виде потрошёных тушек составляла 300 руб./кг, и наибольшая прибыль была получена в группе 3 – 9,05 тыс. руб., что на 2,19-4,43 тыс. руб. больше по сравнению с другими группами. Соответственно в данной группе, где перепелят выращивали при плотности посадки 70 гол./м² (140 см²/гол.) получили наиболее высокий уровень рентабельности – 26,0 % (на 4,3-12,3% выше, чем в других группах).

Таблица 12

Экономическая эффективность производства мяса 6-недельных перепелов в расчете на 1000 голов начального поголовья

Показатель	Группа				
	1 (К)	2	3	4	5
Поголовье выращенных перепелов, гол.	982	956	986	967	964
Произведено мяса в убойной массе, кг	128,0	128,4	146,2	135,5	131,1
Выручка от реализации мяса в убойной массе, руб.	38 400	38 520	43 864	40 650	39 330
Себестоимость произведенного мяса, руб.	33 780	31 658	34 813	35 133	33 772
Прибыль, руб.	4 620	6 862	9 051	5 517	5 558
Уровень рентабельности, %	13,7	21,7	26,0	15,7	16,5

Выращивание перепелат до 7 и 8-недельного возраста оказалось экономически неэффективным. Во всех группах суммарные затраты на производство продукции превышали выручку от ее реализации. Это обусловлено значительным снижением скорости прироста живой массы перепелов в течение седьмой и восьмой недель выращивания и существенным увеличением затрат корма на прирост, что связано с наступлением половой зрелости птицы в данном возрасте, а также с началом яйцекладки у самок и накапливанием спермы в семенниках у самцов. Наименьший уровень убыточности был в группах 2 и 3, а наибольший — в группе 1.

Таблица 13

Экономическая эффективность производства мяса 7-недельных перепелов в расчете на 1000 голов начального поголовья

Показатель	Группа				
	1 (К)	2	3	4	5
Поголовье выращенных перепелов, гол.	982	956	957	967	964
Произведено мяса в убойной массе, кг	130,5	132,3	146,7	138,6	133,1
Выручка от реализации мяса в убойной массе, руб.	39 150	39 690	44 010	41 588	39 930
Себестоимость произведенного мяса, руб.	42 553	41 204	45 776	44 031	42 994
Убыток, руб.	3 403	1 514	1 766	2 473	3 064
Уровень убыточности, %	8,0	3,7	3,9	5,6	7,1

Расчет экономической эффективности выращивания перепелов до 8-недельного возраста показал убыточность производства мяса перепелов во всех группах.

Экономическая эффективность производства мяса 8-недельных перепелов в
расчете на 1000 голов начального поголовья

Показатель	Группа				
	1 (К)	2	3	4	5
Поголовье выращенных перепелов, гол.	982	956	943	933	964
Произведено мяса в убойной массе, кг	135,5	141,0	153,9	139,9	140,1
Выручка от реализации мяса в убойной массе, руб.	40 658	42 307	46 170	41 970	42 019
Себестоимость произведенного мяса, руб.	51 658	50 349	58 215	50 880	50 096
Убыток, руб.	10 998	8 042	12 045	8 910	8 077
Уровень убыточности, %	21,3	16,0	20,7	17,5	16,1

В результате проведения опыта 1 можно заключить, что для рентабельного производства мяса перепелов с последующей его реализацией в виде потрошенных тушек птицу мясо-яичного направления продуктивности следует выращивать с суточного до 6-недельного возраста в клетках с плотностью посадки 70 гол. на 1 м² площади пола клетки (140 см²/гол.).

Дальнейшее содержание перепелов в клетках до 7–8-недельного возраста с плотностью посадки в пределах от 55 до 110 гол./м² экономически неэффективно и даже убыточно.

3.2. Разработка целесообразного режима освещения перепелат со стабильным фотопериодом (опыт 2)

В таблице 15 представлены показатели выращивания перепелат при разных световых режимах. В течение первых 5 недель выращивания средние значения живой массы в группах перепелат не зависели от продолжительности светового дня. Начиная с 6-недельного возраста и до 8-недельного живая масса перепелат в группе 3 достоверно превышала средние значения в группах 1 и 2. Средняя живая масса перепелов в группе 4 в возрастной период с 6 до 8 недель была выше по сравнению с группами 1 и 2, но ниже, чем в группе 3, однако разность недостоверна.

Таблица 15

Средняя живая масса перепелов, г

Возраст, недель	Группа			
	1 (К)	2	3	4
1 сутки	9,0±0,3а	9,0±0,1а	8,9±0,2а	9,0±0,2а
1	64,9±1,6а	62,7±1,3а	62,6±1,4а	62,1±1,4а
2	97,7±1,4а	96,2±1,6а	94,8±1,8а	95,5±1,1а
3	130,6±2,6а	129,7±2,8а	129,8±1,8а	128,9±2,6а
4	166,0±2,7а	160,0±2,1а	166,9±3,0а	162,0±5,6а
5	194,2±6,8аб	190,8±8,2аб	204,9±3,5а	187,9±7,5б
6	205,5±8,2ав	196,7±5,1а	231,4±7,0б	220,3±7,0бв
7	210,2±11,4а	203,5±13,9а	242,4±8,1б	225,8±7,7аб
8	225,7±11,9а	210,7±14,8а	256,3±10,5б	241,5±16,8аб

Абсолютный прирост живой массы перепелов представлен в таблице 16. За первую неделю выращивания абсолютный прирост в группе 1 был наибольшим.

За отдельные возрастные периоды (недели) значения абсолютного прироста живой массы перепелов достоверно не показали превосходства определенной группы, однако за 6-, 7- и 8-недельный периоды в целом в группе 3 этот показатель был наибольшим.

Таблица 16

Абсолютный прирост живой массы перепелов, г

Возрастные периоды, сутки	Группа			
	1 (К)	2	3	4
1-7	55,9	53,7	53,7	53,1
8-14	32,8	33,5	32,2	33,4
15-21	32,9	33,5	35,0	33,4
22-28	35,4	30,3	37,1	33,1
29-35	28,2	30,8	38,0	25,9
36-42	11,3	5,9	26,5	32,4
43-49	4,7	6,8	11,0	5,5
50-56	15,5	7,2	13,9	15,7
1-42	196,5	187,7	222,5	211,3
1-49	201,2	194,5	233,5	216,8
1-56	216,7	201,7	247,4	232,5

Относительный прирост живой массы перепелов, представленный в таблице 17, в течение 6-ти недель выращивания был больше, чем в других группах на 2-9,3%. За 7 недель выращивания был достоверно больше в группе 3 на 1,1-2,7%, чем в других группах. За 8 недель выращивания относительный прирост в группе 3 был выше на 1-3%, чем в остальных группах.

За первую и за восьмую недели выращивания относительный прирост в группе 1 был наибольшим. В группе 3 этот показатель был наибольшим за третью, четвертую, пятую и седьмую недели выращивания.

Относительный прирост живой массы перепелов, %

Возрастные периоды, сутки	Группа			
	1 (К)	2	3	4
1-7	151,3	149,8	150,2	149,4
8-14	40,5	42,2	40,9	42,4
15-21	28,8	29,7	31,2	29,8
22-28	23,9	20,9	25,0	22,8
29-35	15,7	17,6	20,4	14,8
36-42	5,7	3,0	12,1	15,9
43-49	2,3	3,4	4,6	2,5
50-56	7,1	3,5	5,6	6,7
1-42	183,2	182,5	185,2	175,9
1-49	183,6	183,1	185,8	184,7
1-56	184,7	183,6	186,6	185,6

Судя по среднесуточному приросту, скорость увеличения живой массы перепелов в группе 3 была выше по сравнению с другими группами (таблица 18).

Таблица 18

Среднесуточный прирост живой массы перепелов, г

Возрастные периоды, сутки (нед.)		Группа			
		1 (К)	2	3	4
1		2	3	4	5
1-7	(0-1)	8,0	7,7	7,7	7,6
8-14	(1-2)	4,7	4,8	4,6	4,8
15-21	(2-3)	4,7	4,8	5,0	4,8
22-28	(3-4)	5,1	4,3	5,3	4,7

Продолжение таблицы 18

1	2	3	4	5
29-35 (4-5)	4,0	4,4	5,4	3,7
36-42 (5-6)	1,6	0,8	3,8	3,2
43-49 (6-7)	0,7	1,0	1,6	2,2
50-56 (7-8)	2,2	1,0	2,0	2,2
1-42 (0-6)	4,7	4,5	5,3	5,1
1-49 (0-7)	4,1	4,1	4,8	4,4
1-56 (0-8)	3,9	3,6	4,4	4,2

Закономерное снижение скорости роста живой массы перепелят прослеживалось по мере увеличения возраста с 6 до 7-8 недель, что связано с наступлением половой зрелости у птиц в данном возрастном периоде.

Сохранность поголовья в группах существенно не различалась (таблица 19). В первые недели выращивания наблюдался небольшой падеж в группах, патологических инфекций у падежа не обнаружено. В итоге к концу выращивания сохранность поголовья в группах была на уровне 94,3-95,7%.

Таблица 19

Сохранность поголовья перепелов, %

Возрастные периоды, сутки	Группа			
	1 (К)	2	3	4
1	2	3	4	5
1-7	97,1	95,7	95,7	95,7
8-14	98,5	98,5	100	98,5
15-21	100	100	98,5	100
22-28	100	100	100	100
29-35	100	100	100	100

Продолжение таблицы 19

1	2	3	4	5
36-42	100	100	100	100
43-49	100	100	100	100
50-56	100	100	100	100
1-56	95,7	94,3	94,3	94,3

Общее потребление корма в группе 2 с 1-й по 6-ю, 7-ю и 8-ю недели выращивания было наименьшим (таблица 20). Суммарное потребление корма за 8 недель в группе 2 было на 22 г меньше, чем в группе 3 и более чем на 70 г больше, чем в остальных группах.

Таблица 20

Потребление корма, г/гол.

Возрастные периоды, сутки	Группа			
	1 (К)	2	3	4
1-7	50,9	50,0	49,4	54,7
8-14	121,0	123,7	117,9	95,5
15-21	114,5	118,7	121,5	96,5
22-28	120,7	105,1	93,5	109,6
29-35	100,4	102,9	118,7	118,3
36-42	101,2	131,0	168,5	131,9
43-49	153,9	139,1	105,7	151,4
50-56	168,5	70,8	85,6	160,0
1-42	609,2	591,4	669,7	607,1
1-49	742	730,7	775,3	758,5
1-56	910,1	839,1	861,0	918,5

Наибольшее потребление корма было в группе 4 и составило 918,5 г/гол. за 8 недель содержания. По данным таблицы видно, что за весь период выращивания равномерное потребление корма с нарастающим итогом присутствует только в группе 4.

В таблице 21 приведен расход корма в разные периоды выращивания перепелат. Конверсия корма является ключевым фактором мясного производства птицеводческой продукции, обеспечивая конкурентную рентабельность производства. Наименьший расход корма в расчете на единицу прироста за 6 недель выращивания был в группах 3 и 4. За 7 недель выращивания перепелов расход корма стал значительно выше в группах 1 и 2. В 8-недельном возрасте расход корма на 1 кг прироста в группе 3 был наименьшим.

Таблица 21

Расход корма на 1 кг прироста, кг

Возрастные периоды, сутки	Группа			
	1 (К)	2	3	4
1-7	0,91	0,93	0,92	1,03
8-14	3,69	3,66	3,64	2,86
15-21	3,48	3,55	3,47	2,89
22-28	3,41	3,47	2,52	3,31
29-35	3,56	3,34	3,13	4,59
36-42	8,96	5,26	6,36	5,89
43-49	11,47	20,46	9,61	9,77
50-56	10,87	9,84	6,16	10,19
1-42	3,10	3,15	3,01	3,02
1-49	3,69	3,76	3,32	3,50
1-56	4,20	4,16	3,48	3,95

В целом в возрасте перепелов 7-8 недель прослеживается существенное увеличение затрат корма на прирост и уменьшение прироста живой массы, что связано с началом яйцекладки у самок и накоплением спермы в семенниках у самцов.

Одним из важнейших показателей эффективности выращивания перепелов является выход живой массы и убойной массы с единицы производственной площади (1 м²), представленный в таблице 22. В результате применения убывающе-возрастающего светового режима значения этих двух показателей повысились в сравнении с группами, где применялся убывающий световой режим. В возрасте 6, 7 и 8 недель выход мяса в живой массе и выход мяса в убойной массе в группе 3 превосходили по значению остальные группы перепелят.

Таблица 22

Выход мяса с 1 м² производственной площади, кг

Возраст птицы, сутки	Группа			
	1 (К)	2	3	4
42	13,77/8,81	12,98/8,40	15,27/9,77	13,88/8,99
49	14,08/9,01	13,63/8,69	16,00/10,24	14,90/9,66
56	15,12/9,53	13,90/8,99	16,91/10,82	15,94/10,33

Примечание: здесь и далее над чертой – выход мяса в живой массе, под чертой – выход в убойной массе.

Итоговый комплексный показатель оценки зоотехнической эффективности выращивания перепелов — индекс продуктивности, зависящий от величины живой массы птицы, сохранности, срока выращивания и удельного расхода корма, в 6-, 7- и 8-недельном возрасте был наибольшим в группе 3: 16,49; 14,05 и 12,40 ед. соответственно. С возрастом птицы наблюдалась выраженная тенденция

уменьшения индекса продуктивности, то есть снижения зоотехнической эффективности выращивания перепелов (таблица 23).

Таблица 23

Зоотехническая эффективность выращивания перепелят

Показатель	Группа			
	1 (К)	2	3	4
Индекс продуктивности перепелов (ед.) в возрасте (сут.):				
42	15,10	14,02	16,49	16,38
49	12,48	10,42	14,05	12,42
56	9,18	8,53	12,40	10,30

Мясные качества перепелов представлены в таблице 24. По убойному выходу существенных различий между группами не наблюдалось (у самцов 68,8-70,3%; у самок 58,6-59,9%).

Наибольшая средняя масса грудных мышц у самцов была в группе 3 – 42,3 г, у самок в группе 4 наблюдалась наибольшая средняя масса грудных мышц – 48,4 г, наименьший результат – 37,3 г в группе 1. Выход грудных мышц у самцов и у самок был наибольшим в группе 2.

Средняя масса ножных мышц у самцов была выше в группе 3, а у самок — в группе 4. В группе 1 был самый низкий показатель средней массы ножных мышц самцов и самок.

Средняя масса кожи с подкожным жиром среди самцов и самок была выше всего в группе 3, в относительном выражении выход кожи с подкожным жиром был наибольшим также в группе 3.

Средняя масса сердец и печени в абсолютном и относительном выражении была больше в группе 3. Наибольшая средняя масса сердец у самцов и самок в

группе 5 (2,0 г и 2,1 г соответственно). В группе 2 у самцов была наименьшая средняя масса сердец – 1,6 г, а в группе 4 у самок – 1,7 г.

Таблица 24

Мясные качества перепелов в 8-недельном возрасте

Показатель	Группа							
	1 (К)		2		3		4	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Убойный выход, %	69,4	58,6	70,3	59,2	68,8	59,2	69,6	59,9
Средняя масса грудных мышц (г)	37,3	45,3	41,9	48,3	42,3	47,2	41,2	48,4
Выход грудных мышц (%)	28,6	29,4	29,8	33,4	27,2	27,9	28,0	29,3
Средняя масса ножных мышц (г)	25,2	27,4	25,4	28,4	30,8	29,8	26,0	30,6
Выход ножных мышц (%)	18,0	18,0	18,0	19,6	19,8	17,6	17,6	18,6
Средняя масса кожи с подкожным жиром (г)	15,6	17,8	14,2	15,4	21,9	19,8	15,6	15,8
Выход кожи с подкожным жиром (%)	11,0	11,1	9,9	9,8	14,1	11,7	10,6	9,6
Средняя масса сердец (г)	1,7	2,1	2,0	2,0	2,1	2,1	1,9	2,0
Выход сердец (%)	1,2	1,3	1,4	1,3	1,4	1,3	1,3	1,2
Средняя масса печени (г)	4,3	8,4	3,3	7,0	3,8	9,6	3,5	6,6
Выход печени (%)	3,0	5,2	2,2	4,5	2,4	5,7	2,4	4,0
Средняя масса мышечных желудков (г)	3,2	4,9	3,3	5,5	3,8	4,5	3,0	4,7
Выход мышечных желудков (%)	2,3	3,1	2,3	3,5	2,4	2,6	2,1	2,9

В группе 3 среди самок был самый высокий показатель средней массы печени — 9,6 г, в относительной средней массе составил 5,7%.

Наибольшая средняя масса мышечных желудков у самцов была в группе 3 и у самок в группе 2, наименьшей среди самцов в группе 4 — 3,0 г, а среди самок в группе 3 — 4,5 г.

Следует отметить, что выход мышечных желудков и, особенно, печени у самок был значительно выше, чем у самцов.

В опыте существенных различий по средней массе репродуктивных органов самцов и самок между группами не выявлено (таблица 25). В группе 3 средняя масса яичников была немного больше, чем в остальных группах, масса семенников у самцов также была больше в группе 3. Наибольшая средняя длина яйцевода была выше у самок группы 3 в сравнении с остальными группами.

Таблица 25

Развитие репродуктивных органов перепелов в 8-недельном возрасте

Показатель	Группа							
	1 (К)		2		3		4	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Длина яйцевода, мм	-	316,7	-	315,7	-	330,0	-	306,7
Средняя масса яичников/семенников:								
- абсолютная, г	5,78	8,48	5,66	8,35	6,03	8,93	5,61	8,71
- относительная, %	4,12	5,3	3,97	5,35	3,88	5,32	3,82	5,35

При выращивании перепелят до 6-недельного возраста в группах производство мяса было прибыльным и рентабельным (таблица 26). Наибольшая прибыль была получена в группе 3 – 15,4 тыс. руб., что на 1,8-6,3 тыс. руб.

больше по сравнению с другими группами. Уровень рентабельности в данной группе составил 58,3% – на 7,3-24,6% выше, чем в группах 4, 1 и 2.

Таблица 26

Экономическая эффективность производства мяса 6-недельных перепелов (в расчете на 1000 голов начального поголовья)

Показатель	Группа			
	1 (К)	2	3	4
Поголовье выращенных перепелов, гол.	957	943	943	943
Произведено мяса в убойной массе, кг	125,9	120,1	139,7	134,5
Выручка от реализации мяса в убойной массе, руб.	37 759	36 031	41 910	40 350
Себестоимость произведенного мяса, руб.	27 207	26 932	26 471	26 716
Прибыль, руб.	10 552	9 099	15 439	13 634
Уровень рентабельности, %	38,8	33,7	58,3	51,0

Затраты на выращивание перепелят до 7- и 8-недельного возраста значительно выросли (таблицы 27 и 28). Наибольшая прибыль получена в группе 3 и составила 9,8 тыс. руб., рентабельность – 28,6%, что больше на 4,7-12,7%, чем в группах 4, 1 и 2 в 7-недельном возрасте перепелов.

Таблица 27

Экономическая эффективность производства мяса 7-недельных перепелов (в расчете на 1000 голов начального поголовья)

Показатель	Группа			
	1 (К)	2	3	4
1	2	3	4	5
Поголовье выращенных перепелов, гол.	957	943	943	943

Продолжение таблицы 27

1	2	3	4	5
Произведено мяса в убойной массе, кг	128,7	124,3	146,4	137,8
Выручка от реализации мяса в убойной массе, руб.	38 623	37 277	43 888	41 340
Себестоимость произведенного мяса, руб.	33 156	32 156	34 123	33 379
Прибыль, руб.	5 466	5 121	9 765	7 961
Уровень рентабельности, %	16,5	15,9	28,6	23,9

При выращивании перепелов до 8-недельного возраста произошло снижение уровня рентабельности производства мяса во всех группах. За счет не столь резкого увеличения себестоимости производства мяса в группе 3 удалось сохранить рентабельность на уровне 22,5%, что на 13,0-20,5% выше по сравнению с группами 4, 2 и 1.

Таблица 28

Экономическая эффективность производства мяса 8-недельных перепелов (в расчете на 1000 голов начального поголовья)

Показатель	Группа			
	1 (К)	2	3	4
Поголовье выращенных перепелов, гол.	957	943	943	943
Произведено мяса в убойной массе, кг	138,2	128,6	154,7	147,5
Выручка от реализации мяса в убойной массе, руб.	41 460	38 580	46 410	44 250
Себестоимость произведенного мяса, руб.	40 645	36 922	37 890	40 420
Прибыль, руб.	815	1 658	8 520	3 830
Уровень рентабельности, %	2,0	4,5	22,5	9,5

Выручка от реализации мяса в убойной массе была наибольшей в группе 3 и составила 46410 руб., а прибыль от реализации продукции достоверно была выше в группе 3.

Продолжительность освещения (таблица 29) за 6-, 7- и 8-недельный период выращивания перепелов наибольшей была в группе 3 при убывающе-возрастающем световом режиме (875, 1015 и 1155 часов), наименьшим в группе 2 при убывающем световом режиме (819, 917 и 1015 часов). В группе 2 была максимальная продолжительность темного периода (189, 259 и 329 часов), что повлекло за собой более низкую зоотехническую и экономическую эффективность производства мяса перепелов.

Таблица 29

Продолжительность наличия или отсутствия освещения в периоды выращивания перепелов

Показатель	Группа			
	1 (К)	2	3	4
Продолжительность освещения (часов) за период выращивания (сутки):				
1-42	882	819	875	847
1-47	1001	917	1015	973
1-56	1120	1015	1155	1099
Продолжительность темноты (часов) за период выращивания (сутки):				
1-42	126	189	133	161
1-47	175	259	161	203
1-56	224	329	189	245

По результатам опыта 2 можно сделать вывод, что выращивание перепелов мясо-яичного направления продуктивности до 6-недельного возраста

экономически более эффективно, чем выращивание до 7- и, особенно, до 8-недельного возраста. С целью обеспечения высокой зоотехнической и экономической эффективности производства мяса перепелов целесообразно применять режим освещения с убывающе-возрастающим световым днём по схеме 23С:1Т; 20С:4Т; 16С:8Т; 20С:4Т в возрасте птицы 0-3, 3-4, 4-5, 5-8 недель соответственно.

3.3. Разработка целесообразного режима прерывистого освещения при выращивании перепелят (опыт 3)

В таблице 30 представлены показатели средней живой массы перепелов по неделям. В группах 3 и 4 с убывающе-возрастающим режимом освещения средняя живая масса перепелов была достоверно выше, чем в группах 1 и 2 с убывающим режимом освещения.

Таблица 30

Средняя живая масса перепелов, г

Возраст, недель	Группа			
	1 (К)	2	3	4
1 сутки	9,0±0,3а	9,0±0,3а	8,9±0,3а	9,0±0,4а
1	62,1±1,4а	65,0±1,6а	62,6±1,2а	62,7±1,2а
2	96,0±2,0а	98,2±2,4а	96,7±2,4а	96,7±2,4а
3	128,9±3,5а	130,6±4,5а	129,8±2,4а	129,7±4,1а
4	159,8±3,4а	161,5±6,0а	167,3±6,6а	169,7±5,1а
5	176,0±4,2а	175,3±5,1а	197,1±6,3а	196,1±7,0а
6	204,4±8,3а	200,5±6,6а	229,0±8,3б	227,8±8,2б
7	231,2±8,7а	223,4±8,1а	250,6±10,0б	252,6±8,7б
8	241,3±10,1а	237,8±8,9а	260,1±10,3б	260,4±9,7б

В возрасте 4 недели в группе 4 показатель средней живой массы был выше, чем в остальных группах. В 5 и 6 недель взвешивание показало наибольшую среднюю живую массу в группе 3.

Абсолютный прирост живой массы перепелов (таблица 31), в среднем за 6, 7 и 8 недель выращивания в группах 3 и 4 с убывающе-возрастающим режимом освещения был выше, чем в группах 1 и 2. Самый высокий абсолютный прирост живой массы был в группе 3 во вторую, третью, пятую, шестую недели выращивания. К концу выращивания группа 3 достоверно превосходила по абсолютному приросту остальные группы перепелов.

Таблица 31

Абсолютный прирост живой массы перепелов, г

Возрастные периоды, сутки	Группа			
	1 (К)	2	3	4
1-7	53,2	55,9	53,7	53,8
8-14	33,9	33,3	34,1	34,0
15-21	32,9	32,4	33,1	33,0
22-28	30,9	30,8	37,5	40,0
29-35	16,2	13,9	29,8	26,4
36-42	28,4	25,2	31,9	21,7
43-49	26,7	22,9	21,6	21,8
50-56	10,2	14,4	9,5	10,9
1-42	195,3	191,5	220,1	218,8
1-49	222,9	214,6	241,6	243,5
1-56	232,4	229,0	250,9	241,4

По относительному приросту живой массы перепелов отмечается такая же тенденция (таблица 32), в течение 6-, 7- и 8-недельного выращивания он был больше в группе 3. В первые четыре недели выращивания не наблюдалось

превосходства по значению относительного прироста живой массы перепелят в какой-либо группе. В 5-ю и 6-ю недели выращивания в группе 3 была наибольшая величина относительного прироста.

Таблица 32

Относительный прирост живой массы перепелов, %

Возрастные периоды, сутки	Группа			
	1 (К)	2	3	4
1-7	149,6	151,1	150,2	150,1
8-14	42,9	40,8	42,8	42,7
15-21	29,3	28,3	29,2	29,2
22-28	21,4	21,1	25,2	26,7
29-35	9,6	8,3	16,4	14,4
36-42	14,9	13,4	15,0	10,2
43-49	12,3	10,8	9,0	9,1
50-56	4,3	6,2	3,7	4,2
1-42	183,0	182,8	185,0	184,8
1-49	185,6	184,7	186,2	186,2
1-56	185,7	185,6	186,5	179,2

Среднесуточный прирост живой массы за 6-, 7-недельный период выращивания перепелов были наибольшими в группах 3 и 4. По мере увеличения возраста с 6 до 7 и 8 недель (таблица 33) в группах прослеживалось снижение скорости роста перепелят, что связано с началом яйцекладки у самок и накапливанием спермы в семенниках у самцов. В 8 недель показатель среднесуточного прироста живой массы перепелов был наибольшим в группе 3 – 4,5 г.

Среднесуточный прирост живой массы перепелов, г

Возрастные периоды, сутки	Группа			
	1 (К)	2	3	4
1-7	7,6	8,0	7,7	7,7
8-14	4,8	4,8	4,9	4,9
15-21	4,7	4,6	4,7	4,7
22-28	4,4	4,4	5,4	5,7
29-35	2,3	2,0	2,8	3,8
36-42	4,1	3,6	4,6	3,1
43-49	3,8	3,3	3,1	3,1
50-56	1,5	2,1	1,4	1,6
1-42	4,7	4,6	5,2	5,2
1-49	4,5	4,4	4,9	5,0
1-56	4,2	4,1	4,5	4,3

Сохранность поголовья перепелов к концу выращивания в группах 3 и 4 оставалась на уровне 100%, как показано в таблице 34. В группах 1 и 2 был падеж до третьей недели выращивания, патологических инфекций у падежа не обнаружено. По итогу сохранность поголовья в этих группах составила 95,7%.

Таблица 34

Сохранность поголовья перепелов, %

Возрастные периоды, сутки	Группа			
	1 (К)	2	3	4
1	2	3	4	5
1-7	100	100	100	100
8-14	95,7	97,1	100	100

Продолжение таблицы 34

1	2	3	4	5
15-21	100	98,5	100	100
22-28	100	100	100	100
29-35	100	100	100	100
36-42	100	100	100	100
43-49	100	100	100	100
50-56	100	100	100	100
1-56	95,7	95,7	100	100

В таблице 35 представлены данные по потреблению корма перепелками в разные возрастные периоды.

Таблица 35

Потребление корма, г/гол.

Возрастные периоды, сутки	Группа			
	1 (К)	2	3	4
1-7	53,7	51,4	49,4	51,1
8-14	77,6	74,6	72,3	74,5
15-21	89,8	101,7	93,0	85,5
22-28	103,2	111,2	112,5	110,0
29-35	129,9	113,1	162,4	120,9
36-42	170,7	136,3	175,9	137,8
43-49	199,4	166,4	145,6	147,8
50-56	215,8	196,8	147,1	177,9
1-42	624,9	588,3	665,5	579,8
1-49	824,3	754,7	811,1	727,6
1-56	999,3	913,7	996,1	871,4

Наименьшее потребление корма за 6-, 7- и 8-недельный период было в группе 4. В первую и вторую недели выращивания наименьшее потребление корма перепелками наблюдалось в группе 2. За седьмую и восьмую недели выращивания в группах 3 и 4 с убывающе-возрастающим режимом освещения были наименьшие показатели потребления корма. За 8 недель выращивания потребление корма перепелами группы 4 было на 42,3-127,9 г меньше, чем в остальных группах.

Установлено, что наименьший расход корма за 6, 7, 8 недель выращивания был в группе 4 на 1 кг прироста живой массы (таблица 36). В целом в 7 и 8-недельном возрастах перепелов прослеживается существенное увеличение затрат корма на прирост и уменьшение прироста живой массы, что связано с наступлением половой зрелости у птиц в данном возрастном периоде.

Таблица 36

Расход корма на 1 кг прироста, кг

Возрастные периоды, сутки	Группа			
	1 (К)	2	3	4
1-7	1,01	0,92	0,92	0,95
8-14	2,29	2,24	2,12	2,19
15-21	2,73	3,14	2,81	2,59
22-28	3,34	3,61	3,00	2,75
29-35	8,02	8,14	5,45	4,58
36-42	6,01	5,41	5,51	6,35
43-49	7,47	7,27	6,74	6,78
50-56	21,16	13,67	15,49	16,32
1-42	3,20	3,07	3,02	2,65
1-49	3,70	3,52	3,36	2,99
1-56	4,30	3,99	3,97	3,61

Данные об убойном выходе и мясных качествах перепелов приведены в таблице 37. Убойный выход у перепелов в группах составил от 62,8% до 69,4% у самок и от 67,2% до 67,6% у самцов.

Наибольший убойный выход у самок был в опытной группе 4 выращенных при убывающе-возрастающем световом дне.

В группе 3 наблюдалась наибольшая средняя масса грудных мышц у самцов – 51,6 г, в относительном выражении – 34,6%, а наименьшая у самцов группы 1 – 44,2 г (выход мышц 29,9%).

Средняя масса ножных мышц у самцов была выше в группе 4 (33,4 г), чем в остальных группах, а у самок максимальная средняя масса ножных мышц была в группе 3. Относительная масса ножных мышц у самок в группе 3 в среднем выше, чем в остальных группах.

Средняя масса кожи с подкожным жиром самок и самцов в группах 2 и 3 превосходила остальные группы по абсолютным и относительным значениям.

Наибольшая средняя масса сердец у самцов и самок в группах 1 и 3. В группе 2 у самцов была наименьшая средняя масса сердец – 2,0 г, а в группе 4 у самок – 2,0 г.

В группе 4 у самок был самый высокий показатель средней массы печени – 8,1 г, в относительной средней массе 5,0%. Самый низкий показатель средней массы печени был у самок группы 2, что составляет 3,3% в относительном значении. Средняя масса печени самцов была наибольшей в группе 1 – 5,1 г, а наименьшей в группе 2 – 2,7 г.

Средняя масса мышечных желудков самцов была наибольшая в группе 4 – 5,6 г, а наименьшей в группе 2 – 4,7 г. Средняя масса мышечных желудков самок была наибольшей в группе 4 – 5,9 г, а наименьшей в группе 2 – 5,5 г.

Мясные качества перепелов в 8-недельном возрасте

Показатель	Группа							
	1 (К)		2		3		4	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Убойный выход, %	67,6	62,8	67,5	64,9	67,5	66,5	67,2	69,4
Средняя масса грудных мышц (г)	44,2	50,1	45,0	55,7	51,6	54,8	51,1	53,8
Выход грудных мышц (%)	29,9	30,1	32,6	32,8	34,6	32,3	33,2	33,4
Средняя масса ножных мышц (г)	26,2	31,6	26,0	32,8	29,6	33,6	33,4	30,8
Выход ножных мышц (%)	22,2	19,0	19,0	19,4	20,0	19,8	21,6	19,2
Средняя масса кожи с подкожным жиром (г)	14,3	16,8	14,7	19,7	14,5	19,7	14,1	17,5
Выход кожи с подкожным жиром (%)	9,7	10,1	10,7	11,6	9,7	11,6	9,2	10,9
Средняя масса сердец (г)	2,1	2,6	2,0	2,4	2,1	2,5	2,2	2,0
Выход сердец (%)	1,4	1,6	1,4	1,4	1,4	1,5	1,4	1,2
Средняя масса печени (г)	5,1	7,3	3,7	5,6	4,8	5,9	5,0	8,1
Выход печени (%)	3,4	4,4	2,7	3,3	3,2	3,5	3,2	5,0
Средняя масса мышечных желудков (г)	4,8	5,8	4,7	5,5	5,3	5,8	5,6	5,9
Выход мышечных желудков (%)	3,3	3,5	3,4	3,2	3,6	3,4	3,6	3,6

Выход мяса с 1 м² производственной площади (таблица 38) в убойной массе был в наибольшем за 6, 7 и 8 недель выращивания в группе 3 (12,2 кг), в живой массе к 8 неделям выращивания был наибольшим в группах 3 и 4 (18,2 кг).

Таблица 38

Выход мяса с 1 м² производственной площади, кг

Возраст птицы, сутки	Группа			
	1 (К)	2	3	4
42	13,7/8,9	13,4/8,9	16,0/10,7	15,9/10,0
49	15,5/10,1	15,0/9,9	17,5/11,7	17,7/11,2
56	16,2/10,5	15,9/10,5	18,2/12,2	18,2/11,5

В таблице 39 представлена зоотехническая эффективность выращивания перепелят. Комплексный показатель эффективности производства мяса перепелов — индекс продуктивности, зависящий от конечной живой массы, сохранности, расхода корма на 1 кг прироста и возраста при убое, в возрасте 6, 7 и 8 недель в группе 4 был наибольшим. С возрастом птицы наблюдалась выраженная тенденция уменьшения индекса продуктивности, то есть снижения зоотехнической эффективности выращивания перепелов.

Таблица 39

Зоотехническая эффективность выращивания перепелят

Показатель	Группа			
	1 (К)	2	3	4
Индекс продуктивности перепелов (ед.) в возрасте (сут.):				
42	14,6	14,9	15,4	20,5
49	12,2	12,0	15,3	17,2
56	9,6	10,2	11,7	12,9

В таблице 40 представлены показатели оценки развития репродуктивных органов к концу выращивания перепелят. Наибольшая средняя длина яйцевода оказалась у самок перепелов 4 группы – 334,2 мм, что больше средней длины яйцевода в группе 1 на 13,2 мм, в группе 2 на 31,3 мм, в группе 3 на 62,3 мм. Средняя масса яичников в группах находилась в пределах 3,3-8,5 г, наибольшая масса яичников абсолютная и относительная была в группе 4. Средняя масса семенников была в пределах 4,3-5,0 и существенно не отличалась между группами.

Таблица 40

Развитие репродуктивных органов перепелов в 8-недельном возрасте

Показатель	Группа							
	1 (К)		2		3		4	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Длина яйцевода, мм	-	321,0	-	302,9	-	271,9	-	334,2
Средняя масса яичников/ семенников:								
- абсолютная, г	4,3	4,7	5,0	6,8	4,7	3,3	4,9	8,5
- относительная, %	4,12	5,3	3,97	5,35	3,88	5,32	3,82	5,35

При расчете экономической эффективности применения различных световых режимов при выращивании перепелят установлено, что производство мяса до 6-недельного возраста во всех группах было прибыльным и рентабельным (таблица 41). Несмотря на то, что максимальная выручка от реализации мяса в убойной массе была получена в группе 3, наибольшая прибыль была получена в группе 4 — на 0,9-5,8 тыс. руб. больше по сравнению с другими группами за счет более низкой себестоимости производства мяса. Уровень рентабельности в данной группе на 12,6-24,7% выше, чем в группах 1, 2 и 3.

Таблица 41

Экономическая эффективность производства мяса 6-недельных перепелов (в расчете на 1000 голов начального поголовья)

Показатель	Группа			
	1 (К)	2	3	4
Поголовье выращенных перепелов, гол.	957	957	1000	1000
Произведено мяса в убойной массе, кг	127,5	127,0	153,4	144,2
Выручка от реализации мяса в убойной массе, руб.	38 261	38 100	46 029	43 260
Себестоимость произведенного мяса, руб.	25 761	24 252	28 668	24 976
Прибыль, руб.	12 500	13 848	17 361	18 284
Уровень рентабельности, %	48,5	57,1	60,6	73,2

По результатам 7 недель выращивания прибыль в группе 4 от реализации мяса на 7,3; 5,3 и 1,2 тыс. руб. больше, чем в группах 1, 2 и 3 соответственно. Уровень рентабельности в группе 4 снизился по сравнению с 6-недельным возрастом на 20,2% и был выше, чем в группах 1, 2 и 3 соответственно на 25,6; 16,6 и 8,8% (таблица 42).

Таблица 42

Экономическая эффективность производства мяса 7-недельных перепелов (в расчете на 1000 голов начального поголовья)

Показатель	Группа			
	1 (К)	2	3	4
1	2	3	4	5
Поголовье выращенных перепелов, гол.	957	957	1000	1000
Произведено мяса в убойной массе, кг	144,3	141,5	167,9	159,9

Продолжение таблицы 42

1	2	3	4	5
Выручка от реализации мяса в убойной массе, руб.	43 278	42 450	50 370	47 970
Себестоимость произведенного мяса, руб.	33 981	31 112	34 940	31 343
Прибыль, руб.	9 297	11 338	15 430	16 627
Уровень рентабельности, %	27,4	36,4	44,2	53,0

В таблице 43 представлена экономическая эффективность производства мяса перепелов за 8 недель выращивания. Наибольшая прибыль получена в группе 4 и уровень рентабельности в данной группе выше по сравнению с другими группами на 9,8-22,1%.

Таблица 43

Экономическая эффективность производства мяса 8-недельных перепелов (в расчете на 1000 голов начального поголовья)

Показатель	Группа			
	1 (К)	2	3	4
Поголовье выращенных перепелов, гол.	957	957	1000	1000
Произведено мяса в убойной массе, кг	150,5	150,7	174,3	164,8
Выручка от реализации мяса в убойной массе, руб.	45 150	45 210	52 290	49 440
Себестоимость произведенного мяса, руб.	41 196	37 667	42 909	37 537
Прибыль, руб.	3 954	7 543	9 381	11 903
Уровень рентабельности, %	9,6	20,0	21,9	31,7

Таким образом сохранилась тенденция снижения экономической эффективности производства мяса перепелов с увеличением возраста при убое. Выращивание перепелов мясо-яичного направления продуктивности до 6-недельного возраста экономически более эффективно, чем выращивание до 7- и, особенно, до 8-недельного возраста. Установлено, что наиболее эффективен режим освещения с убывающе-возрастающим световым днем в возрасте перепелят 0-3; 3-4; 4-5 и 5-8 недель по схеме — 23С:1Т; 10С:1Т:10С:3Т; 7С:2Т:7С:8Т; 9С:2Т:9С:4Т и продолжительностью субъективного светового дня для перепелят 23, 21, 16 и 20 часов в сутки соответственно.

3.4. Сравнение лучших схем световых режимов со стабильным и прерывистым освещением, выявленных в опытах 2 и 3 (опыт 4)

Данные о средней живой массе птицы представлены в таблице 44 и свидетельствуют о том, что убывающе-возрастающий режим в группах 2 и 3 способствовал более высокому наращиванию живой массы перепелят в сравнении с контрольной группой, особенно в 4-, 5- и 6-недельном возрасте. В возрасте 7 и 8 недель средняя живая масса перепелов в группе 3 превышала по значению другие группы.

Таблица 44

Средняя живая масса перепелов, г

Возраст, недель	Группа		
	1 (К)	2	3
1	2	3	4
1 сутки	9,0±0,6а	9,0±0,7а	9,1±0,6а
1	62,5±1,4а	61,5±1,7а	63,6±1,7а
2	97,6±2,5а	98,2±2,1а	97,5±2,5а

Продолжение таблицы 44

1	2	3	4
3	129,7±3,3a	131,7±3,9a	132,4±3,3a
4	159,7±4,0a	164,7±4,9a	172,1±3,5б
5	185,6±4,8a	202,2±5,1б	199,0±3,7б
6	205,9±5,7a	218,5±6,0аб	229,0±7,5б
7	231,3±10,6a	229,3±10,4a	239,1±8,3a
8	245,2±11,7a	252,9±11,1a	261,5±11,7a

Абсолютный прирост живой массы перепелов, представленный в таблице 45, в течение 6-, 7- и 8-недельного выращивания был больше в группе 3 по сравнению с другими группами. В возрасте 5 недель абсолютный прирост в группе 2 был выше на 10,6-11,6 г, чем в группах 1 и 3. В 6 недель этот показатель в группе 3 был наибольшим, на 9,7-13,7 г выше, чем в других группах. В 7 недель он был наибольшим в группе 1 (25,4 г). В 8 недель в группах 2 и 3 абсолютный прирост живой массы достоверно превосходил по значению группу 1.

Таблица 45

Абсолютный прирост живой массы перепелов, г

Возрастные периоды, сутки	Группа		
	1 (К)	2	3
1	2	3	4
1-7	53,5	52,5	54,5
8-14	35,1	36,7	34,0
15-21	32,1	33,5	34,8
22-28	30,0	33,0	39,7
29-35	25,9	37,5	26,9
36-42	20,3	16,3	30,0

Продолжение таблицы 45

1	2	3	4
43-49	25,4	10,8	10,1
50-56	13,9	23,6	22,4
1-42	196,9	209,5	219,9
1-49	222,3	220,3	230,0
1-56	236,2	243,9	252,4

Приведенные данные в таблице 46 свидетельствуют о том, что относительный прирост живой массы перепелов в течение 6-, 7- и 8-недельного выращивания перепелят больше в группе 3, чем в других группах. В возрасте 5 недель относительный прирост в группе 2 был выше, чем в группах 1 и 3. В 6 недель этот показатель в группе 3 был наибольшим, в 8 недель – в группе 2.

Таблица 46

Относительный прирост живой массы перепелов, %

Возрастные периоды, сутки	Группа		
	1 (К)	2	3
1-7	149,7	148,9	149,9
8-14	43,8	46,0	42,3
15-21	28,2	29,1	30,3
22-28	20,7	22,3	26,1
29-35	15,0	20,4	14,5
36-42	10,4	7,7	14,0
43-49	11,6	4,8	4,3
50-56	5,8	9,8	8,9
1-42	183,2	184,2	184,7
1-49	185,0	184,9	185,3
1-56	185,8	186,3	186,5

Прослеживается тенденция замедления скорости роста (среднесуточного прироста) на 7-й и 8-й неделях выращивания перепелат в связи с наступлением половой зрелости птицы. Суммарно за 6 недель выращивания среднесуточный прирост живой массы был наибольшим в группах 2 и 3, больше на 0,3 и 0,5 г, чем в группе 1. Наименьший среднесуточный прирост живой массы перепелат был в контрольной группе 1 и составил 4,2 г за 8 недель выращивания. В группах 2 и 3 данный показатель составил 4,4 и 4,5 г соответственно (таблица 47).

Таблица 47

Среднесуточный прирост живой массы перепелов, г

Возрастные периоды, сутки	Группа		
	1 (К)	2	3
1-7	7,6	7,5	7,8
8-14	5,0	5,3	4,9
15-21	4,6	4,8	5,0
22-28	4,3	4,7	5,7
29-35	3,7	5,4	3,8
36-42	2,9	2,3	4,3
43-49	3,6	1,6	1,4
50-56	2,0	3,4	3,2
1-42	4,7	5,0	5,2
1-49	4,5	4,5	4,7
1-56	4,2	4,4	4,5

Сохранность поголовья во всех группах была на уровне 97,1-98,6% (таблица 48). Падёж в первую неделю опыта был в каждой группе одинаковый (пало по одной голове в каждой группе). За вторую неделю в группе 2 также пала одна голова. В группах 1 и 3 падежа не наблюдалось, начиная со второй недели, в группе 2 – с третьей недели и до конца выращивания перепелов.

Сохранность поголовья перепелов, %

Возрастные периоды, сутки	Группа		
	1 (К)	2	3
1-7	98,6	98,6	98,6
8-14	100	98,6	100
15-21	100	100	100
22-28	100	100	100
29-35	100	100	100
36-42	100	100	100
43-49	100	100	100
50-56	100	100	100
1-56	98,6	97,1	98,6

Потребление корма перепелятами в первые три недели выращивания существенно не различалось. За четвертую неделю выращивания перепелят в группах 2 и 3 отмечено большее потребление корма. За пятую неделю выращивания наибольшее потребление было в группе 3. Наименьшее потребление корма за пятую, шестую и восьмую недели выращивания было в группе 2. Потребление корма в группе 2 с 1-й по 7-ю и 8-ю недели выращивания было наименьшим. Суммарное потребление корма за 8 недель в группе 2 было на 73 г меньше, чем в группе 3 и более, чем на 116 г меньше, чем в контрольной группе 1 (таблица 49).

Потребление корма, г/гол.

Возрастные периоды, сутки	Группа		
	1 (К)	2	3
1-7	46,5	44,1	46,3
8-14	61,4	63,1	63,2
15-21	90,2	88,4	87,0
22-28	102,3	112,2	110,4
29-35	125,9	121,5	134,8
36-42	166,9	130,2	185,4
43-49	186,2	145,8	116,0
50-56	197,8	161,4	237,0
1-42	593,2	705,3	627,1
1-49	779,4	559,5	743,1
1-56	980,2	863,4	936,4

На третьей и четвертой неделях выращивания расход корма на 1 кг прироста живой массы был больше в группе 1 и меньше всего в группе 3. На пятой неделе выращивания в группе 2 стал наименьший расход корма в сравнении с остальными группами. На шестой неделе расход корма меньше всего был в группе 3. Наибольший расход корма на 1 кг прироста живой массы суммарно за 6, 7, 8 недель выращивания был в группе 1: 3,01; 3,51; 4,15 кг соответственно, наименьший в группе 2 (таблица 50).

Расход корма на 1 кг прироста, кг

Возрастные периоды, сутки	Группа		
	1 (К)	2	3
1-7	0,87	0,84	0,85
8-14	1,75	1,72	1,86
15-21	2,81	2,64	2,50
22-28	3,41	3,40	2,78
29-35	4,86	3,24	5,01
36-42	8,22	7,99	6,18
43-49	7,33	13,15	11,53
50-56	14,23	6,84	10,60
1-42	3,01	2,67	2,85
1-49	3,51	3,20	3,23
1-56	4,15	3,54	3,71

Данные о мясных качествах перепелов представлены в таблице 51. По убойному выходу, мясным качествам тушек существенных различий между группами не отмечено. Наибольший убойный выход у самцов был в группе 3 и у самок в группе 1. Убойный выход самцов достоверно превышал убойный выход самок по всем группам.

В группах 2 и 3 наблюдалась более высокая средняя масса грудных мышц у самцов и у самок в сравнении с группой 1. Выход грудных мышц в данных группах был также больше.

Наибольшая средняя масса ножных мышц, выход ножных мышц, средняя масса кожи с подкожным жиром, выход кожи с подкожным жиром у самцов и самок отмечена в группе 2.

Мясные качества перепелов в 8-недельном возрасте

Показатель	Группа					
	1 (К)		2		3	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Убойный выход, %	74,7	70,4	74,4	69,9	74,9	68,5
Средняя масса грудных мышц (г)	44,8	50,1	46,6	54,9	47,6	53,8
Выход грудных мышц (%)	27,4	27,0	29,1	31,8	27,7	28,8
Средняя масса ножных мышц (г)	26,4	33,0	33,2	38,2	30,4	36,2
Выход ножных мышц (%)	16,2	17,8	20,6	22,0	17,8	19,4
Средняя масса кожи с подкожным жиром (г)	13,9	18,5	18,0	21,5	14,9	19,4
Выход кожи с подкожным жиром (%)	8,5	10,0	11,2	12,4	8,7	10,4
Средняя масса сердец (г)	2,2	2,6	2,0	2,3	2,0	2,3
Выход сердец (%)	1,3	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2
Средняя масса печени (г)	6,3	7,8	6,6	10,0	4,5	8,9
Выход печени (%)	3,8	4,2	4,1	5,8	2,7	4,8
Средняя масса мышечных желудков (г)	4,6	6,2	4,1	4,9	4,5	4,9
Выход мышечных желудков (%)	2,8	3,3	2,6	2,8	2,6	2,6

Средняя масса и выход сердец и мышечных желудков в абсолютном и относительном выражении не зависела от изучаемого фактора – режима освещения перепелов.

В группе 2 у самцов и самок был самый высокий показатель средней массы печени и выхода печени по сравнению с остальными группами перепелят.

Средняя масса мышечных желудков самцов была наибольшая в группе 1 – 4,6 г, а наименьшей в группе 2 – 4,1 г. Средняя масса мышечных желудков самок была наибольшей в группе 1 – 6,2 г.

Выход мяса с 1 м² производственной площади (таблица 52) в живой массе и в убойной массе в 6-, 7- и 8-недельном возрасте был наибольшим в группе 3.

Таблица 52

Выход мяса с 1 м² производственной площади, кг

Возраст птицы, сутки	Группа		
	1 (К)	2	3
42	14,2/10,3	14,9/10,5	15,8/11,3
49	16,0/11,6	15,6/11,0	16,5/11,8
56	16,9/12,3	17,2/12,1	18,1/12,9

Величина индекса продуктивности выращивания перепелов, в расчете которого учитывали среднюю предубойную живую массу, сохранность поголовья, сроки выращивания и расход корма, в 6-, 7- и 8-недельном возрасте был наибольшим в группах 2 и 3 (таблица 53).

Таблица 53

Зоотехническая эффективность выращивания перепелят

Показатель	Группа		
	1 (К)	2	3
Индекс продуктивности перепелов (ед.) в возрасте (сут.):			
42	16,1	18,9	18,9
49	13,3	14,2	14,9
56	10,4	12,4	12,4

С возрастом птицы наблюдалась выраженная тенденция уменьшения индекса продуктивности, то есть снижения зоотехнической эффективности выращивания перепелов.

Наибольшая средняя длина яйцевода оказалась у самок перепелов 2 группы – 355 мм, что больше средней длины яйцевода в группе 1 на 34 мм, в группе 3 на 16,7 мм (таблица 54).

Средняя масса яичников самок перепелов была в пределах от 8,1 г до 9,8 г.

Средняя масса семенников перепелов в предубойном возрасте была наибольшей в группе 2 – 6,1 г, что больше, чем в остальных группах на 0,6 г в среднем.

Таблица 54

Развитие репродуктивных органов перепелов в 8-недельном возрасте

Показатель	Группа					
	1 (К)		2		3	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Длина яйцевода, мм	-	321,0	-	355,0	-	338,3
Средняя масса яичников/ семенников:	5,6	8,3	6,1	9,8	5,4	8,1
- абсолютная, г						
- относительная, %	2,5	3,2	2,7	3,4	2,4	2,9

При выращивании перепелят до 6-недельного возраста в группах производство мяса было наиболее прибыльным и рентабельным (таблица 55). Наибольшая прибыль от реализации мяса перепелов была получена в группах 2 и 3 — 21,4 и 21,6 тыс. руб., что по сравнению с контрольной группой соответственно на 2,4 и 2,6 тыс. руб. больше. Уровень рентабельности производства мяса в группах 2 и 3 соответственно на 16,1 и 5,6% выше, чем в группе 1. В группе 2 рентабельность выше по сравнению с группой 3 на 10,5%.

Таблица 55

Экономическая эффективность производства мяса 6-недельных перепелов (в расчете на 1000 голов начального поголовья)

Показатель	Группа		
	1 (К)	2	3
Поголовье выращенных перепелов, гол.	986	971	986
Произведено мяса в убойной массе, кг	147,4	149,4	160,8
Выручка от реализации мяса в убойной массе, руб.	44 217	44 834	48 230
Себестоимость произведенного мяса, руб.	25 195	23 403	26 635
Прибыль, руб.	19 022	21 431	21 595
Уровень рентабельности, %	75,5	91,6	81,1

За 7 недель выращивания себестоимость произведенного мяса была наименьшей в группе 2, на 10,9% меньше, чем в группе 1 и на 6,5% меньше, чем в группе 3 (таблица 56).

Таблица 56

Экономическая эффективность производства мяса 7-недельных перепелов (в расчете на 1000 голов начального поголовья)

Показатель	Группа		
	1 (К)	2	3
Поголовье выращенных перепелов, гол.	986	971	986
Произведено мяса в убойной массе, кг	165,6	156,8	167,8
Выручка от реализации мяса в убойной массе, руб.	49 672	47 050	50 357
Себестоимость произведенного мяса, руб.	33 105	29 502	31 562
Прибыль, руб.	16 567	17 548	18 795
Уровень рентабельности, %	50,0	59,5	59,5

Наибольшая прибыль от реализации мяса 7-недельных перепелов была получена в группах 2 и 3 — 17,5 и 18,8 тыс. руб., что по сравнению с контрольной группой соответственно на 0,9 и 2,2 тыс. руб. больше. Уровень рентабельности снизился в обеих опытных группах до 59,5%, что больше, чем в группе 1 на 9,5%.

Существенно не различался размер прибыли в группах 2 и 3 за 8 недель выращивания перепелов. Наибольший уровень рентабельности был получен в группе 2, наименьший – в группе 1. В группе 3 рентабельность была на 5,3% ниже в сравнении с группой 2 и на 11,9% выше, чем в группе 1 (таблица 57).

Таблица 57

Экономическая эффективность производства мяса 8-недельных перепелов (в расчете на 1000 голов начального поголовья)

Показатель	Группа		
	1 (К)	2	3
Поголовье выращенных перепелов, гол.	986	971	986
Произведено мяса в убойной массе, кг	175,5	173,0	183,6
Выручка от реализации мяса в убойной массе, руб.	52 657	51 893	55 074
Себестоимость произведенного мяса, руб.	41 633	36 114	39 773
Прибыль, руб.	11 024	15 779	15 301
Уровень рентабельности, %	26,5	43,7	38,4

Как показал опыт 4, с целью обеспечения высокой зоотехнической и экономической эффективности производства мяса мясо-яичных перепелов целесообразно применять режим освещения с убывающе-возрастающим световым днём по схеме 23С:1Т; 20С:4Т; 16С:8Т; 20С:4Т либо по схеме 23С:1Т; 10С:1Т:10С:3Т; 7С:2Т:7С:8Т; 9С:2Т:9С:4Т в возрасте птицы 0-3; 3-4; 4-5; 5-8 недель соответственно. Данные режимы освещения позволили увеличить

рентабельность производства перепелиного мяса. Наиболее эффективно выращивание мясо-яичных перепелов на мясо до 6-недельного возраста.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выполненных исследованиях определены целесообразная плотность посадки и эффективные схемы световых режимов при выращивании на мясо перепелов мясо-яичного направления продуктивности. Полученные в четырёх экспериментах результаты позволили сформулировать следующие выводы:

1. В результате выращивания перепелят до 6-недельного возраста с плотностью посадки 55, 60, 70, 90 или 110 гол./м² пола клетки (в пределах от 90 до 180 см²/гол.) установлено, что при плотности посадки 70 гол./м² (140 см²/гол.) живая масса перепелов выше на 7,8-20,3 г или на 3,7-10,1%, индекс продуктивности выше на 0,44-0,83 единицы или на 4,8-9,5%, уровень рентабельности выше на 4,3-12,3% в сравнении с другими величинами плотности посадки.

2. Выращивание перепелов до 6-, 7- и 8-недельных возрастов с применением двух схем режимов освещения со стабильным в течение суток фотопериодом при использовании убывающего в период выращивания светового дня (23, 21, 19 и 17 часов или 23, 18, 16 и 14 часов в сутки) и двух схем при убывающе-возрастающем световом дне (23, 20, 16, 20 или 23, 20, 14, 18 часов в сутки) выявило целесообразность установки светового режима по схеме 23С:1Т; 20С:4Т; 16С:8Т; 20С:4Т часов в сутки в возрасте перепелят 0-3, 3-4, 4-5, 5-8 недель соответственно. При этом режиме комплексный показатель зоотехнической эффективности (индекс продуктивности 6-недельных перепелов) выше в сравнении с другими схемами освещения на 0,11-2,47 единицы или на уровень 0,67-17,6% рентабельности выше на 7,3-24,6%.

3. Применение при выращивании перепелов схемы режима прерывистого освещения (РПО) с убывающим и двух схем РПО с убывающе-возрастающим световым днём, разделённым на два фотопериода позволило установить преимущество РПО по схеме 23С:1Т; 10С:1Т:10С:3Т; 7С:2Т:7С:8Т; 9С:2Т:9С:4Т часов в сутки соответственно в возрастные периоды 0-3; 3-4; 4-5 и 5-8 недель

выращивания перепелат. Данный световой режим обеспечил повышение зоотехнической эффективности (индекса продуктивности перепелов) на 1,2-5,6 единиц или на 10,3-37,6%, уровня рентабельности производства мяса на 8,8-16,6% по сравнению с другими испытанными в исследовании схемами РПО.

4. Сравнение эффективности выращивания перепелов при световых режимах с убывающим световым днём при стабильном в течение суток фотопериоде 23С:1Т; 21С:3Т; 19С:5Т; 17С:7Т и с двумя убывающе-возрастающими световыми режимами (стабильным и РПО) в период выращивания птицы показало, что предпочтительно применение режимов освещения с убывающе-возрастающим световым днём по схемам, указанным в качестве предпочтительных в выводах 2 и 3. При использовании данных световых режимов индекс продуктивности перепелов выше на 0,9-2,8 единиц или на 6,8-19,2%, уровень рентабельности – на 5,6-17,2%, чем при световом режиме со стабильным фотопериодом.

5. Убойный выход, мясные качества перепелов и развитие репродуктивных органов не зависели от плотности посадки и режимов освещения, испытанных в исследованиях.

6. Выращивание мясо-яичных перепелов на мясо до 6-, 7- и 8-недельного возраста выявило предпочтительность 6-недельной продолжительности выращивания, поскольку при дальнейшем выращивании значительно снижается зоотехническая и экономическая эффективность производства мяса, что связано с наступлением половой зрелости и снижением скорости роста перепелов на седьмой и восьмой неделях выращивания.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

С целью обеспечения эффективности производства мяса перепелов мясо-яичного направления продуктивности целесообразно:

1. Выращивать мясо-яичных перепелят в клетках до 6-недельного возраста с плотностью посадки 70 голов на 1 м² площади пола клетки (140 см²/гол.).

2. Выращивать мясо-яичных перепелят для реализации на мясо до 6-, 7- или 8-недельного возраста при соблюдении следующих убывающе-возрастающих режимов освещения: либо по схеме светового режима со стабильным суточным фотопериодом – 23С:1Т; 20С:4Т; 16С:8Т; 20С:4Т; либо по схеме прерывистого в течение суток освещения – 23С:1Т; 10С:1Т:10С:3Т; 7С:2Т:7С:8Т; 9С:2Т:9С:4Т в возрасте перепелят 0-3; 3-4; 4-5 и 5-8 недель соответственно.

3. Предпочтительно выращивать мясо-яичных перепелят до 6-недельного возраста, поскольку возможно снижение зоотехнической и экономической эффективности на седьмой и восьмой неделях выращивания перепелов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

В дальнейших исследованиях следует определить оптимальную плотность посадки и разработать эффективные световые режимы для выращивания перепелят современных мясных пород.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lewis, P.D. Poultry and coloured light / P.D. Lewis, T.R. Morris // *World's Poultry Sci. J.* – 2000. – Vol. 56. – P. 189-207.
2. 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.
3. Кавтарашвили, А.Ш. К вопросу повышения эффективности яичного птицеводства / А.Ш. Кавтарашвили, С.П. Риджал, Г.А. Кирдяшкина // *Птица и птицепродукты.* – 2003. – N 2. – С. 15–19.
4. Селянский В.М. *Анатомия и физиология сельскохозяйственной птицы.* – 3-е изд., перераб. и доп. -М.: Колос, 1980. – 280 с., ил., 2л. ил. – (учебники и учебн. пособия для сред. с.-х. учеб. заведений).
5. 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.
6. 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.
7. 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 PhotoOptical Instrumentation Engineers.* San Francisco, CA, USA. – Wellington. – 2014.
8. Афанасьев, Г. Д. Концепция проектирования фермерских хозяйств / Г.Д. Афанасьев, А. С. Комарчев // *Птицеводство.* – 2016. – N 11. – С. 37-39.
9. Кавтарашвили А.Ш., Фисинин В.И., Буюров В.С., Колокольникова Т.Н. Влияние освещения на время яйцекладки и качество куриных яиц (обзор) //

С.-х. биол., Сельхозбиология, S-hbiol, Sel-hozbiol, Sel'skokhozyaistvennaya biologiya, AgriculturalBiology. – 2019. – N 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-osvescheniya-na-vremya-yaytsekladki-i-kachestvo-kurinyh-yaits-obzor> (дата обращения: 19.01.2021).

10. Газалов В.С., Шабаетв Е.А., Романовец М.М. Динамические системы освещения в помещениях для сельскохозяйственных животных // Вестник аграрной науки Дона. – 2018. – N 42. URL: <https://cyberleninka.ru> 2.

11. Пильщикова Ю.А., Коваленко О.Ю. Создание высокоэффективных источников света и световых приборов для птицеводства / Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании. Сборник научных трудов Sworld. Выпуск 2. – 2013. – С. 45-47.

12. Ронки, Л. Функции относительной спектральной световой эффективности в стандартах и отклонения от них на практике / Л. Ронки, Я. Шанда // Светотехника. – 2003. – N 4. – С. 14 – 19.

13. Lee. Highly energy-efficient agricultural lighting by B+R LEDs with beam shaping using micro-lens diffuser / Optical communications. – 2011. – Vol. 291. – P. 7-14.

14. Пильщикова Ю.А., Коваленко О.Ю., Гусева Е.Д., Кудашкина М.В. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – N 4.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=14053> (дата обращения: 19.01.2021).

15. Anders Ödeen¹ and Olle Håstad / The phylogenetic distribution of ultraviolet sensitivity in birds // Ödeen and Håstad. Department of Animal Ecology, Uppsala University, Norbyvägen, Sweden, Uppsala BMC Evolutionary Biology. – 2013. – P. 10-15.

16. ГОСТ Р 55703-2013. Источники света электрические. Методы измерений спектральных и цветовых характеристик – М. Стандартинформ. – 2014. – 109 с.

17. ГОСТ Р 8.827-2013 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Метод измерения и определения индекса цветопередачи источников излучения – М. Стандартинформ. – 2015. – 27 с.
18. ГОСТ 33393-2015 Здания и сооружения. Методы измерения коэффициента пульсации освещенности – М. Стандартинформ. – 2016. – 12 с.
19. ГОСТ Р 8.850-2013 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Характеристики люксметров и яркомеров. Общие положения – М. Стандартинформ. – 2015. – 28 с.
20. ГОСТ Р 55839-2013. Источники света и приборы осветительные. Методы светотехнических измерений и формат представления данных – М. Стандартинформ. – 2014. – 28 с.
21. Гладин Д.В., Суrowегин С.В. Измерение основных светотехнических характеристик источников света в птичнике // Эффективное животноводство. – 2020. – N 7 (164). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmerenie-osnovnyh-svetotekhnicheskikh-harakteristik-istochnikov-sveta-v-ptichnike> (дата обращения: 19.01.2021).
22. Lukić M., Pavlovski Z., Škrbić Z. Adequate calcium nutrition and quality of egg shell and bones in layers: innovative approach. *Biotechnology in Animal Husbandry*. – 2011. – Vol. 27(3). – P. 485-497 (doi: 10.2298/BAH1103485L).
23. Штеле А.Л. Образование биологически полноценных яиц и продуктивность кур яичных кроссов // Птица и птицепродукты. – 2011. – N 6. – С. 19-23.
24. Nys Y., Guyot N. Egg formation and chemistry. In: *Improving the safety and quality of eggs and egg products. Food Science, Technology and Nutrition* / Y. Nys, M. Bain, F. Van Immerseel (eds.). Woodhead Publishing Limited. – 2011. – P. 83-132 (doi: 10.1533/9780857093912.2.83).
25. Сидоренко Л.И., Щербатов В.И. Биология кур. Краснодар. – 2016. – 244 с.

26. Johnson A.L., Woods D.C. Ovarian dynamics and follicle development. In: Reproductive biology and phylogeny of birds /B.G.M. Jamieson (ed.). Science Publishers, Enfield, USA. – 2007. – Vol. 6A. – P. 243-277.
27. Rangel P.L., Gutierrez C.G. Reproduction in hens: is testosterone necessary for the ovulatory process? *General and Comparative Endocrinology*. – 2014. – Vol. 203. – P. 250-261 (doi: 10.1016/j.ygcen.2014.03.040).
28. Johnson A.L. Regulation of follicle differentiation by gonadotropins and growth factor. *Poultry Science*. – 1993. – Vol. 72(5) P. 867-873 (doi: 10.3382/ps.0720867).
29. Johnson A.L. The avian ovarian hierarchy: a balance between follicle differentiation and atresia. *Avian and Poultry Biology Reviews*. – 1996. – Vol. 7(2-3) P. 99-110.
30. Sauveur B., de Reviere M. Qualited'œufs. In: *Reproduction des volailles et production d'œufs*. INRA, Paris. – 1988. – P. 377-436.
31. Bain M.M., Nys Y., Dunn I.C. Increasing persistency in lay and stabilizing egg quality in longer laying cycles. What are the challenges? *British Poultry Science*. – 2016. – Vol. 57(3): P. 330-338 (doi: 10.1080/00071668.2016.1161727).
32. Etches R.J. *Reproduction in poultry*. CAB International, Wallingford, UK, 1996. – 117 p.
33. Icken W., Caverio D., Schmutz M., Thurner S., Wendl G., Preisinger R. Analysis of the time interval within laying sequences in a transponder nest. *World's Poultry Science Journal*. – 2008. – Vol. 64. – P. 231-234.
34. Croze F. Etches R.J. The physiological significance of androgen-induced ovulation in the hen. *Journal of Endocrinology*. – 1980. – Vol. 84(1). – P. 163-171 (doi: 10.1677/joe.0.0840163).
35. Rangel P.L., Sharp P.J., Gutierrez C.G. Testosterone antagonist (flutamide) blocks ovulation and preovulatory surges of progesterone, luteinizing hormone and oestradiol in laying hens. *Reproduction*. – 2006. – Vol. 131(6). – P. 1109-1114 (doi: 10.1530/rep.1.01067).

36. Roy B.G., Kataria M.C., Roy U. Study of oviposition pattern and clutch traits in a White leghorn (WL) layer population. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*. – 2014. – Vol. 7(1). – P. 59-67 (doi: 10.9790/2380-07115967).
37. Backhouse D., Gous R.M. The effect of feeding time on shell quality and oviposition time in broiler breeders. *British Poultry Science*. – 2005. – Vol. 46(2). – P. 255-259 (doi: 10.1080/00071660500066258).
38. Backhouse D., Gous R.M. Responses of adult broiler breeders to feeding time. *World's Poultry Science Journal*. – 2006. – Vol. 62(2). – P. 269-281 (doi: 10.1079/WPS200596).
39. Lewis Dr P.D., Ciacciariello M., Ciccone N.A., Sharp P.J., Gous R.M. Lighting regimens and plasma LH and FSH in broiler breeders. *British Poultry Science*. — 2005.— Vol. 46(3). — P. 349-353 (doi: 10.1080/00071660500098509).
40. Tůmová E., Gous R.M. Interaction between oviposition time, age, and environmental temperature and egg quality traits in laying hens and broiler breeders. *Czech Journal of Animal Science*. – 2012. – Vol. 57(12). – P. 541-549 (doi: 10.17221/6411-CJAS).
41. Backhouse D. The effect of photoperiod and feeding time on broiler breeder eggshell quality and oviposition time. University of KwaZulu-Natal, Pietermaritzburg. – 2004. – 74 p.
42. Johnson A.L., Solovieva E.V., Bridgham J.T. Relationship between steroidogenic acute regulatory protein expression and progesterone production in hen granulosa cells during follicle development. *Biology of Reproduction*. – 2002. – Vol. 67(4). – P. 1313-1320 (doi: 10.1095/biolreprod67.4.1313).
43. Johnson A.L., van Tienhoven A. Hypothalamo-hypophyseal sensitivity to hormones in the hen. I. Plasma concentrations of LH, progesterone and testosterone in response to central injections of progesterone and R5020. *Biology of Reproduction*. – 1980. – Vol. 23(5). – P. 910-917 (doi: 10.1095/biolreprod23.5.910).

44. Johnson P.A., van Tienhoven A. Investigations of the significance of the crepuscular LH peak in the ovulatory cycle of the hen (*Gallus domesticus*). *Journal of Endocrinology*. – 1984. – Vol. 100(3). – P. 307-313 (doi: 10.1677/joe.0.1000307).
45. Morris T.R. The effects of ephemeral light and dark cycles on egg production in the fowl. *Poultry Science*. – 1973. – Vol. 52(2). – P. 423-445 (doi: 10.3382/ps.0520423).
46. Nakao N., Yasuo S., Nishimura A., Yamamura T., Watanabe T., Anraku T., Okano T., Fukada Y., Sharp P.J., Ebihara S., Yoshimura T. Circadian clock gene regulation of steroidogenic acute regulatory protein gene expression in preovulatory ovarian follicles. *Endocrinology*. – 2007. – Vol. 148(7). – P. 3031-3038 (doi: 10.1210/en.2007-0044).
47. Stocco D.M. StAR protein and the regulation of steroid hormone biosynthesis. *Annual Review of Physiology*. – 2001. – Vol. 63. – P. 193-213 (doi: 10.1146/annurev.physiol.63.1.193).
48. Wilson S.C., Cunningham F.J. Endocrine control of ovulation cycle. In: *Reproductive biology of poultry* /F.J. Cunningham, P.E. Lake, D. Hewitt (eds.). British Poultry Science Ltd., Edinburgh, UK. – 1984. – P. 29-51.
49. Wilson S.C., Jennings R.C., Cunningham F.J. An investigation of diurnal and cyclic changes in the secretion of luteinizing hormone in the domestic hen. *Journal of Endocrinology*. – 1983. – Vol. 98(1). – P. 137-145 (doi: 10.1677/joe.0.0980137).
50. Wilson S.C., Sharp P.J. Effects of androgens, oestrogens and deoxycorticosterone acetate on plasma concentrations of luteinizing hormone in laying hens. *Journal of Endocrinology*. – 1976. – Vol. 69(1). – P. 93-102 (doi: 10.1677/joe.0.0690093).
51. Robinson F.E., Etches R.J. Ovarian steroidogenesis during follicular maturation in the domestic fowl (*Gallus domesticus*). *Biology of Reproduction*. – 1986. – Vol. 35(5). – P. 1096-1105 (doi: 10.1095/biolreprod35.5.1096).
52. Robinson F.E., Etches R.J., Anderson-Langmuir C.E., Burke W.H., Cheng K.W., Cunningham F.J., Ishii S., Sharp P.J., Talbot R.T. Steroidogenic relationships of

gonadotrophin hormones in the ovary of the hen (*Gallus domesticus*). *General and Comparative Endocrinology*. – 1988. – Vol. 69(3). – P. 455-466 (doi: 10.1016/0016-6480(88)90038-X).

53. Etches R.J. Maturation of ovarian follicles. In: *Reproductive biology of poultry* /F.J. Cunningham, P.E. Lake, D. Hewitt (eds.). British Poultry Science Ltd., Edinburgh. – UK. – 1984. – P. 51-73.

54. Gow C.B., Sharp P.J., Carter N.B., Scaramuzzi R.J., Sheldon B.L., Yoo B.H., Talbot R.T. Effects of selection for reduced oviposition interval on plasma concentrations of luteinizing hormone during the ovulatory cycle in hens on a 24-hr lighting cycle. *British Poultry Science*. – 1985. – Vol. 26(4). – P. 441-451 (doi: 10.1080/00071668508416834).

55. Morris T.R., Melek O., Cunningham F.J. Luteinizing hormone concentrations in the plasma of laying hens exposed to a 27-hr cycle of light and darkness. *Journal of Reproduction and Fertility*. – 1975. – Vol. 42(2). – P. 381-384 (doi: 10.1530/jrf.0.0420381).

56. Wilson S.C., Cunningham F.J. Effect of photoperiod on the concentrations of corticosterone and luteinizing hormone in the plasma of the domestic hen. *Journal of Endocrinology*. – 1981. – Vol. 91(1). – P. 135-143 (doi: 10.1677/joe.0.0910135).

57. Melek O., Morris T.R., Jennings R.C. The time factor in egg formation for hens exposed to ahemeral light-dark cycles. *British Poultry Science*. – 1973. – Vol. 14(5). – P. 493-498 (doi: 10.1080/00071667308416056).

58. Bhatti B.M., Morris T.R. Model for the prediction of mean time of oviposition for hens kept in different light and dark cycles. *British Poultry Science*. – 1988. – Vol. 29(2). – P. 205-213 (doi: 10.1080/00071668808417045).

59. Cain J.R., Wilson W.O. The influence of specific environmental parameters on the circadian rhythm of chickens. *Poultry Science*. – 1974. – Vol. 53(4). – P. 1438-1447 (doi: 10.3382/ps.0531438).

60. Etches R.J. Physiology of reproduction: the female. In: *Poultry production* / P. Hunton (ed.). Elsevier, Amsterdam, the Netherlands. – 1995. – P. 221-241.

61. Lewis P.D., Perry G.C. Response of laying hens to asymmetrical interrupted lighting regimens: physiological aspects. *British Poultry Science*. – 1990. – Vol. 31(1). – P. 45-52 (doi: 10.1080/00071669008417229).
62. Lillpers K. Genetic variation in the time of oviposition in the laying hen. *British Poultry Science*. – 1991. – Vol. 32(2). – P. 303-312 (doi: 10.1080/00071669108417354).
63. Naito M., Ueno T., Komiyama T. The effect of intermittent lighting on the time of oviposition in the domestic fowl. *Japanese Poultry Science*. – 1982. – Vol. 19(4). – P. 234-237 (doi: 10.2141/jpsa.19.234).
64. Noddegaard F. Oviposition patterns and plasma melatonin rhythms in response to manipulations of the light: dark cycle. *British Poultry Science*. – 1998. – Vol. 39(5). – P. 653-661 (doi: 10.1080/00071669888539).
65. Кавтарашвили А.Ш. Его величество свет — основополагающий фактор в яичном птицеводстве // Птица и птицепродукты. — 2007. – С. 37-41.
66. Кавтарашвили А.Ш., Марчев С.В., Риджал С.П. Влияние прерывистого освещения кур на суточный ритм яйцекладки и показатели продуктивности. В кн.: Сборник научных трудов ВНИТИП. Сергиев Посад. – 2002. – т. 77. – С. 21-25.
67. Кирдяшкина Г.А., Мальцев А.Б., Кавтарашвили А.Ш. Прерывистое освещение и время осеменения племенных кур яичных кроссов. Мат. X Украинской конференции по птицеводству с международным участием «Актуальные проблемы современного птицеводства». Харьков. – 2009. – С. 222-225.
68. Gumulka M., Kapkowska E., Maj D. Laying pattern parameters in broiler breeder hens and intrasequence changes in egg composition. *Czech Journal of Animal Science*. – 2010. – Vol. 55(10). – P. 428-435 (doi: 10.17221/1698-CJAS).
69. Miyoshi S., Inoue K., Minh Luc K., Kuchida K., Mitsumoto T. Intra-clutch changes in egg composition and shell quality in laying hens. *Japanese Poultry Science*. – 1997. – Vol. 34(4). – P. 273-281 (doi: 10.2141/jpsa.34.273).

70. Zakaria A.H., Plumstead P.W., Romero-Sanchez H., Leksrisonpong N., Osborne J., Braket J. Oviposition pattern, egg weight, fertility, and hatchability of young and old broiler breeders. *Poultry Science*. – 2005. – Vol. 84(9). – P. 1505-1509 (doi: 10.1093/ps/84.9.1505).

71. Patterson P.H. The relationship of oviposition time and egg characteristics to the daily light:dark 1107 cycle. *The Journal of Applied Poultry Research*. – 1997. – Vol. 6(4). – P. 381-390 (doi: 10.1093/japr/6.4.381).

72. Lewis Dr P.D., Backhouse D., Gous R.M. Photoperiod and oviposition time in broiler breeders. *British Poultry Science*. – 2004. – Vol. 45(4). – P. 561-564 (doi: 10.1080/00071660412331286244).

73. Bhatti B.M. Distribution of oviposition times of hens in continuous darkness or continuous illumination. *British Poultry Science*. – 1987. – Vol. 28(2). – P. 295-306 (doi: 10.1080/00071668708416962).

74. Duplaix M., Williams J., Mongin, P. Effects of an intermittent lighting schedule on the time of egg-laying and the levels of luteinizing hormone, progesterone and corticosterone in the plasma of the domestic hen. *Journal of Endocrinology*. – 1981. – Vol. 91(3). – P. 375-383 (doi: 10.1677/joe.0.0910375).

75. Sauveur B., Mongin P. Performance of layers reared and/or kept under different 6-hour lightdark cycles. *British Poultry Science*. – 1983. – Vol. 24(3). – P. 405-416 (doi: 10.1080/00071668308416755).

76. Mongin P. Food intake and oviposition by domestic fowl under symmetric skeleton photoperiods. *British Poultry Science*. – 1980. – Vol. 21(5). – P. 389-394 (doi: 10.1080/00071668008416686).

77. Сравнительная оценка мясной продуктивности перепелов разного происхождения / Г.Д. Афанасьев, Л.А. Попова, С.Ш. Саиду, А.С. Комарчев // *Птицеводство*. – 2015. – N 4. – С. 31-35.

78. Campo J.L., Gil M.G., Dávila S.G. Differences among white-, tinted-, and brown-egg laying hens for incidence of eggs laid on the floor and for oviposition time. *Archiv für Geflügelkunde*. – 2007. – Vol. 71(3). – P. 105-109.

79. Washburn K.W., Potts P.L. Effect of strain and age on the relationship of oviposition time to shell strength. *British Poultry Science*. – 1975. – Vol. 16(6). – P. 599-606 (doi: 10.1080/00071667508416235).
80. Halaj M. Study of dynamics of egg laying and properties during a day. *Acta Zootechnica*. – 1974. – Vol. 28. – P. 162-171.
81. Etches R.J., Petite J.N., Anderson-Langmuir C.E. Interrelationship between the hypothalamus, pituitary gland, ovary, adrenal gland and the open period for LH release in the hen (*Gallus domesticus*). *Journal of Experimental Zoology*. – 1984. – Vol. 232(3). – P: 501-511 (doi: 10.1002/jez.1402320317).
82. Etches R.J. The ovulatory cycle of the hen. *Critical Reviews in Poultry Biology*. – 1990. – Vol. 2(4). – P. 293-318.
83. Бе́ляева Е.Ю. Адаптационные реакции у кур в условиях фотодесинхроноза и при разных световых режимах: специальность 03.03.01 "Физиология": автореф. дисс. ... канд. биол. наук / Бе́ляева Елена Юрьевна. – Белгород. – 2017. – 22 с.
84. Zhao, R.X., Cai, C.H., Wang, P., Zheng, L., Wang, J.S., Li, K.X., Liu, W., Guo, X.Y., Zhan, X.A., & Wang, K.Y. Effect of night light regimen on growth performance, antioxidant status and health of broiler chickens from 1 to 21 days of age. *Asian-Australasian journal of animal sciences*. – 2019. – Vol. 32(6). – P. 904–911. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0525>.
85. PITESKY, M. THORNGREN, A. NIEMEIER, D. Feeding and lighting practices on small-scale extensive pastured poultry commercial farms in the United States. In *Poultry Science*. – 2019. – vol. 98, no. 2. – pp. 785–788.
86. YANG Y.F., YU Y.H., PAN J.M., YING Y.B., ZHOU H. A new method to manipulate broiler chicken growth and metabolism: Response to mixed LED light system. In *Scientific Reports*. – 2016. – vol. 6. – P. 2597-2602.
87. Morvai, P. & Lendelov, J. Design of Artificial Lighting in Broiler Housing. *Acta Technologica Agriculturae*. – 2020. – Vol. 23(4). – pp. 190-194. Available at: <http://dx.doi.org/10.2478/ata-2020-0030>.

88. De Oliveira, R. G., and L. J. C. Lara. Lighting programmes and its implications for broiler chickens. *World Poult. Sci. J.* – 2016. – Vol. 72. – P. 735–741.
89. Hajrasouliha, A. R., and H. J. Kaplan. Light and ocular immunity. *Curr. Opin. Allergy Clin. Immunol.* – 2012. – Vol. 12. – P. 504–509.
90. Parvin, R., M. M. H. Mushtaq, M. J Kim, and H. C. Choi. Light emitting diode (LED) as a source of monochromatic light: a novel lighting approach for behaviour, physiology and welfare of poultry. *Worlds Poult. Sci. J.* – 2014 – Vol. 70. – P. 543–556.
91. Riber, A. B. Effects of color of light on preferences, performance, and welfare in broilers. *Poult. Sci.* – 2015. – Vol. 94. – P. 1767–1775.
92. Dawson, A., V. M. King, G. E. Bentley, and G. F. Ball. Photoperiodic control of seasonality in birds. *J. Biol. Rhythms.* – 2001. – Vol. 16. – P. 365–370.
93. Kuenzel, W. J., S. W. Kang, and Z. J. Zhou. Exploring avian deep-brain photoreceptors and their role in activating the neuroendocrine regulation of gonadal development. *Poult. Sci.* – 2015. – Vol. 94. – P. 786–798.
94. Wilson, M., and S. H. Lindstrom. What the bird's brain tells the bird's eye: the function of descending input to the avian retina. *Vis. Neurosci.* – 2011. – Vol. 28. – P. 337–350.
95. Kram, Y. A., S. Mantey, and J. C. Corbo. Avian cone photoreceptors tile the retina as five independent, self-organizing mosaics. *PLoS One.* – 2010. – Vol. 5. – P. 89-92.
96. Prescott N.B., C.M. Wathes, J.R. and Jarvis. Light, vision and the welfare of poultry. *Anim. Welfare.* – 2003. – Vol. 12. – P. 269-278.
97. Baxter, M., N. Joseph, V.R. Osborne, and G.Y. Bedecarrats. Red light is necessary to activate the reproductive axis in chickens independently of the retina of the eye. *Poult. Sci.* – 2014. – Vol. 93. – P. 1289–1297.
98. Csernus, V.J., A.D. Nagy, and N. Faluhelyi. Development of the rhythmic melatonin secretion in the embryonic chicken pineal gland. *Gen. Comp. Endocrinol.* – 2007. – Vol. 152. – P. 148–153.

99. Raccoursier, M., Thaxton, Y., Christensen, K., Aldridge, D., & Scanes, C. Light intensity preferences of broiler chickens: Implications for welfare. *Animal*. – 2019. – Vol. 13(12). – P. 2857-2863. doi:10.1017/S175173111900123X.
100. J.L. Purswell, H.A. Olanrewaju, J.E. Linhoss, Effect of Light Intensity Adjusted for Species-Specific Spectral Sensitivity on Live Performance and Processing Yield of Male Broiler Chickens¹, *Journal of Applied Poultry Research*. – 2018. – Vol. 27, Issue 4. – P. 570-576. – ISSN 1056-6171, <https://doi.org/10.3382/japr/pfy034>.
101. Campbell, J., D. Brothers, J. Donald, and G. Simpson. Update: LEDs for broiler house lighting. *Poultry Engineering, Economics, and Management* 81. Alabama Cooperative Extension System, Auburn, AL. – 2014.
102. Watkins, S. Poultry Lighting: LED bulbs provide energy savings and durability. Agriculture and Natural Resources FSA8005. University of Arkansas Division of Agriculture, Cooperative Extension Service, Fayetteville, AR. – 2012.
103. D.J. Aldridge, C.M. Owens, C. Maynard, M.T. Kidd, C.G. Scanes, Impact of light intensity or choice of intensity on broiler performance and behavior, *Journal of Applied Poultry Research*. – 2022. – Vol. 31, Issue 1. – 100216, ISSN 1056-6171, <https://doi.org/10.1016/j.japr.2021.100216>.
104. Purswell, J.L., and H.A. Olanrewaju. Effect of fan induced photoperiod on live performance and yield of male broiler chickens. *J. Appl. Poult. Res.* – 2017. – Vol. 26. – P. 236–239.
105. Kim, H.-J., Son, J., Jeon, J.-J., Kim, H.-S., You, A.-S., Kang, H.-K., Hong, E.-C. Effects of Light Intensity on the Growth Performance, Blood Parameter and Immune Status of Broiler Chicks. *Korean Journal of Poultry Science*. The Korean Society of Poultry Science. – 2021. – <https://doi.org/10.5536/kjps.2021.48.3.143>.
106. Halevy O., Geyra A., Barak M., Uni Z., Sklan D. Early posthatch starvation decreases satellite cell proliferation and skeletal muscle growth in chicks. *J. Nutr.* – 2000. – Vol. 130(4). – P. 858-864. <https://doi.org/10.1093/jn/130.4.858>.
107. Lamot D.M., Van De Linde I.B., Molenaar R., Van Der Pol C.W., Wijten P.J.A., Kemp B., Van Den Brand H. Effects of moment of hatch and feed access on

chicken development. *Poult Sci.* – 2014. – Vol. 93(10). – P. 2604–2614. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-04123>.

108. Gaglo-Disse A., Tona K., Aliou S., Debonne M., Aklikokou K., Gbeassor M, Decuypere E. Effect of delayed feed access on production and blood parameters of layer-type chicks. *Acta Vet Hung.* – 2010. – Vol. 58(2). – P. 211–219. <https://doi.org/10.1556/AVet.58.2010.2.7>.

109. Tabeeekh M.A.A. An investigation on the effect of light color and stocking density on some blood parameters of broilers and layers. *Donnish J. Agri Res.* – 2016. – Vol. 3(2). – P. 8-12.

110. Yujun Wu, Jingxi Huang, Shuli Quan, Ying Yang, Light regimen on health and growth of broilers: an update review, *Poultry Science.* – Vol. 101, Issue 1. – 2022. – 101545, ISSN 0032-5791, <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101545>.

111. Lewis, P.D., and T.R. Morris. Responses of domestic poultry to various light sources. *Worlds Poult. Sci. J.* – 1998. – Vol. 54. – P. 7–15.

112. Olanrewaju, H.A., W.W. Miller, W.R. Maslin, S.D. Collier, J.L. Purswell, and S.L. Branton. Influence of light sources and photoperiod on growth performance, carcass characteristics, and health indices of broilers grown to heavy weights. *Poult. Sci.* – 2018. – Vol. 97. – P. 1109–1116.

113. Tracy, J., and E. Mills. Illuminating the pecking order in offgrid lighting a demonstration of LED lighting for saving energy in the poultry sector. *Light Eng.* – 2011. – Vol. 19. – P. 67–76.

114. Chang, Y.L., and Z.H. Lu. White organic light-emitting diodes for solid-state lighting. *J. Disp. Technol.* – 2013. – Vol. 9. – P. 459–468.

115. Jones, E.K., Prescott, N.B., Cook, P., White, R.P., & Wathes, C.M. Ultraviolet light and mating behavior in domestic broiler breeders. *British Poultry Science.* – 2001. – Vol. 32. – P. 23-32.

116. Сравнительные аспекты биохимии крови птиц яичного, мясо-яичного и мясного направлений продуктивности / И.В. Кислова, Н.В. Овчинникова, А.С.

Комарчев, Е.И. Куликов // Птица и птицепродукты. – 2021. – N 4. – С. 52-54. – DOI 10.30975/2073-4999-2021-23-4-52-54.

117. Olanrewaju, H.A., Purswell, J.L., Maslin, W.R., Collier, S.D., & Branton, S.L. Effects of color temperatures (kelvin) of LED bulbs on growth performance, carcass characteristics, and ocular development indices of broilers grown to heavy weights. *Poultry Science*. – 2015. – Vol. 94. – P. 338-344.

118. Purswell, J.L., Olanrewaju, H.A., Linhoss, J.E. Effect of light intensity adjusted for species-specific spectral sensitivity on live performance and processing yield of male broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research* (Accepted). – 2018.

119. V.I. Fisinin, A.Sh. Kavtarashvili, E.N. Novatorov, D.V. Gladin, Local led lighting as a way to enhance the efficiency of poultry production Achievements of science and technology of AIC. – 2011. – Vol. 6. – P. 61-63.

120. R. Borille, R.G. Garcia, A.F.B. Royer, M.R. Santana, S. Colet, I.A. Naas, F.R. Caldara, I.C.L. Almeida Paz, E.S. Rosa, V.A.R. Castilho, The use of light-emitting diodes (LED) in commercial layer production, *Rev. Bras. Sienc. Avic.* – 2013. – Vol. 15. – P. 135-140.

121. R. Hasan, S. Sultan, S.H. Choi, K.S. Ryu, the Impact of combinations of monochromatic led light colors on the performance and behavior of laying hens, *John. Sci.* – 2014. – Vol. 51 (3). – P. 321-326.

122. W.B.B. Morrill, J.C.M. Barnabé, T.P.N. Da Silva et al., The effect of monochromatic and polychromatic led RGB lighting on the growth, behavior and development of broilers, proceedings of the Society of engineers photo optical engineering, San Francisco, California, USA. – Wellington. – 2014.

123. B. Huber-Eicher, A. Suter, P. Spring-Stähli, The influence of color LED lighting on the behavior and productivity of laying hens, *Poult. Sci.* – 2013. – Vol. 92(4). – P. 869-873.

124. G.S. Archer. The color temperature of LED lighting is important for the optimal growth and well-being of broiler chickens, animals. – 2018. – Vol. 12(5). – P. 1015-1021.
125. J. Svobodova, E. Tůmova, E. Popelbřova, D. Chodova, Effect of light colour on egg production and egg contamination, Czech J. Anim. Sci. – 2015. – Vol. 60(12). – P. 550-556.
126. K. Liu, H. Xin, and L. Chai, “Choice between fluorescent and poultry-specific led lights by pullets and laying hens,” Trans. ASABE. – 2017. – Vol. 60, no. 6. – P. 2185–2195. – doi:10.13031/trans.12402
127. R. Srimathi & S. Hemamalini. Performance Analysis of Single-Stage LED Buck Driver Topologies for Low-Voltage DC Distribution Systems, IETE Journal of Research. – 2019. – DOI: 10.1080/03772063.2019.1682072
128. P.M. Pattison, M. Hansen, and J. Y. Tsao, “LED lighting efficacy: status and directions”, Comptes Rendus Physique. – 2018. – Vol. 19, no. 3. – P. 134–145. – doi:10.1016/j.crhy.10.013
129. Schwean-Lardner, K., Vermette, C., Leis, M. and Classen, H.L. Basing Turkey Lighting Programmes on Broiler Research: A Good Idea? A Comparison of 18 Day-length effects on broiler and turkey welfare. Animals (Basel). – 2016. – Vol. 6. – P. 27.
130. Škrbić, Z., Pavlovski, Z., Lukic, M. and Petricevic, V. Incidence of footpad dermatitis and hock burns in broilers as affected by genotype, lighting programme and litter type. Annals of Animal Science. – 2015. – Vol. 15. – P. 433-445.
131. Zheng, L., Ma, Y.E., Gu, L.Y., Yuan, D., Shi, M.L., Guo, X.Y. and Zhan, X.A. Growth performance, antioxidant status, and nonspecific immunity in broilers under different lighting regimens. Poultry Science. – 2013. – Vol. 22. – P. 798- 807.
132. Olanrewaju, H.A., Thaxton, J.P., Dozier, W.A., Purswell, J., Roush, W.B. and Branton, S.L. A review of lighting programmes for broiler production. International Journal of Poultry Science. – 2006. – Vol. 5. – P. 301-308.

133. Duve, L.R., Steinfeldt, S., Thodberg, K. and Nielsen, B.L. Splitting the scotoperiod: effects on feeding behavior, intestinal fill and digestive transit time in broiler chickens. *British Poultry Science*. – 2011. – Vol. 52. – P. 1-10.

134. Yang, H., Xing, H., Wang, Z., Jinlong, X., Yan, W., Banghong, H. and ZHANG, J. Effects of Intermittent Lighting on Broiler Growth Performance, Slaughter Performance, Serum Biochemical Parameters and Tibia Parameters. *Italian Journal of Animal Science*. – 2015. – Vol. 14 (4). – P. 41-43.

135. El Sabry, M.I., Yalçın, S. and Turgay-İzzetoğlu, G. Effect of breeder age and lighting regimen on growth performance, organ weights, villus development, and bursa of Fabricius histological structure in broiler chickens. *Czech Journal of Animal Science*. – 2015. – Vol. 60 (3). – P. 116-122.

136. Aviagen Lighting for broiler, housing, and environment. *Arbor Acre broiler management: handbook*. – 2014. – No. 100.

137. Schwean-Lardner, K. and Classen, H. Lighting for broilers. *Arbor Acre broiler management: handbook*. – 2010. – No. 8.

138. Deep, A., Raginski, C., Schwean-Lardner, K., Fancher, B.I. and Classen, H.L. Minimum light intensity threshold to prevent negative effects on broiler production and welfare. *British Poultry Science*. – 2013. – Vol. 54. – P. 6686-6694.

139. Everson, C.A., Thalacker, C.D. and Hog, N. Phagocyte migration and cellular stress induced in liver, lung, and intestine during sleep loss and sleep recovery. *American Journal of Physiology- Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. – 2008. – Vol. 295. – P. 2067-2074.

140. Boerema, A.S., Riedstra, B. and Strijkstra, A.M. Decrease in monocular sleep after sleep deprivation in the domestic chicken. *Behaviour*. – 2003. – Vol. 140. – P. 1415-1420.

141. Coban, O., Lacin, E. and Genc, M. The Effect of Photoperiod Length on Performance Parameters, Carcass Characteristics and Heterophil/Lymphocyte-Ratio in Broilers. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. – 2014. – Vol. 20. – P. 863-870.

142. Arowolo, M., He, J., He, S., & Adebowale, T. The implication of lighting programmes in intensive broiler production system. *World's Poultry Science Journal*. – 2019. – Vol. 75(1). – P. 17-28. – doi:10.1017/S0043933918000934
143. Africanfarming. Quails: small birds, big future. <https://www.africanfarming.com/quails-small-birds-big-future/> (Accessed 26 Dec. 2021).
144. Minvielle F. What are quail good for in a chicken-focused world? *World's Poult Sci J*. – 2009. – Vol. 65. – P. 601–608.
145. Nakane Y., Shinomiya A., Ota W., Ikegami K., Shimmura T., Higashi S.I., Kamei Y., Yoshimura T. Action spectrum for photoperiodic control of thyroid-stimulating hormone in Japanese quail (*Coturnix japonica*). *PLoS One*. – 2019. – Sep 11. – Vol. 14(9). – doi: 10.1371/journal.pone.0222106. PMID: 31509560; PMCID: PMC6738599. :e0222106.
146. Padgett C.A. & Ivey W.D. () *Coturnix* quail as a laboratory research animal. *Science*. – 1959. – Vol. 129. – P.267–268.
147. Shimakura K. Notes on the genetics of the Japanese quail: I. the simple, Mendelian, autosomal, recessive character, "brown-splashed white," of its plumage (in Japanese with English summary). *Jpn J Genet*. – 1940. – Vol. 16. – P. 106–112.
148. Lyte, J.M., Keane, J., Eckenberger, J. et al. Japanese quail (*Coturnix japonica*) as a novel model to study the relationship between the avian microbiome and microbial endocrinology-based host-microbe interactions. *Microbiome*. – 2021. – Vol. 9 n. 38. – <https://doi.org/10.1186/s40168-020-00962-2>.
149. Mnisi, C.M., Marareni, M., Manyeula, F. et al. A way forward for the South African quail sector as a potential contributor to food and nutrition security following the aftermath of COVID-19: a review. *Agriculture and Food Security*. – 2021. – Vol. 10. N. 48. – <https://doi.org/10.1186/s40066-021-00331-8>.
150. Moreau C., Caldarelli P., Rocancourt D., Roussel J., Denans N., Pourquoi O., Gros J. Timed collinear activation of hox genes during gastrulation controls the avian forelimb position. *Curr Biol*. – 2019. – Vol. 29. – P. 35–50.

151. Adkins-Regan E. Hormones and sexual differentiation of avian social behavior. *Dev Neurosci.* – 2009. – Vol. 31. – P. 342-350.
152. Marasco V., Herzyk P., Robinson J., Spencer K.A. Pre- and post-natal stress programming: developmental exposure to glucocorticoids causes long-term brain-region specific changes to transcriptome in the precocial Japanese quail. *J Neuroendocrinol.* – 2016. – Vol.. 28. <https://doi.org/10.1111/jne.12387>.
153. Meddle S.L., King V.M., Follett B.K., Wingfield J.C., Ramenofsky M., Foidart A., et al. Copulation activates Fos-like immunoreactivity in the male quail forebrain. *Behav Brain Res.* – 1997. – Vol. 85.— P. 143–159.
154. Mills A.D., Crawford L.L., Domjan M., Faure J.M. The behavior of the Japanese or domestic quail *Coturnix japonica*. *NeurosciBiobehav Rev.* – 1997. – Vol. 21. — P. 261–281.
155. Morris, K.M., Hindle, M.M., Boitard, S. et al. The quail genome: insights into social behaviour, seasonal biology and infectious disease response. *BMC Biol* – 2020. – Vol. 18. – N. 14 <https://doi.org/10.1186/s12915-020-0743-4>.
156. Homma K., Jinno M., Sato K., Ando A. Studies on perfect and imperfect albinism in the Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Jpn J Zootechnical Sci.* – 1968. – Vol. 39. – P. 348–352.
157. Waligora-Dupriet A.J., Dugay A., Auzeil N., Nicolis I., Rabot S., Huerre M.R., et al. Short-chain fatty acids and polyamines in the pathogenesis of necrotizing enterocolitis: kinetics aspects in gnotobiotic quails. *Anaerobe.* – 2009. – Vol. 15. – P. 138–144.
158. A.B. Molino, E.A. Garcia, G.C. Santos, J.A. Vieira Filho, G.A.A. Baldo, I.C.L. Almeida Paz, Photostimulation of Japanese quail, *PoultryScience.* — Volume 94, Issue 2. – 2015. – P 156–161. ISSN 0032-5791
159. G.C. Aguiar, E.R. Freitas, P.H. Watanabe, C.W.S. Figueiredo, L.P. Silva, G.A.J. Nascimento, R.C. Lima, R.C. Nepomuceno, N.L. Sá, Lighting programs for male and female meat quails (*Coturnix coturnix*) raised in equatorial region, *PoultryScience.*— 2017. – Volume 96, Issue 9.— P.3122–3127.

160. F. Ferreira, G.S.S Corrêa, A.B. Corrêa, M.A. Silva, V.P.S. Felipe, R.R. Wenceslau, L.S. Freitas, G.G. Santos, R.M. Godinho, W.L.S. Climaco, L.S. Dalsecco, J.G. Caramori Júnior Características de carcaça de codornas de corte EV1 alimentadas com diferentes níveis de metionina+cistina total Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. – 2014. – Vol. 66. – P. 1855–1864.

161. Hassan A. Khalil, Ahmad M. Hanafy and Akrum M.M. Hamdy, Effect of Artificial and Natural Day Light Intensities on some Behavioral Activities, Plumage Conditions, Productive and Physiological Changes for Japanese Quail. Asian Journal of Poultry Science. – 2016. – Vol. 10 P. 52-63.

162. Memon, Adnan. Influence of photoperiod and light intensity on egg performance of Japanese quails. Pure and Applied Biology. – 2018. – Vol. 7. – 10.19045/bspab.2018.700150.

163. Wagan Shakeel Ahmed, Vistro Waseen Ali, Rajput Nasir, Syed Khurram fareed, Nooreen Mehmood, Muhammad Farooq, Mashhood Ahmed. Effect of light duration on productivity of Japanese quail. Inter J of Current Res. – 2017. — Vol. 9(1). — P. 35-37

164. Avtandil Musayev, Ruhangiz Goyushova Ecological bases of using artificial photo mode to improve the reproductive characteristics and growth of Japanese quail (*Japonicus coturnix* L.) International Journal of Development and Sustainability. – 2018. – Volume 7 Number 2. – P. 485-491. – ISSN: 2186-8662 www.isdsnet.com/ijds ISDS Article ID: IJDS17103001

165. Musaev, A.M. and Huseynov, R.A., "Environmental Factors in the Behavior of the Incubating Cackleberry (*Allektronics chukar G*)", Proceedings of the International Conference "Mountain Ecosystems and Their Components". Moskov. – 2007. – vol. 2. – P. 180-182.

166. Musaev, A.M., Yalchuyev, Y.Y., Musaev M.A. and Aliev, A.G., "Increased productivity of birds grown in enclosed spaces", The patent of the Azerbaijan Republic for inventions. – 2007. – vol. 2, No. I. – 20070031 Baku. – P. 27.

167. Musayev, A.M. "Ecological foundations of the use of artificial photomode for increasing the sexual activity of birds raised in enclosed spaces", Makhachkala, Materials of the reports of the International Scientific and Practical Conference, Modern problems of biology and ecology. – 2011. — P. 178–180.
168. Mohammed A.F. Nasr, Hesham Mohammed, Rania A. Hassan, Ayman A. Swelum, Islam M. Saadeldin. Does light intensity affect the behavior, welfare, performance, meat quality, amino acid profile, and egg quality of Japanese quails Poultry Science. – 2019. – vol. 98, Issue 8.– P. 3093-3102.
169. H.A. Khalil, A.M. Hanafy, A.M.M. Hamdy Effect of artificial and natural day light intensities on some behavioral activities, plumage conditions, productive and physiological changes for Japanese quail. Asian J. Poult. Sci. – 2016. – Vol. 10. – pp. 52-63.
170. A. Deep, K. Schwean-Lardner, T.G. Crowe, B.I. Fancher, H.L. Classen Effect of light intensity on broiler behaviour and diurnal rhythms. Appl. Anim. Behav. Sci. – 2012 – Vol. 136. – pp. 50-56.
171. Demirci, Irem & Kubanç, Cüneyt. Effects of Light on Egg Performance and Behaviour in Japanese Quails (*Coturnix coturnix japonica*), – 2018.
172. Nunes, K.C. et al. Effect of Led Lighting Colors for Laying Japanese Quails. Revista Brasileira de Ciência Avícola [online]. – 2016. – vol. 18, n. spec [Accessed 18 February 2022]. – pp. 51-56. Available from: <<https://doi.org/10.1590/1806-9061-2015-0176>>. ISSN 1806-9061.
173. Jácome I.M.D.T., Borille L.A., Rossi D.W., Rizzotto J.A., Becker C.F.R. Desempenho produtivo de codornas alojadas em diferentes sistemas de iluminação artificial. Archivos de Zootecnia [online] – 2012. – vol. 61 n. 235. – pp. 449–456. – ISSN 1885–4494.À <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922012000300013>.
174. Ibrahim, Safinaz & Mohamed, Radi. Effect of different light colors on behavior and fear reactions of Japanese Quails (*Coturnix coturnix japonica*). Bioscience Research. – 2019. – Vol. 16. – P. 62-70.

175. Baghel K., Srivastava R. Photoperiod dependent expression of estrogen receptor alpha in testes of Japanese quail: Involvement of *Withaniasomnifera* in apoptosis amelioration. *BiochemBiophys Res Commun.* – 2021. – Jan 1. – Vol. 534. – P. 957-965. doi: 10.1016/j.bbrc.2020.10.064. Epub 2020 Oct 29. PMID: 33129445.

176. El Sabry M.I., Hassan S.S.A., Zaki M.M., Stino F.KR. Stocking density: a clue for improving social behavior, welfare, health indices along with productivity performances of quail (*Coturnix coturnix*)-a review. *Trop Anim Health Prod.* – 2022. – Jan 28. – Vol. 54(1). – P. 83. doi: 10.1007/s11250-022-03083-0. PMID: 35089445.

177. Shoemaker S. Quail Eggs: Nutrition, Benefits, and Precautions. <https://www.healthline.com/nutrition/quail-eggsbenefits#usespreparation> (Accessed 24 Dec. 2021).

178. Иммуноморфологическое обоснование применения продуктов пчеловодства для повышения продуктивности перепелов / Р.Т. Маннапова, Д.В. Свистунов, Р.Р. Шайхулов, Е.И. Куликов // *Главный зоотехник.* – 2021. – N 5(214). – С. 3-12. – DOI 10.33920/sel-03-2105-01.

179. Estevez, I. Density allowances for broilers: Where to set the limits? *Poult Sci.* – 2007. – Vol. 86. – P. 1265--1272. <https://doi.org/10.1093/ps/86.6.1265>

180. Estevez, I., Andersen, E., Naevdal, E. Group size, density, and social dynamics in farm animals. *Applied Animal Behavior Science.* – 2007. – Vol. 103. – P. 185-204. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.05.025>

181. Marchewka, J., Watanabe, T.T.N., Ferrante, V., Estevez, I. Review of the social and environmental factors affecting the behavior and welfare of turkeys (*Meleagris gallopavo*). *Poultry Science.* – 2013. – Vol. 92. – P. 1467--1473. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02943>

182. Ozbey, O., Erisir, Z., Aysondu, M.H., Ozmen, O. The effect of high temperatures on breeding and survival of Japanese quails that are bred under different temperatures. *International Journal of Poultry Science.* – 2004. – Vol. 3 (7). P. 463-467. <https://doi.org/10.3923/ijps>.

183. Al Homidan, A., Robertson, J.F. Effect of litter type and stocking density on ammonia, dust concentrations and broiler performance. *British Poultry Science*. – 2003. – Vol. 44. – P. 7-8.
184. Ravindran, V., Thomas, D.V., Morel, P.C.H. Performance and welfare of broilers as affected by stocking density and zinc bacitracin supplementation. *Animal Science Journal*. – 2006. – Vol. 77. – P. 110-116. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2006.00327.x>.
185. Skomorucha, I., Muchacka, R., Sosnowka-Czajka, E., Herbut, E. Response of broiler chickens from three genetic groups to different stocking densities. *Annals of Animal Science*. – 2009. – Vol. 9. – P. 175-184.
186. Taskin, A., Karadavut, U. The effects of environmental enrichment objects on behaviors of Japanese quails at different cage stocking densities. *Indian Journal of Animal Research*. – 2017. – Vol. 51(3). – P. 541-548. <https://doi.org/10.18805/ijar.10772>.
187. Mahrose, K.M., Elhack, M.E., Mahgoub, S.A., Attia, F.A.M. Influences of stocking density and dietary probiotic supplementation on growing Japanese quail performance. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. – 2019. – Vol. 91 (2). – e20180616. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201920180616>.
188. Faitarone, A.B.G., Pavan, A.C., Mori, C., Batista, L.S., Oliveira, R.P., Garcia, E.A., Pizzolante, C.C., Mendes, A.A., Sherer, M.R. Economic traits and performance of Italian quails reared at different cage stocking densities. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. – 2005. – Vol. 7 (1). – P. 19-22. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2005000100003>.
189. Edens, F.W., Bursian, S.J., Holladay, S.D. Grouping in Japanese Quail: 1. Agonistic behavior during feeding. *Poultry Science*. – 1983. – Vol. 62. – P. 1647-1651. <https://doi.org/10.3382/ps.0621647>.
190. Boontiam, W., Sangsoponjit, S., Klompanya, A. Effects of dietary crude protein level and stocking density on growth performance, nutrient retention, blood

profiles, and carcass weight of growing-meat quails. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. – 2019. – Vol. 9 (4). – P. 755-762.

191. Taskin, A., Karadavut, U. The effects of environmental enrichment objects on behaviors of Japanese quails at different cage stocking densities. *Indian Journal of Animal Research*. – 2017. – Vol. 51, No. 3. – P. 541-548. <https://doi.org/10.18805/ijar.10772>.

192. El-Tarabany, M.S., Abdel-Hamid, T.M., Mohammed, H.H. Effects of cage stocking density on egg quality traits in Japanese quails. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. – 2015. – Vol. 21, No. 1. – P. 13-18. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2014.11374>.

193. Redoy, M.R.A., Shuvo, A.A.S., Al-Mamun, M. A review on present status, problems and prospects of quail farming in Bangladesh. *Bangladesh Journal of Animal Science*. – 2017. – Vol. 46 (2). – P. 109-120.

194. Fahmy, M.O., El-Faramawy, A.A., Gabr, S.A. Changes in Fatarone, A.B.G., Pavan, A.C., Mori, C., Batista, L.S., Oliveira, R.P., Garcia, E.A., Pizzolante, C.C., Mendes, A.A., Sherer, M.R. Economic traits and performance of Italian quails reared at different cage stocking densities. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. – 2005 – Vol. 7, No. 1. – P. 19-22. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2005000100003>.

195. Bahşi, M., Çiftçi, M., Şimşek, Ü. G., Azman, M.A., Özdemir, G., Yilmaz, Ö., Dalkiliç, B. Effects of olive leaf extract (oleuropein) on performance, fatty acid levels of breast muscle and some blood parameters in Japanese quail (*Coturnix coturnix Japonica*) reared in different stocking densities. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. – 2016. – Vol. 63. – P. 61–68. https://doi.org/10.1501/Vetfak_0000002710.

196. Ayoola, A.A., Adeyemi, O.A. Egbeyale, L.T., Sogunle, O.M., Ekunseitan, D.A. Effects of sex and stocking density on growth performance and some physiological traits of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Malaysian Journal of Animal Science*. – 2014. – Vol. 17, No. 2. – P. 43-53.

197. Özdemir, G., İnci, H., Söğüt, B., Şengül, T., Yüksel, H., Şimşek, H., Özdemir, A. Effects of dietary boron supplementation on performance and some

haematological and antioxidant parameters in Japanese quail exposed to high stocking density. *European Poultry Science*. – 2016. – Vol. 80. – P. 10-15. <https://doi.org/10.1399/eps.2016.137>.

198. Трансовариальное применение антиоксидантных препаратов для стимуляции развития эмбрионов перепелов / А.К. Османян, А.Е. Коротченкова, А.С. Комарчев, В.В. Малородов // *Птица и птицепродукты*. – 2017. – N 3. – С. 55-57.

199. Attia, A.I., Mahrose, Kh.M., Ismail, I.E., Abou-Kasem, D.E. Response of growing Japanese quail raised under two stocking densities to dietary protein and energy levels. *Egyptian Journal of Animal Production*. – 2012. – Vol. 47, No. 30. – P. 159-166.

200. Abdel-Azeem, F. A. The influence of different stocking density and sex on productive performance and some physiological traits of Japanese quail. *Egyptian Poultry Science*. – 2010. – Vol. 30 (1). – P. 203-227. *AFRICANFARMING*. Quails: small birds, big future. <https://www.africanfarming.com/quails-small-birds-big-future/> (Accessed 26 Dec. 2021).

201. Expert Group for Technical Advice on Organic Production (EGTOP), Report on Poultry. European Commission, Directorate General for Agriculture and Rural Development, 2012. – https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fsheries/farming/documents/fnal_report_on_poultry.pdf. (Accessed 7 March 2021).

202. National Rural Development Network, 2015. Quail Eggs, a Successful Business In: Rural Romania. https://www.rndr.ro/en/publications/ruralromania/item/download/130_f49f06e3f3a1777d85e107a88e63bf13.html. (Accessed 28 Sept. 2021).

203. Shahbandeh, M., Egg production: leading countries worldwide 2019. In: *Statistica*. – 2021. <https://www.statista.com/statistics/263971/top-10-countries-worldwide-in-egg-production/> (Accessed 29 September 2021).

204. USDA 2019. Egg, quail, whole, fresh, raw.
<https://fdc.nal.usda.gov/fdcapp.html#/food-details/172191/nutrients> (Accessed 25 Dec. 2021).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А. Состав комбикормов в опыте 1; г в 100 г комбикорма

Показатель	Возраст перепелов, суток		
	1-21	22-35	36-56
Пшеница	32,0	41,5	46,5
Кукуруза	20,2	15,2	10,3
Горох	5,1	8,1	12,5
Шрот соевый (СП, 34%)	25,9	14,0	5,0
Шрот подсолнечный (СП, 34%)	3,0	6,0	8,6
Мука рыбная (СП, 60%)	2,0	0,0	0,0
Мясо-костная мука из птицы (53,5%)	0,0	3,5	5,2
Дрожжи кормовые (СП, 46%)	1,5	2,5	3,5
Подсолнечное масло	4,3	4,2	4,4
Трикальцийфосфат (13,5/32)	0,9	0,0	0,0
Известняковая мука	1,0	1,1	6,0
Метионин (99%)	0,1	0,1	0,1
Л-Лизин (79%)	0,0	0,1	0,1
Премикс (5%)	4,0	3,6	3,2

Приложение Б. Содержание питательных веществ и энергии в комбикормах в опыте 1

Показатель	Единицы измерения	Возраст перепелов, суток		
		1-21	22-35	36-56
Обменная энергия	ккал	300,0	310,2	318,5
Сырой протеин	%	22,62	20,53	19,01
Сырая клетчатка	%	3,17	3,02	3,03
Зола	%	6,39	6,01	5,65
Влага	%	11,45	11,66	11,68
Лизин о/д*	%	1,45/1,28	1,27/1,11	1,14/1,01
Метионин	%	0,69	0,59	0,54
Метионин+Цистин	%	1,40/0,91	0,92/0,83	0,88/0,78
Треонин о/д	%	0,89/0,73	0,85/0,70	0,79/0,68
Триптофан о/д	%	0,26/0,22	0,23/0,19	0,22/0,20
Аргинин	%	1,43	1,30	1,23
Изолейцин	%	0,94	0,84	0,79
Кальций	%	1,00	0,92	0,85
Фосфор о/д	%	0,77/0,51	0,71/0,46	0,70/0,41
Натрий	%	0,20	0,18	0,15
Хлор	%	0,22	0,22	0,22
Линолевая кислота	%	3,23	4,24	5,37
Баланс электролитов		265,0	217,1	199,2

*о/д – общий/доступный

Приложение В. Состав комбикормов в опытах 2, 3 и 4; г в 100 г комбикорма

Показатель	Возраст перепелов, суток		
	1-21	22-35	36-56
Пшеница	18,9	24,0	25,0
Кукуруза	20,0	20,0	23,0
Ячмень	5,0	5,5	8,0
Горох	5,0	5,0	5,0
Шрот подсолнечный (СП, 40-45%)	17,0	17,0	14,0
Мука рыбная	10,0	7,0	6,0
Мясо-костная мука	8,0	7,0	6,0
Мука костная	0,0	2,0	1,5
Дрожжи гидролизные	5,5	5,5	4,0
Сухой обрат	5,0	2,0	2,0
Люцерновая мука	3,0	3,0	3,0
Мел, ракушка	2,6	2,0	2,4
Соль поваренная	0,0	0,0	0,1
Премикс (5%)	4,0	3,6	3,2

Приложение Г. Содержание питательных веществ и энергии в комбикормах
опытах 2, 3 и 4

Показатель	Единицы измерения	Возраст перепелов, суток		
		1-21	22-35	36-56
Обменная энергия	ккал	278,0	270,0	274,0
Сырой протеин	%	27,0	24,6	22,5
Сырая клетчатка	%	4,8	5,2	4,65
Сырой жир	%	4,3	3,57	3,98
Лизин	%	1,37	1,24	1,05
Метионин+Цистин	%	0,89	0,82	0,73
Триптофан	%	0,29	0,27	0,25
Кальций	%	2,56	2,3	2,3
Фосфор	%	1,4	1,3	1,2
Натрий	%	0,645	0,550	0,510