

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный аграрный университет  
имени И. Т. Трубилина»



На правах рукописи

Шкуро Артем Геннадьевич

**РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННЫХ СПОСОБОВ ОТБОРА ЯИЧНЫХ  
КУР ПО БИОЛОГИЧЕСКИМ РИТМАМ ЯЙЦЕКЛАДКИ**

06.02.07 – разведение, селекция и генетика  
сельскохозяйственных животных

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Щербатов Вячеслав Иванович

Краснодар –2020

## Содержание

	с.
ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	9
1.1 Биологические ритмы птицы	9
1.2 Классификация биологических ритмов	13
1.3 Формирование биологических ритмов	17
1.4 Факторы, влияющие на формирование яиц у кур-несушек	27
1.5 Влияние освещения на продуктивность птицы	29
1.6 Световые режимы при содержании кур	35
2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	40
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	44
3.1 Цикличность яйцекладки в яйценоскости кур	44
3.2 Время формирования и качество яиц кур	52
3.3 Биологические ритмы яйцекладки кур	64
3.4 Способы раннего прогнозирования яичной продуктивности птиц	77
3.4.1 Способ раннего отбора кур по времени яйцекладки	77
3.4.2 Способ отбора кур-несушек по времени снесения яиц в другие периоды яйцекладки	86
3.5 Научно-производственные испытания	90
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СПОСОБОВ РАННЕГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЯИЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КУР	96
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	98

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** Современное промышленное птицеводство базируется на использовании высокопродуктивной гибридной птицы, рациональном и оптимальном кормлении, на достижениях в области селекции, ветеринарии и технологий содержания (Федорова В.М., 2009).

Селекция сыграла ведущую роль в формировании высокого генетического потенциала продуктивности и его реализации. Так у большинства яичных кроссов кур яйценоскость достигла 330 – 350 шт. яиц, среднесуточные приросты бройлеров 60 – 70 г, в то же время длительная селекция по продуктивным признакам привела к уменьшению генетического разнообразия и снижению эффекта селекции (He Ma Bao-Ming et al, 2013).

Совершенствование продуктивных и племенных качеств птицы, создание новых кроссов и линий птицы определяется уровнем селекционной работы с ними (Ройтер Я.С., 2011).

Особую актуальность научные исследования в отрасли птицеводства приобретают в рамках исполнения Указа Президента РФ № 350 от 21 июля 2016 г. – разработать Федеральную научно-техническую программу развития сельского хозяйства на 2017 – 2025 годы, по приоритетным направлениям «Картофелеводство» и «Птицеводство». Она предусматривает создание новых отечественных высокопродуктивных пород и кроссов птицы на базе современных методов селекции и разработку инновационных высокотехнологичных систем и способов содержания птицы. Все это потребует прорывных методов в селекции птицы на повышение ее продуктивности и жизнеспособности; разработки технологических решений, повышающих производственные процессы животных.

Временная структура является одним из главных принципов упорядоченности живых систем в виде ритмичных и физиологических проявлений (Алякринский Б.С., 1983; Баевский Р.М., 1976). Открытие нобелевских лауреатов Jeffrey C. Hall, Michael Rosbash, Michael W. Young

молекулярных механизмов, управляющих ритмами, фактически возродили науку о циркадных ритмах. Материальными носителями ритмов являются выделенные гены «времени» существующие во всех клетках живого. Таким образом, внутренние суточные ритмы присущи исключительно организму, а не среде, и связаны с цикличностью всех физиологических проявлений (Arlene C., 2017).

Сформировавшиеся в результате эволюции биологические ритмы, являются одним из факторов адаптации живых организмов к изменениям, происходящими в окружающей среде (Заморский И.И. и др., 1998).

Эндогенные ритмы чрезвычайно устойчивы и независимы от случайных воздействий, они сохраняют свою периодичность вне всякой связи с общим состоянием организма.

Суточная временная организация поведения, физиолого-биохимических процессов у сельскохозяйственных животных и птицы изучена недостаточно. Современные открытия в молекулярной генетике дают возможность уделять больше внимания циркадианным ритмам, как особому механизму, позволяющему организму эффективно адаптироваться к периодически меняющимся факторам внешней среды.

Тактическая детерминация циркадных ритмов позволяет вести селекцию на проявление признаков, в поведении птицы, связанных с продуктивностью, как время яйцекладки и время формирования яиц, ритмы потребления корма и агрессии, время локомоторной и ритмы половой активности. Таким образом, само «время ритма» является селекционным признаком, и для него характерны те же закономерности генетического наследования и изменчивости.

Для циркадных ритмов птицы естественным сигналом времени является дневной свет. Подстраиваясь по сигналу времени, биологические часы удерживают организм в фазе с местным временем. Период ритма позволяет изменить высокая освещенность, слабый свет незначительно

влияет на период и амплитуду ритма (Сейдалиева Г.О., Турдубаев Т.Ж., 2015).

**Степень разработанности темы исследований.** В начале 19 века доказано существование биологических часов у животных, растений и птиц (Браун Ф., 1964; Уинфри А.Т., 1990; Шноль С.Э., 1964; Brown F.A. et al, 1954; Gaston S., Menaker M., 1968).

Для всех живых существ на Земле, сигналом времени является свет и чередование день – ночь, связанные с периодом суточного вращения Земли (Эмме А.М., 1967; Halberg M., 1959; Dobie J. et al, 1996; Donald J. et al, 2000; Menaker M., 1968).

Работами Ашофа Ю. (1984), Гора Е.П. (2007) были разработаны классификации биологических ритмов.

Большой вклад в изучение механизма образования биологических ритмов внесли ряд ученых: Анисимов С.В. и др.(2002); Жуков Д.А. (2004); Комаров Ф.И. и др. (2004); Щербатов В.И. (1994); Arendt J. (1995); Aton S.J., Herzog E.D. (2005) и др.

При большом объеме выполненных ранее исследований вопросы по изучению биологических ритмов яичных кур-несушек ранее изучены не были.

**Цель и задачи исследований.** Цель работы – разработать способы раннего прогнозирования яичной продуктивности и селекции кур.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

1. Изучить цикличность яйцекладки кур с разным уровнем продуктивности;
2. Определить циркадные ритмы яйцекладки кур и время формирования яиц;
3. Разработать способы раннего прогнозирования и селекции кур, способствующие повышению яичной продуктивности кур с учетом проявления циркадных ритмов двигательной активности;

4. Определить экономическую эффективность способа раннего прогнозирования яичной продуктивности кур.

**Предмет и объект исследования.** Предметом исследования являются циркадные биологические ритмы птицы. Объект исследования куры-несушки яичного кросса Ломанн Браун при содержании в клеточных батареях.

**Научная новизна исследований.** Впервые изучены биологические ритмы яйцекладки кур при клеточном содержании. Определено влияние времени и ритма овуляции на формирование яиц и яйцекладку кур. Разработаны новые способы раннего прогнозирования и отбора кур по ритмам яйцекладки, способствующие повышению яйценоскости птицы.

**Теоретическая и практическая значимость результатов исследований** состоит в том, что установлена ритмичность яйцекладки кур и ее связь с продуктивностью, определено время овуляции и формирования яиц и ритмы этих процессов, подтверждены перспективы использования времени проявления циркадных ритмов в создании способов отбора и прогнозирования яичной продуктивности птицы. Способы позволяют проводить оценку и отбор кур по яичной продуктивности не менее чем на 2 – 3 месяца раньше традиционных используемых методов.

На основании проведенных исследований разработаны и запатентованы новые способы селекции кур. Способы отбора кур испытаны в АО ППЗ «Лабинский».

**Методология и методы исследований.** Методологической основой для постановки целей и задач исследований явились научные положения отечественных и зарубежных авторов в области разработки методов повышения воспроизводительных и продуктивных качеств, жизнеспособности и повышения биологических резервов сельскохозяйственной птицы.

В процессе проведения научно-хозяйственных и лабораторных опытов использовались общие методы научного познания, современные инструментальные, зоотехнические, биологические методы исследования.

Для обработки экспериментальных данных использовались статистические и математические методы анализа, позволяющие обеспечить объективность полученных результатов.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- высокопродуктивные куры имеют продолжительные серии кладки с короткими не более 1 – 2 дней интервалами между сериями;
- время снесения яиц в серии кладки зависит от времени и ритма овуляции; время формирования яиц в яйцеводе величина постоянная и не зависит от продуктивности кур;
- раннее прогнозирование яйценоскости кур в возрасте 22 – 23 недели жизни по времени снесения трех яиц в серии повышает точность отбора и сокращает срок отвода селекционного молодняка;
- экономическая эффективность раннего обора племенных кур складывается за счет сокращения на 2 – 3 месяца сроков оценки продуктивных качеств кур.

**Степень достоверности и апробация результатов исследований.**

Производственная проверка научных положений и разработок по теме диссертационных исследований проведена в АО ППЗ «Лабинский».

Достоверность результатов исследований обоснована репрезентативностью выборки животных и использование современных методик исследований, обработкой полученных результатов биометрическим методом.

Заключительная часть диссертации в виде выводов и предложений производству вытекает из достоверных результатов собственных исследований.

Реализация, апробация и внедрение основных полученных результатов научных исследований в производство проводились автором лично при содействии на разных этапах выполнении диссертационных исследований сотрудников и специалистов АО ППЗ «Лабинский» Лабинского района Краснодарского края.

Основные материалы диссертационной работы доложены и обсуждены на ежегодных научных конференциях факультета зоотехнии КубГАУ (2016 – 2019 гг.). Международном салоне изобретений и новых технологий «Новое время» (г. Крым, 2018 г.). Международной агропромышленной выставке «Агрорусь – 2018», (г. Санкт-Петербург, 2018 г.). Российской агропромышленной выставке «Золотая Осень – 2018» (г. Москва, 2018 г.), международном салоне изобретений и новых технологий «Новое время» (г. Севастополь, 2019 г.), Международной агропромышленной выставке «Агрорусь – 2019», (г. Санкт-Петербург, 2019 г.).

**Публикации результатов исследований.** Основные положения научной квалификационной работы опубликованы в 9 печатных работах, в том числе 2 статьи, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ. Получено 4 патента на изобретение (№ 2617302, № 2627203, № 2648149, № 2672615)

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, материала и методики исследований, собственных исследований, экономической части, выводов, списка использованной литературы и приложений.

Работа изложена на 121 странице компьютерного текста. Содержит 22 таблицы, 15 рисунков. Список литературных источников включает 161 наименование, включая 94 иностранных.

## 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1 Биологические ритмы птицы

Жан – Жак д. Орту де Меран (французский астроном) в 1729 году при исследовании цветов галиотропа установил, что цветок закрывается в сумерки и распускается на рассвете. Он заметил, что цветок, который поместили в темную комнату, раскрывался и закрывался при отсутствии света, согласно смене дня и ночи. Он установил, что у растения существуют ритмы, которые регулируются внутренними механизмами. Такие цветы каждый день с точностью до нескольких минут раскрывают и закрывают свои лепестки.

Биолог К. Линней разработал цветочные часы, которые состоят из различных видов растений, которые распускались по очереди с 6 часов утра до 6 вечера.

В начале 1900-х годов Карл фон Фриш и Ингеборг Белинг заметили, что пчелы посещают цветы в определенное время дня, даже когда их помещают в искусственную кормушку, где нектар и дневной свет отсутствуют. Это продемонстрировало наличие эндогенных биологических ритмов (возникающих внутри). Огюст форель также нашел точные результаты теста на биологических системах пчел в 1910, и его работа добавила интерес к биоритмам. Сазерленд Симпсон и Джей Джей Гэлбрейт сделали значительные наблюдения в поведении млекопитающих в 1906, изменяя экологический светло – темный цикл. Густав Крамер и Клаус Хоффман изучали внутренние часы мигрирующих птиц в 1950-х годах, а Колин Питтендри продемонстрировал, что их внутренние часы остаются неизменными независимо от окружающей среды. Результаты исследования многих типов биоритмов в настоящее время широко распространены. Большой прогресс в изучении биоритмов произошел в начале 30-х годов XX

века. В 1958 г. Эрвином Бюннингом была написана первая монография по изучению биоритмов. (Bunning E., 1958; Фриш К., 1955).

Ученым понадобилось более 200 лет, чтобы понять, что все растения и животные имеют внутренние часы, и даже каждая клетка живет в 24 часовом ритме (Баблянец А., 1990; Банкова В.В., 1998; Казачков Ю.Г., 2006; Василик П.В., Галицкий А.К., 1991; Павлов И.П., 1949).

Последующие исследования показали, что процессы, не имеющие столь явных внешних проявлений, например фотосинтез, скорость клеточного деления, тоже имеют правильные суточные ритмы, сохраняющиеся при постоянных условиях среды. Эти регулярные, приблизительно 24 часовые (суточные) циклы называются циркадными ритмами от латинских слов *circa* – «приблизительно» и *dies* – «день» (Anisimov S.V., Popovic N., 2004; Бондаренко Г.М., Михайлов М.В., 2008).

Впервые о часовых циркадных генах стало известно в начале 1970-х годов, после экспериментов с дрозофилами. Ученые Калифорнийского технологического университета (молекулярный биолог Се ймур Бензер и его аспирант Рональд Конопка) вносили ДНК дрозофил мутации и следили, меняется ли суточный ритм мух. В результате им удалось получить три разновидности мух, у которых и поведение, и даже время выхода взрослого насекомого из куколки не соответствовали обычному суточному расписанию: у одних мух внутренние часы пошли быстрее и цикл стал 19 часовым, у других наоборот замедлились, так что их сутки удлинились до 28 часов; наконец, мутанты третьей разновидности вообще утратили какой-либо ритм. Скрещивая мутантов между собой, Бензер и Конопка установили, что все мутации относятся к одному и тому же гену, который впоследствии назвали *period* или *per*. Они предположили, что у мутантов, утративших ритм, ген совсем не действует, а у тех, у кого внутренние часы пошли быстрее или медленнее, ген работает, но его активность не такая, какая должна быть в норме. И только в середине 80 – годов, стало понятно, что из

себя представляет ген *per*, когда его удалось вырезать из ДНК и определить нуклеотидную последовательность (Ужегов Г.Н., 1997).

Нобелевские лауреаты Jeffrey C. Hall, Michael Rosbash, Michael W. Young открыли «гены времени», существующие во всех клетках живого от одноклеточных сине-зеленых водорослей до первых клеток мозга млекопитающих (Arlene C., 2017).

Молекулярные биологические часы клетки устроены по принципу саморегулирующейся транскрипционно-трансляционной петли обратной связи (Дин Буономано, 2019; Браун Ф., 1964; Зотин А.И., 1966).

Все процессы в организме регулируются высоко консервативным набором генов, в совокупности называемых "генами часов", продукты которых, как полагают, динамически взаимодействуют для выявления ритмических моделей транскрипции, трансляции, биохимических и физиологических процессов и поведения (Aton S.J., Herzog E.D., 2005; Wood-Gush D., Gilbert A., 1969).

Если существуют гены времени, следовательно, живые организмы обладают биологическими часами, которые управляют всеми биохимическими, физиологическими и поведенческими процессами целого организма (Шноль С.Э., 1964).

Биологические часы выполняют ту же функцию, что и обычные часы – они измеряют время. Однако они измеряют время таким образом, чтобы нервная система животных и организм в целом приводились в соответствие с условиями среды. Таким образом, биологические часы всегда должны быть синхронизированы с окружающей средой (Уинфри Т., 1990).

Цикл сна и бодрствования – только одно из многих доказательств существования биологических часов. От времени суток зависят и другие физиологические показатели. Так, температура тела человека не всегда равна 36,6 °С, но это среднесуточная температура, а максимум температуры наблюдают обычно вечером. В ряде исследований циклы сна и бодрствования людей колебались от 20 до 40 часов, а изменения

температуры были в 24 часовом цикле. Таким образом, в организме существуют разные часы, и они всегда идут синхронно. Следовательно, биологические часы предназначены для решения одного типа задач (Дин Буономано, 2019).

Еще одна очень важная особенность биологических часов, их возможность подстраиваться к окружающей среде, что составляет основу целесообразности любых биологических часов. Они всегда подстраиваются по сигналу времени. Сигнал времени должен быть связан с вращением планеты и ежедневно достаточно точно повторяться. Для всех живых существ на Земле, таким сигналом времени является свет и чередование день – ночь, связанные с периодом суточного вращения Земли (Эмме А.М., 1967; Halberg M., 1959).

Согласование системы ритмов с внешними сигналами поддерживает нормальное состояние организма, а рассогласованность ритмов или десинхроз, негативно сказывается на их жизнедеятельности (Павлович Н.В., Галлиулин Ю.И., 1991).

Всеобщность циркадных ритмов, их универсальность, стабильность, строгая закономерность проявления позволяют считать суточные ритмы таким же фундаментальным свойством живого, как генетический код, а циркадную систему ритмов – сопоставимой по значимости с нервной и эндокринной системами организма (Бюннинг Э., 1991; Aschoff J. et al, 1984).

Биологические ритмы – это генетически запрограммированный универсальный продукт и инструмент эволюции, адаптирующий животных к периодическим изменениям средовых факторов (Заморский И.И., Пишак В.П., 2003; Щербатов В.И., 2016)

Биологические часы птиц еще мало изучены. Многие ученые считают, что во всех живых организмах они обладают удивительной точностью (Браун Ф., 1964; Гора Е.П., 2007).

Биологическая функция часов у птиц имеет решающее значение для циклов сна и бодрствования, но также может регулировать миграцию,

половое поведение, социальную интеграцию и компенсированную по времени навигацию. Механизм биологических часов должен быть каким-то образом связан с механизмами всех этих видов поведения (Сидоренко Л.И., Щербатов В.И., 2016).

У птиц функция биологических часов показывает все аспекты биологии, контролируя ежедневные изменения сна: пробуждение, зрительную функцию, песню, миграцию и ориентацию, а также сезонное размножение, песни и миграции. Молекулярные циркадные часы точно синхронизированы, и вероятно птичьи молекулярные механизмы подобны циклам млекопитающих, включая людей.

## 1.2 Классификация биологических ритмов

Ритм (от греч. *rhythmos* – любое регулярное повторяющееся движение, ритм) периодическое повторение биологического явления, которое происходит с определенной последовательностью.

Циркадный ритм, протекающий без воздействия каких-либо внешних сигналов, называют свободным циркадным ритмом. Для изучения этого вида ритмов искусственно создают условия изоляции животных при содержании в постоянной темноте или круглосуточном освещении (Павлович Н.В. и др., 1991; Morin L.P. et al, 1977).

Период, частота, фаза и амплитуда колебаний характеризуют проявление биоритма.

Частота биологических ритмов определяется частотой периодических процессов, которые протекают во внешней среде. Чередование света и темноты являются проявлением периодических процессов.

Периодом ритма называется продолжительность одного цикла, то есть длина промежутка времени до первого повтора. Число циклов, совершающихся в единицу времени, называется частотой ритмов. Понятие частоты обычно используется лишь для ритмов с коротким периодом.

Под амплитудой понимают размах колебаний между двумя предельными значениями ритмически изменяющейся величины.

Термин фаза относится к любой отдельно выделенной части цикла, например к начальному периоду цикла, тогда это будет «начальная фаза». Этим термином пользуются, описывая связь одного ритма с другим или несколькими ритмами. Например, пик активности грызунов совпадает по фазе с темным периодом цикла свет-темнота. Если два выделенных отрезка времени не совпадают, то вводится термин разность по фазе, выраженная либо в долях периода, либо в градусах. В последнем случае весь цикл соответствует полному углу в  $360^\circ$ . Таким образом, разность по фазе между периодом активности грызунов и светлым периодом суток составляет  $180^\circ$ , или 12 часов. Опережение или отставание по фазе означает, что событие произошло раньше или позже ожидаемого срока (Детари Л., 1984; Harker J.E., 1960).

Биологические ритмы делят на экзогенные и эндогенные, в зависимости от источника происхождения.

Экзогенные биоритмы – это ритмы, которые вызваны периодическими воздействиями извне. На колебания факторов окружающей среды они являются пассивными реакциями

Эндогенные биоритмы являются естественными циклами в организме. Эндогенный циркадный ритмоводитель влияет на ключевые физиологические функции, такие как температура тела и биение сердца и т.п.

Эндогенные ритмы потребления кислорода с периодом 0,5–3,0 ч были установлены у ряда дробящихся яйцеклеток (Заморский И.И., Пишак В.П., 2003; Wilkie S.E. et al, 1998) в делящихся синхронизированных культурах амёб (Eneright J.T., 1966), у взрослых ракообразных (Benoit J., Assenmacher I., 1954; Monij Y., 1974), млекопитающих (Johnson A., 1986; Silver R., Bittman E.L., 1984) и человека (Halberg F., 1959).

Ашофф Ю. (1984) предложил классификацию биоритмов:

1. по их собственным характеристикам, таким как период;

2. по биологической системе (например: популяции), в которой наблюдается ритм;

3. по роду процесса, порождающего ритм;

4. по функции, которую ритм выполняет

По длине периода различают:

1. Циркадианные (околосуточные) ритмы – с периодом около 24 часов.

Циркадные часы и внутренняя система, регулируют различные физиологопсихологические процессы через поколение ритмов приблизительно 24 часов циркадных в выражении гена, которые переведены в ритмы в метаболизме и поведении. Оно выведено от латинских корней "circa" (около) и "diem" (день) и действует как важный регулятор широкого массива физиологопсихологических функций включая метаболизм, сон, температуру тела, кровяное давление, инкреторную, иммунную, сердечнососудистую, и ренальную функцию. Knobil E. (2004) предложил применять префикс «цирка-» только к тем ритмам, которые обычно синхронизированы с циклами окружающей среды, а свой собственный период (внутренне присущий системе) проявляют только в особых условиях.

Изучение физиологических механизмов, лежащих в основе цирка-ритмов, быстро продвигается вперед (Palmer J.D., Wiley N.Y., 1974; Stehle J.H. et al, 2011).

Была предложена модель внутриклеточной транскрипционно-трансляционной петли обратной связи (TTFL), в которой несколько канонических продуктов генов часов и генетических элементов управляют ритмической экспрессией нисходящих генов (управляемые часами гены; ccgs), способствуя ритмической физиологии (Boothroyd C.E. et al, 2007; Brown F.A. et al, 1954). Циркадные часы синхронизированы к местному времени ежедневными светло-темными циклами, механизм, который наделяет их способностью предвидеть и адаптироваться к ежедневным и сезонным изменениям в условиях окружающей среды (Bodenstein C. et al, 2012; Cassone V.M., 2009).

2. Ультраниантные (околочасовые). Это короткие ритмы, границы которых точно не установлены. Были открыты более 30 лет тому назад (Benoit J., 1954).

Ритмы активности пищеварительной системы также имеют четкие околочасовые составляющие: таков ритм синтеза и выделения слюны, секреции ферментов поджелудочной железы, желчи, сокращений желудка и кишечника (Klein D.C. et al, 1997).

3. Инфраниантные ритмы определяются как эндогенная ритмическая модель, которая имеет продолжительность цикла больше, чем циркадные ритмы, то есть более 24 часов за цикл (Gaston S., Menaker M., 1968).

Для всех эндогенных биологических ритмов характерна определенная вариабильность. Так для ритмов центральной нервной системы, дыхания и системы кровообращения свойственна большая индивидуальная изменчивость. Другие ритмы, такие как овариальный цикл, проявляют значительную межвидовую изменчивость, но малую индивидуальную (Aschoff J. et al, 1984)

Высокая индивидуальная изменчивость ряда ритмов, связана с центральной и периферической нервными системами, вероятно связана с высокой скоростью реакции ритмов на изменение освещенности, колебаниями температуры, изменениями атмосферного давления и других факторов. Индивидуальная реакция, которая предполагает высокую изменчивость биоритма, возникает на изменение условий содержания и кормления птицы в птичнике (Михайлова М. В., Огнев В. И., 2011; Заморский И.И. и др., 1998; Уинфри А.Т., 1990; Щербатов В.И., 2009; Щербатов В.И., 1994).

По данным Daan S. и др. (1975), при кастрации мышей кастрации мышей происходит удлинение периода, а при введении тестостерона происходит его сокращение. Имплантация капсулы эстрадиола вызывает у самок хомячков сокращение периода, а имплантация мелатонина вызывает у

воробьев тот же эффект. Gwinner E. (2001) в своих исследованиях на птицах доказал, что осенью отмечаются более длинные периоды, чем весной.

### 1.3 Формирование биологических ритмов

Данилов В.И. (1968) в своих исследованиях доказал, что суточную периодичность имеют ритмы и функции состояний центральной нервной системы, системы анализаторов и двигательного аппарата коры больших полушарий мозга.

В настоящее время накоплено много данных, указывающих на то, что ритмы ЦНС, системы анализаторов и двигательного аппарата коры больших полушарий мозга имеют суточную периодичность (Данилов И.В. и др., 1968; Ефимов М.Л., 1990; Заморский И.И. и др., 1998; Saenz de Miera C. et al, 2014).

В своих исследованиях на белоголовых воробьиных овсянках Уокоуама К. (1978) доказал, что в гипоталамусе располагаются фоторецепторы, которые обеспечивают фотопериодическую реакцию.

У позвоночных регуляция циркадных ритмов происходит в специализированных нейроэндокринных структурах (Menaker M., 1968). К ним относятся шишковидная железа (эпифиз), сетчатка, гипоталамическое супрахиазматическое ядро (СХЯ) и структуры, связанные с каждым из компонентов. Относительная важность каждого из этих компонентов для явной циркадианной организации существенно различается среди таксонов позвоночных (Gaston S., Menaker M., 1968; Deguschi T.A., 1979).

СХЯ расположено в гипоталамусе на уровне основания носа позади глаз над перекрестом зрительных нервов, связана с шишковидной железой (эпифизом – железа внутренней секреции в промежуточном мозге). Его считают центральным водителем ритма, который настраивается с помощью световых сигналов, поступающих от сетчатки глаза (Schafer E.A., 1987; Arendt J., 1995).

СХЯ является главным кардиостимулятором для генерации и координации всех молекулярных, биохимических, физиологических и поведенческих ритмов у птиц и млекопитающих (Moore R.Y., Eichler V.B., 1976).

Циркадная система была хорошо изучена у млекопитающих, однако, у домашней птицы такие исследования ограничены. Циркадная система птиц более сложна, чем у млекопитающих. Она состоит из циркадных осцилляторов, которые находятся в шишковидной железе, сетчатке и СХЯ. СХЯ у птиц состоит из двух структур: зрительной и медиальной СХЯ. Птицы имеют экстраокулярные фоторецепторы и, соответственно, независимо регулируемые кардиостимуляторы, отсутствующие у млекопитающих. Таким образом, изучение хронофизиологии птиц может потребовать большего внимания (Aton S.J., Herzog E.D., 2005; Edery I., 2011; Follet V.K. et al, 1974).

Супрахиазматическое ядро (СХЯ), которое находится в гипоталамусе, является главным эндогенным стимулятором (или главными часами). Он контролирует биологические ритмы. Он связан с другими областями мозга, ответственными за сон и бодрствование. СХЯ также получает информацию об уровнях света (экзогенный сигнал) от эпифиза, который устанавливает циркадный ритм так, что он будет в синхронизации с внешним миром, например днем и ночью.

Важно отметить, что ученые также предположили, что шишковидная железа должна влиять на поведение через секрецию гормона, потому что один день не считается достаточным для повторной иннервации тканей-мишеней, где бы они ни находились (Katz D., 2007; Gaston S., Menaker M., 1968).

СХЯ посылает сигналы шишковидной железе, которая увеличивает количество мелатонина ночью, помогая птицам засыпать. СХЯ и эпифиз работают совместно как эндогенные ритмоводители, однако их деятельность отзывчива к внешнему сигналу света (Bosler O. et al, 2015; Dubocjvich M.L.,

2007; Johnson A., 1986; Palmer J.D., 1974; Timothy H., 1984; Van Reeth O., Maccari S., 2007).

Хирургическое разрушение СХЯ у нескольких видов грызунов (крыс, мышей и хомяков), кошек и белок и обезьян отменяет экспрессию широкого спектра циркадных ритмов и делает биологические часы этих видов нечувствительными к циклам смены дня и ночи (Moore R.Y., Klein D.C., 1974).

Меланопсин, содержащий собственные фоточувствительные ганглиевые клетки сетчатки во внутренних сетчатках, передает фотическую информацию в СХЯ через моносинаптический путь, чтобы обеспечить синхронизацию. В ответ на фотические стимулы мультисинаптический путь от СХЯ к адренергическим волокнам, иннервирующим шишковидную железу, регулирует высвобождение норадреналина из этих волокон и, следовательно, синтез мелатонина. Хотя ритм мелатонина также чувствителен к изменениям фотопериода, присутствие искусственного освещения подавляет сезонные изменения циркадных ритмов (таких как мелатонин), которые в противном случае могли бы быть очевидными (Rowan W., 1926; Welsh D. et al, 2010; Yan L., Silver R., 2008).

Исследования большого числа исследователей показали, что пинеалоциты, фоторецептивные секреторные клетки птичьей шишковидной железы, поглощают аминокислоту триптофан, которая преобразуется в 5-гидрокситриптофан гидроксилазой триптофана, а затем декарбоксилируется с образованием серотонина (5НТ) ароматической L-аминокислотной декарбоксилазой. В течение субъективной ночи в 5НТ преобразуется в N-ацетилсеротонин (NAS) арилалкиламином (или серотонином)-N-ацетилтрансферазой. Затем NAS преобразуется в мелатонин гидроксииндол-O-метилтрансферазой (Underwood H. et al, 1997).

Птицы содержат функциональные фотопигменты в мозге, которые имеют решающее значение для захвата как циркадных, так и круглогодичных циклов. У птиц они находятся в шишковидной железе, преоптической

области, боковой перегородке и трубчатом гипоталамусе. Ранние исследования Бенуа в 1930-х годах показали, что домашние утки, *Anas platyrhynchos*, которые были ослеплены (энуклеированы), продолжали проявлять репродуктивные реакции на изменение фотопериода (Bell-Pedersen D. et al, 2005). У птиц, у которых был удален эпифиз, ритмичность можно восстановить с помощью пересадки эпифиза от донора (Zimmerman N.H., Menaker M., 1975). После пересадки эпифиза донора образуется новый ритм, который сохраняет фазу ритма донора. У воробьев наблюдается циркадианный ритм концентрации мелатонина в плазме, частично обусловленный его синтезом в эпифизе. При введении небольших доз мелатонина изменяется свободнотекущий период ритма подвижности в постоянной темноте.

Эпифиз представляет собой автономный осциллятор, который ритмично выделяет мелатонин, и ритм концентрации последнего в крови синхронизирует «нижележащую» часть циркадианной системы. В циркадианной системе птиц помимо эпифиза существуют другие компоненты, поскольку птицы с удаленным эпифизом, хотя и не обнаруживают свободнотекущих ритмов, все же поддаются захватыванию световыми циклами. Повреждение супрахиазматических ядер (СХЯ) у птиц приводит к исчезновению свободнотекущих ритмов. Это говорит о том, что между эпифизом и СХЯ существуют двусторонние взаимодействия (Suda M. et al, 1979).

Доказано, что в синтезе мелатонина участвует циркадный ритм активности фермента ацетилсеротонин-метилтрансферазы (АСМТ) (Binkley S., Geller E.R., 1975). Многие ученые считают, что (АСМТ) является главным фактором, который синхронизирует поведенческие ритмы. Большая активность АСМТ наблюдается в темное время, причем ритм его активности равен 24 часам и в постоянной темноте остается неизменным (Остин К., Шорт Р., 1987). Ритм сохраняется в эпифизе птиц в условиях световых циклов (Binkley S., Hryschethyshyn M., 1979) и, по меньшей мере, на

протяжении двух циклов в постоянной темноте, при световых циклах продолжительность его колеблется до 17 суток (Daan S., Pittendrigh C.S., 1975). Очевидно, что эпифиз способен поддерживать ритмичность *in vitro* по крайней мере при световых циклах, но нельзя утверждать, что он является автономным циркадианным осциллятором, поскольку его ритмичность в постоянных условиях может быстро затухать (Sulzman F.M. et al, 1977; Takahashi J.S. et al, 1980).

Возможно, что в циркадианной системе птиц основным колебателем служит какая-то структура. В связи с этим особый интерес представляет сообщение о ритмичности (АСМТ) в глазу цыпленка (Binkley S., Geller E.R., 1975), которая сохраняется в постоянной темноте после удаления эпифиза и сопровождается ритмом содержания мелатонина (Hamm H.E., Menaker M., 1980).

Введение мелатонина восстанавливает циркадианные ритмы активности и метаболизма головного мозга у аритмичных, пинеалэктомированных птиц. Важно отметить, что пинеалэктомия не может полностью отменить ритмы у скворцов, голубей и перепелов, и операция не оказывает абсолютно никакого поведенческого эффекта на цыплят (Menaker M., 1966; Perrins C.M., 1996; Ramkisoensing A. et al, 2014; Moore R.Y., Klein D.C., 1974).

Вполне вероятно, что у этих видов ритмическая секреция мелатонина сетчаткой способствует циркадной организации. Таким образом, шишковидная железа птицы содержит фотический вход, циркадные осцилляторы и молекулярный выход, мелатонин, который также является циркадным ритмоводителем.

Мелатонин является биологическим регулятором ритма и имеет множество других важных функций. Мелатонин играет регулирующую роль в физиологическом циркадном ритме деятельности гормонов, экспрессирующихся в различных тканях и органах (Rusak B., Zucker I., 1979; Reiter R.J., 1995; Zhang J. et al, 2004).

У птиц циркадианные ритмы дневной активности и ночного покоя обуславливают содержание мелатонина, который циркулирует в крови, а также циклические изменения температуры тела. У птиц в темноте активность АСМТ в 27 раз выше, чем днём, а количество мелатонина в 10 раз выше. Пики обеих величин приблизительно совпадают по времени. Куры садятся на насест при увеличении количества мелатонина в крови, температура тела у них снижается и они засыпают. Во время периодов темноты эпифиз чувствителен к изменениям освещенности. Достигая эпифиза, утренний свет уменьшает активность АСМТ, вследствие чего снижается количество мелатонина в крови. Снижение концентрации мелатонина у птиц в крови повышает температуру тела, и они просыпаются, и проявляется дневная активность. Биологические часы эпифиза ежедневно корректируются, при этом общая продолжительность цикла равная 24 часам сохраняется (Анисимов С.В, и др., 2002; Комаров Ф.И. и др., 2004; Abreu V.M.N., et al, 2011; Dobie J.B. et al, 1996; Schwartz W.J. et al, 2011; Morton M.L., 1967; Nicholson A.J., 1955; Pamment P. Et al, 1983).

Сложная система цепи рефлекторных и гуморальных реакций возникает в результате действия света на организм птиц.

Свет преобразуется в нервный импульс в результате воздействия на светочувствительные элементы сетчатки глаза. Нервный импульс достигает зрительных центров головного мозга, после чего сигналы направляются в гипоталамус и эпифиз в определенной последовательности. К изменениям физиологической активности эндокринных желез приводит нормальная деятельность гипофиза (Жуков Д.А., 2004; Stephan F.K., Nunez A.A., 1977; Dobie J. et al, 2000; Shen L. Et al, 2012; Tischkau S.A. et al, 2011).

Через фоточувствительные клетки мозга и через сетчатку глаза птицы воспринимают свет. Это показывает особую значимость света в жизни птицы и также позволяет выступать регулятором всего обмена веществ (Пильщиков Ю.А., Копейкина Е.С., 2012).

По своей структуре глаз птиц очень похож на человеческий. У птиц глаз очень плотно прилегает к черепу, и он способен, очень мало двигаться, поэтому часто можно увидеть, как птицы двигают головами, чтобы изменить свое визуальное отношение к чему-то. У большинства птиц глаза расположены гораздо ближе к бокам головы, чем у человека. Это дает птице большее общее поле зрения, но значительно уменьшает ее бинокулярное зрение (область, в которой оба глаза могут видеть объект) (Воронцов А.Н., 2005; Myung J. et al, 2012; Suda M. et al, 1979; Taylor N.G., 1970; Voisin P. Et al, 1992).

Большинство птиц являются тетрахроматическими, обладая четырьмя типами конусообразных клеток, каждый с отличительным максимальным пиком поглощения. У некоторых птиц максимальный пик поглощения конусообразной клетки, ответственной за самую короткую длину волны, распространяется на ультрафиолетовый (УФ) диапазон, что делает их чувствительными к ультрафиолетовому излучению. В дополнение к этому, колбочки на сетчатке птицы расположены в характерной форме пространственного распределения, известной как гиперуниформное распределение, которое максимизирует поглощение света и цвета. Эта форма пространственных распределений наблюдается только в результате некоторого процесса оптимизации, который в данном случае может быть описан в терминах эволюционной истории птиц (Suda M. et al, 1979; Van Reeth O., Maccari S., 2007).

Палочки и колбочки способны реагировать на ничтожно малую величину света. В ответ на изменение интенсивности света в сетчатке возникают электрические и фотохимические явления. Фотохимические явления заключаются в следующем. В палочках содержится светочувствительное вещество родопсин, в колбочках – йодопсин. Оба вещества белковой природы. Родопсин светочувствителен и если его подвергнуть действию света, он распадается на ретинен – вещество, очень близкое к витамину А и белок называемый опсином. Это первый этап в

рецепции света палочками в глазу позвоночного животного. Это вызывает импульсы, передающиеся по зрительным нервам в мозг. Одновременно с разложением родопсина происходит и его восстановление. Для этого необходимо не только нормальное кровообращение, но и присутствие в сетчатке витамина А. При недостатке витамина восстановление родопсина задерживается, и у животного появляется плохое различие предметов в сумерках - « куриная слепота». Палочки значительно чувствительнее к свету, чем колбочки. При очень ярком освещении восстановление родопсина в палочках не успевает за его распадом и большую роль начинают играть колбочки (дневное зрение) (Myung J. et al, 2012).

Шишковидная железа птиц содержит один или несколько циркадных осцилляторов, которые играют важную роль в общей временной организации. В световых циклах высвобождение мелатонина сильно ритмично, однако в постоянных условиях амплитуда ритма ниже и кажется затухающей.

Мелатонин, который обеспечивает ход этих часов, можно уподобить маятнику, а эпифиз биологическим часам организма. Снижение амплитуды колебаний мелатонина приводит к их остановке. Мелатонин играет роль тени от гномона – стержня, который отбрасывает тень солнца. Анисимов В.Н. (1997) сравнил эпифиз с солнечными часами. Уровень мелатонина минимален, когда солнце днем высоко и тень коротка. Пик синтеза мелатонина эпифизом и секреции его в кровь наблюдается в середине ночи. Мелатонин имеет суточный ритм. Единицей измерения мелатонина является хронический метроном – суточное вращение Земли вокруг своей оси.

Существует сезонный ритм секреции мелатонина. Уровень мелатонина в крови повышается поздней осенью и зимой и снижается весной и летом, в связи с увеличением освещенности, (Anisimov S.V., Popovic N., 2004; Prayitno D.S. Phillips C.J.C., 1997; Prescott N.B., Watches C.M., 1999).

Биологическая активность мелатонина определяется двумя типами рецепторов, связанных с G-белком, называемые MT1 и MT2, которые

экспрессируются в головном мозге, а также в различных периферических тканях. Следует отметить, что мелатонин функционально участвует в поведенческих реакциях при размножении у птиц.

Оба рецептора MT1 и MT2 экспрессируются в различных эндокринных тканях, включая нейроны гипоталамического гонадотропин-рилизинг гормона и фолликулы яичников, что позволяет предположить, что действие мелатонина функционально связано с репродуктивной системой.

Мелатонин оказывает широкий спектр на уровне гонад, влияя на различные компоненты клеток в фолликулах яичников, в частности на ооциты (Rovee C.K. et al, 1977).

Мелатонин также выполняет функцию прямого и мощного поглотителя свободных радикалов для снижения стресса на уровне яичника, не взаимодействуя с соответствующими рецепторами (Sulzman F.M. et al, 1977).

Было широко признано, что открытый период овуляторного цикла является следствием синхронизации секреции лютеинизирующего гормона (ЛГ) (Dubocovich M.L., 2007; Teubner B.J. Freeman D.A., 2007), который управляется нейроэндокринными высвобождающими факторами, контролируемые основными циркадными часами, расположенными в супрахиазматическом ядре (СХЯ).

У животных основные гены часов экспрессируются во многих периферических тканях по всему телу, которые вносят вклад во временную регуляцию, включая те, которые составляют репродуктивную систему. Однако мало что известно о возможной роли циркадной регуляции во время формирования и откладывания яиц.

Овуляторный цикл кур, по-видимому, является примером системы, в которой циркадные и интервальные механизмы синхронизации взаимодействуют, чтобы максимизировать образование яйцеклетки и яйцекладку в оптимальное время. Яйцеклетка формируется от 23 до 24 ч; после овуляции желток попадает в яйцевод, где белок, мембраны яйца и яичная скорлупа последовательно откладываются в разных сегментах

яйцевода курицы (He Ma Bao-Ming Li et al., 2013). Высокопродуктивные куры могут сносить яйца без интервалов и ежедневно откладывать яйца в течение всего продуктивного периода (Schafer E.A., 1987). Это явление происходит по одной из двух причин: либо сокращается интервал от яйцекладки до следующей овуляции, либо сокращается время нахождения яйцеклетки в яйцеводе.

Образование яичной скорлупы имеет явное адаптивное значение. На ранних стадиях образованная скорлупа еще мягкая и легко ломается. Таким образом, вполне вероятно, что это событие может быть приурочено к тому, чтобы птица оставалась активной в дневное время без опасности для яйца или себя и оставляла ночное время для долгосрочного формирования яичной скорлупы (Palmer J.D., 1974). Хронометраж циклических часов экспрессии генов в матке может подразумевать, что процессы захвата желтка и образования яичной скорлупы регулируются часами внутренне различной фазировки или по-разному реагируют на внешние сигналы. Таким образом, локальные часы обеспечивают прямое регулирование образования яйца.

Исследование овуляционного цикла и температуры тела ядра домашних кур и японских перепелов (Timothy H., 2006) предлагает систему с двумя осцилляторами, которая включает в себя центральные часы, управляющие циркадными ритмами, и "овуляторные" часы, ответственные за время яйцекладки.

Кроме того, автономные часы были обнаружены в яичниках цыплят и перепелов с самыми крупными фолликулами, демонстрирующими ритмическую экспрессию генов часов. Исследования также показали, что ежедневный цикл экспрессии гена часов "активируется" в какой-то момент во время дифференцировки фолликулярных клеток и идентифицирует несколько тактовых генов, которые участвуют в биосинтезе стероидов (Cassone V.M., 2009). Эти данные свидетельствуют о том, что окончательная зрелость и развитие фолликулов и последующая овуляция также

контролируются циркадным путем (Aschoff J. et al, 1974; Lindberg R.G., Hayden P., 1974).

Таким образом, суточная динамика гормональной активности в организме может рассматриваться как первопричина самых разнообразных периодических изменений интенсивности физиологических и биохимических реакций.

#### **1.4 Факторы, влияющие на формирование яиц у кур-несушек**

Яйценоскость зависит от условий кормления, содержания птицы, породы (красса). Один из важных факторов – свет. Дополнительным искусственным светом можно удлинить или укоротить световой день и продлить цикл яйцекладки. При этом действуют не только гормоны, но и то, что при более продолжительном дне куры больше поедают питательных веществ, для образования яиц.

У птиц функционирует только один яичник и один яйцевод. На ранних стадиях эмбрионального развития каждая самка имеет по два яичника, но только левый развивается в функционирующий орган. У некоторых птиц, таких как ястребы, обычно развивается и правый яичник и яйцевод. Зрелый яичник выглядит как гроздь и может содержать до 4000 маленьких яиц, которые могут развиваться в зрелые яйца. Овуляция происходит в течение 6-8 часов после выброса в кровь высокой дозы гипофизарного гормона. Выброс гормона связан с наступлением темноты и обычно происходит между полночью и 8 часами утра. В результате овуляция чаще всего происходит днём. Кроме того, как правило, птицы несутся днём потому, что для завершения формирования яйца требуется около 24 часов (Stupfel M. et al, 1979).

По данным других авторов (Боголюбский С.И., 1991; Величко О., 2010) формирование яйца у нормальных несушек происходит от 19-24 часов.

При оптимальном микроклимате, нормированном кормлении, режиме освещения происходит развитие и созревание яйцеклетки, образование и снесение яиц детерминированных геномом кур. Под влиянием нейрогормональной деятельности организма находится процесс образования яиц в организме птиц, который регулируется ЦНС. Синхронность в созревании фолликулов, овуляция яйцеклетки - желтка, образование и снесение яйца в наибольшей степени это связано с функциональной активностью гипоталамуса и гипофиза, гормонов яичника (эстрогенов, прогестерона).

У современных яичных кроссов кур продуктивный период кур может быть увеличен до 60 и более недель, при соблюдении полноценного кормления и оптимального микроклимата. Большой преградой в птицеводстве является снижение интенсивности яйцекладки после 52 недель продуктивности, которая составляет менее 80%, для большинства кроссов в промышленном птицеводстве, что связано также со снижением качества яиц (Штеле А.Л., 2013).

Физиологическое состояние организма птицы, интенсивность обмена веществ и биосинтез непосредственно оказывают влияние на яйценоскость и массу яиц. При формировании продуктивности в процессе онтогенеза сложный и длительный образования в яичнике (0–17 нед.) желтка - яйцеклетки является ограничительным фактором генома кур. За счет интенсивного функционирования яичника, яйцевода и быстрого метаболизма в организме фенотипические изменения признаков расширяют физиологические границы организма при давлении селекции. Несушка породы Леггорн снесла 361 яйцо за 364 дня, что можно считать пределом яичной продуктивности при практически 100 процентной яйценоскости.

В яичнике одновременно формируются 7–10 крупных фолликулов. При таком числе развивающихся фолликулов во второй половине продуктивного периода, чаще отмечается рассинхронизация овуляции и яйцекладки, что является главной причиной образования двухжелтковых яиц с большой

массой — 75–80 г и более. Молодые куры, у которых отмечается рассинхронизация цикла яйцекладки и ритма яйценоскости отмечается снесение двухжелтковых яиц.

Биологический цикл яйцекладки является немаловажным фактором высокой и устойчивой продуктивности, характерной для каждой особи. По данным исследователей серия непрерывной яйцекладки составляет 30–50 яиц с интервалом в среднем 1 - 2 дня при яйценоскости кур до 300 яиц. Отмечена более длинная серия из 40–80 яиц с небольшим количеством интервалов при напряженной яйценоскости кур выше 300 яиц, что определяет ритм яйценоскости. При сохранности 94 – 95% среднегодовая продуктивность кур за 52 недели может составить 330 – 340, а на начальную несушку — 310 – 320 яиц (Штеле А.Л., 2011).

К заметному сокращению сроков формирования яйца и прохождения его через яйцевод приводит изменение фотопериодического ритма, в результате чего у значительной части перепелок имеет место снесение двух яиц в течение одних суток (Сейдалиевой Г.О. и Турдубаева Т.Ж., 2015).

### **1.5 Влияние освещения на продуктивность птицы**

Свет и температура являются наиболее сильными синхронизирующими факторами для биологических ритмов.

Куры-несушки, как и многие другие птицы, в значительной степени полагаются на зрение, а свет является важным фактором в их естественной среде. Свет влияет на физиологию и поведение. Эти эффекты в основном вызываются спектральным составом, интенсивностью и фотопериодом. Современное птицеводство пытается манипулировать ими с целью контроля поведения и улучшения производства (Агеечкин А.П., 2005; Воронцов А.Н., 2005).

Еще в 1926, исследуя более ранние предположения, что свет может быть фактором в ежегодных циклах птиц (Rowan W., 1926), Уильям Роуэн

показал, что время миграции птиц произошло из-за часового восприятия изменения фотопериода (Ramkisoensing A. et al, 2014). С тех пор была проведена большая работа, которая ставит систему биологических часов птиц в число наиболее характерных механизмов биологического хронометрирования. Тем не менее, есть все большее число результатов исследований циркадных часов птиц, которые предполагают, что наше понимание его внутренней работы и его роли в различных поведеньях все еще не завершено. Многие аспекты поведения зависят от времени, механизмы регулирования этого поведения, по-видимому, связаны с часовым механизмом.

Световая среда состоит из нескольких факторов: светового периода, интенсивности, спектра, распределения и источника света. Идеальный световой режим возникает, когда все эти факторы оптимальны. Световой период соответствует длине дня. Противоположностью этому является темный период, то есть длина ночи. Жизнь несушек может быть грубо разделена на три фазы, каждая из которых требует отдельной комбинации светового и темного периода.

На первом этапе – это первые 24 – 48 часов сразу после вылупления – требуется длительный световой режим в 23 – 24 часа. Это гарантирует, что у недавно вылупившихся цыплят будет достаточно времени, чтобы найти пищу и воду и привыкнуть к новой среде.

Во второй фазе, фазе выращивания, несушка должна достичь оптимального веса, для перехода в следующую фазу, в которой куры будут подготовлены к фазе производства с помощью световой стимуляции. Для того чтобы не было стимуляции света на этапе выращивания, световой период должен быть сокращен до 9 часов. Примерно через 18 недель куры-несушки готовы к переводу в основное стадо. Здесь начинается 3 фаза, фаза производства, в которой сосредоточена световая стимуляция.

Карапетян С.И. (1960) утверждает, что в регуляции половой периодичности птиц, в частности в стимуляции их репродуктивной функции в зимний период, ведущая роль принадлежит не температуре, а свету.

Куры, выращенные при повышенном дневном освещении, производят больше яиц за счет высвобождения ФСГ и ЛГ из гипофиза. Яркость света также оказывает влияние на яйценоскость. В системе multi-duck cage минимум 0,5 футовой интенсивности света свечи необходим на нижнем ярусе. Для максимальной продукции, свет 16 часов необходим во время пикового периода яйцекладки. Снижение фотопериода в период кладки серьезно влияет на яйценоскость (Жуков Д.А., 2004).

Производство яйца связано с длиной и интенсивностью света, получаемого птицей ежедневно. Свет стимулирует переднюю долю гипофиза через зрительный нерв для высвобождения ФСГ (фолликулостимулирующий гормон) и ЛГ (лютеинизирующий гормон). Световая энергия также проникает через череп, кожу и перья. ФСГ увеличивает рост фолликулов яичников. По достижении зрелости яйцеклетка освобождается под действием ЛГ (Романов А., Романова А., 1959).

По мере приближения половой зрелости чувствительность к продолжительности освещения возрастает. С более низкой массой тела и мелким яйцом связана очень ранняя половая зрелость. Иногда более высокую общую яичную продуктивность и более крупные яйца обеспечивает запоздалая половая зрелость. У кур, как и у индеек, увеличение яйценоскости более чем на 40 % и ускорение полового развития происходит за счет дополнительного освещения (Пигарев Н.В., 1981).

Дополнительное освещение (световой день 15 час.) при прочих равных условиях увеличивает яйценоскость на 25—71%. В дальнейшем автор показал, что под влиянием дополнительного освещения не только увеличивается поедаемость кормов, но и повышается коэффициент перевариваемости их курами. При одинаковом уровне кормления повышение перевариваемости сырого протеина возрастает на 1,8 %, сырой клетчатки —

на 9,8%, сырого жира — на 1,7%, безазотистых веществ — на 1,8% и кальция — на 5,5%.

У многих видов птиц воздействие света длительностью более 11,5 ч/сут. приводит к быстрой индукции гипоталамо-гипофизарно-гонадной оси, вызывая развитие и рост яичек и фолликулов яичников (Enright J.T., 1966; Lloyd D., Rossi E., 1996).

Важным фактором при создании оптимальной светоцветовой среды является свет, который является составляющей частью макроклимата птицефабрик. Здоровье и продуктивность птицы зависят от интенсивности освещенности и спектрального состава источника излучения, а также от их комбинированного действия (Пигарев Н.В., 1975).

Куры воспринимают свет (цвета) иначе, чем люди. Люди различают три цвета: красный, зеленый и синий. У цыплят глаз - одно из наиболее развитых чувств, позволяющее цыплятам воспринимать больше цветов. Глаза цыплят находятся сбоку от головы, что дает им более широкое поле зрения, чем у людей, чьи глаза спереди. Кроме того, куры могут воспринимать свет вне глаза. Птицы различают не только перемещения предметов и их контуры, но и детали формы и окраски, рисунок и фактуру поверхностей. Зрительные восприятия используются птицами и для получения разнообразной информации об окружающем мире, и как важное средство при внутривидовом и межвидовом общении.

Оптимальный спектр света имеет решающее значение для птиц. Наиболее подходящим является спектр естественного света. При спектре, максимально близком к спектру дневного света, у птиц отмечается естественное поведение (Horne Y.A., Whitehead M., 1976).

При одинаковой освещенности цыплята различают лучше зеленый цвет, чем красный.

В птицеводстве красный свет имеет жизненно важное значение для стимулирования половой зрелости и производства яиц. Птицы, подвергшиеся воздействию красного света, по сравнению с синим, зеленым или белым

светом, имеют более высокую яйценоскость, чем другие цветные группы. Красный свет (около 650 Нм) проникает в мозг (гипоталамус) в 50 раз эффективнее, чем синий, зеленый и желто - оранжевый свет (Myung J. et al, 2012).

Предпочтение монохроматическому синему свету было найдено у бройлеров, выращенных при зеленом, красном и белом освещении, тогда как выращенные при синем освещении предпочитали зеленый свет (Prayitno D.S. et al, 1997).

Синий свет может играть важную роль в снижении стрессовой реакции у бройлеров. Было так же обнаружено, что синий и зеленый свет положительно влияют на рост бройлеров (Rozenboim I. et al, 2004).

Таким образом, предыдущая работа показывает, что использование монохроматического синего света потенциально может быть полезным для благополучия и производительности у бройлеров. Однако было высказано предположение о том, что важные визуальные сигналы теряются в искусственном свете, отсутствующем или низком на участках спектра, видимых для домашней птицы, например, монохроматическом свете (Pittendrigh G.S. et al, 1975).

Снижение продолжительность освещения используется при выращивании молодки. Световая стимуляция (обычно увеличение светового дня на 1 час) оказывает непосредственное влияние на выработку половых гормонов. Оптимальная продолжительность субъективного дня составляет для кур 14 - 16 часов (Головкина О.О. и др., 2018; Kristensen Н.Н. et al, 2007).

Куры под зеленым светом имели тенденцию тратить меньше времени на кормление, чем птицы, подвергшиеся воздействию других двух типов освещения. Куры под зеленым светом были более вовлечены в исследовательское поведение. Поведение кур при белом или красном освещении не обнаруживало никаких различий, за исключением агрессивности, измеряемой частотой энергичных клевков и сигналов бедствия. Красный свет уменьшил агрессивность по сравнению с белым

светом (зеленый был промежуточным). Этот эффект был обусловлен длиной волны (т. е. цветом как таковым) (Khan A.G., 1974).

Индустрия освещения использует 4 метода для того чтобы описать светлый цвет, но только одно действительно применяется для освещения птичников, цветность. Цветность - это мера теплоты источников света (теплый свет) или прохлады (холодный свет), выраженная в градусах Кельвина. Масштаб от 2000 до 7000К. Значения цветности 4000К и выше считаются прохладными (много синего света), те, что около 3500К или 3600К называются "сбалансированными" или "нейтральными", а те, что около 3000К или ниже, считаются теплыми (более красный свет). Обозначение цветовой температуры действительно точно только для лампы накаливания, потому что оно производит непрерывный спектр. Люминесцентные и НID (высокоинтенсивные разрядные лампы высокого давления (НР), натриевые лампы низкого давления и металлогалогенные лампы) лампы, как говорят, имеют "коррелированную" (кажущуюся) цветовую температуру и, таким образом, всегда описываются с использованием термина коррелированная цветовая температура

Важными факторами, способствующими оптимальному освещению, являются интенсивность и распределение света. Высокая интенсивность света, соответствующая световому периоду помогает птенцам найти воду и корм в течение первых 48 часов и так быстро привыкнуть к новой среде. После 48 часов интенсивность света должна постепенно уменьшаться до 10 – 15 люкс.

После перестройки (в начале производственного этапа) интенсивность света может быть снова увеличена, чтобы достичь хорошей стимуляции света. В качестве меры предосторожности, интенсивность света не должна быть ниже 10 - 15 люкс.

В местах отдыха, особенно в гнездах, интенсивность света должна быть ниже: не полностью темно, но не сильно ярко. Благодаря высокой

интенсивности света активность кур – несушек возрастает до такой степени, что куры перестают откладывать яйца (Лопалева Н.Л., 2015).

Птица воспринимает свет в очень широком диапазоне от 360 до 760 нм – широкого спектра электромагнитного излучения, охватывающего область от коротковолновых гамма – лучей до длинных радиоволн. У всех других животных зрительная чувствительность лежит в очень близком диапазоне волн. В этом же диапазоне на свет реагируют не только животные, но и растения. Причина такого универсального значения очень узкой полосы электромагнитного спектра проста. Каждый квант излучения, несущий энергию, обратно пропорционален длине волны. Поэтому энергия кванта, соответствующего более длинным волнам, недостаточна, чтобы вызвать фотохимический эффект, а более короткие волны (ультрафиолетовые и другие) несут столько энергии, что оказывают на органические вещества разрушительное действие. И то, что мы называем светом – это результат исключительной «пригодности» именно этих длин волн.

## 1.6 Режимы освещения

J. Donald, M. Eckman, G. Simpson (2000) считают, что освещение является мощным экзогенным фактором, контролирующим многие физиологические и поведенческие процессы. Свет влияет на кладку, производство яиц, поведение. Фотопериод позволяет птице установить циркадную ритмичность.

Влияние световых режимов в формировании продуктивности птицы хорошо изучено в промышленном птицеводстве. В настоящее время используются самые разнообразные режимы освещения, позволяющие поддерживать продуктивность сельскохозяйственной птицы на высоком уровне.

Существует несколько видов световых режимов:

– непрерывный – продолжительность освещения 17 – 18 часов;

– нарастающий – с увеличением светового дня только за счет утренних часов (до 18 часов).

– общий нарастающий – с увеличением светового дня равномерно за счет утренних и вечерних часов до 14 часов общей продолжительности;

– прерывистый – 8 – часовой световой день, предусматривающий чередование света и темноты в помещении.

Прерывистое освещение впервые было использовано при изучении фотопериодов у домашней птицы (Chen H. Et al, 2013). Прерывистое освещение может не только уменьшить время освещения, но также повышает продукционные показатели по сравнению с традиционными режимами освещения.

Правильные световые программы прерывистого освещения могут повысить выживаемость, улучшить зрение, повысить антистрессорную обстановку в птичнике, одновременно экономя электроэнергию (Эффективность применения прерывистого переменного освещения в птицеводстве, 1990).

В исследованиях В. Щербатова (1992), которые проводили в безоконных птичниках, установлено, что у кур проявление профиля активности, который зависит от времени наступления сумерек и рассвета, не зависит от породы, системы и технологии содержания, но напрямую связано со временем включения и отключения света в помещении. Результаты многолетних исследований, проведенных на кафедре разведения сельскохозяйственных животных и зоотехнологий Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т. Трубилина на цыплятах яичных и мясных пород кур, установили повышение однородности стада при использовании светового режима биоритмов птицы.

Яйцекладка кур имеет ярко выраженную цикличность во все возрастные периоды. Куры сносят первое яйцо, как правило, не ранее, чем в 7 часов утра, заканчивается яйцекладка кур в 17 часов. Время яйцекладки кур во все возрастные периоды составляет по продолжительности не более 10

часов. Пик яйцекладки приходится на время с 8 до 13 часов дня. В этом промежутке времени сносится в среднем 69,5 % от всего количества яиц за день (Щербатов В.И., 2005).

Shen и другие авторы (2012) подтвердили, что режим прерывистого освещения (8С: 4Т: 4С: 8Т) для кур-несушек, привела к повышению яйценоскости, массы яйца и уменьшение конверсии корма.

*He Ma* и другие авторы (2013) так же пришли к выводу, что прерывистая система освещения (13С: 5Т: 1С: 5Т) по сравнению с традиционной системой освещения (16С: 8Т) для кур-несушек привело к улучшению яйцекладки, снижению потребления корма и снижению смертности.

При прерывистом режиме освещения птица ведет себя спокойно, меньше подвержена стрессам (Kristensen Н.Н. et al, 2007).

Еще в 1935 году Уоррен и Скотт установили, что овуляция происходит через 15 минут после откладки предыдущего яйца (Слоним А.Д., 1971). Это факт, подтвержденный последующими исследованиями, нашел свое отражение в весьма распространенной схеме, согласно которой овуляция каждого последующего яйца в цикле происходит приблизительно через 0,5 часа после откладки предыдущего. Если это время более или менее постоянное, то разница во времени нахождения яйца в яйцеводе несушки (от 24 до 28 часов) складывается в основном из продолжительности пребывания его в матке, т.е. зависит от времени формирования скорлупы (Matsui M.S. et al, 2016).

Прерывистые режимы освещения делят на 2 большие группы:

- режимы освещения с неизменным соотношением света и темноты;
- режимы освещения, у которых с возрастом птицы это соотношение меняется.

В технологии содержания несушек использование прерывистых режимов освещения дает различные результаты. Использование режимов освещения с соотношением 3С:3Т; 4С:4Т влияет негативно на яйценоскость

птицы, а соотношение 2С:2Т; 2С:4Т в сравнении с традиционными режимами освещения не оказывают отрицательного влияния на яйцекладку.

Асимметричные световые режимы часто используют при выращивании ремонтного молодняка яичных кур, которые содержат значительные периоды темноты. Например, 3С:2Т:3С:16Т или 3С:2Т:4С:15Т. Эффективность режима 3С:2Т:3С:16Т сравнивают с продолжительностью освещения 8 часов, а режима освещения 3С:2Т:4С:15Т – продолжительностью 9 часов. Как в контрольных, так и в опытных условиях, с точки зрения формирования биологического ритма, режимы идентичны. Достигнутый эффект, который оказывает значительное влияние на повышение сохранности птицы, объясняется влиянием отключения света в течение субъективного дня. Положительное влияние на сохранность птицы оказывает также режим освещения 4Т:6С:5Т:2С:5Т:2С (Эффективность прерывистого светового режима при выращивании молодняка кур, 1989).

При выращивании курочек и содержании взрослой птицы особый интерес представляют режимы прерывистого освещения, предусматривающие включение в середине субъективного дня периода темноты. Для молодняка, например, используют режимы освещения с соотношениями 4С:2Т:4С:14Т, а для несушек 9С:2Т:3С:6Т; 8С:10Т:2С:4Т; 3С:2Т:3С:7Т:2,5С; 2С:4Т:8С:10Т. Такие режимы освещения повышают яйценоскость и прочность скорлупы, увеличивают жизнеспособность молодняка (Прерывистый режим освещения источников для кур-несушек, 1980). Необходимые физиологические основания, которые положительно влияют на продуктивность птицы – это снижение освещенности или включение света в середине субъективного дня.

Использование световых программ, имеющих периоды света и темноты меньшие по своим размерам, чем один час, могут положительно сказаться на сохранность ремонтного молодняка, что наблюдалось при соотношении 15 мин. С:45 мин. Т, но такой же режим может снизить яйценоскость или не оказать на продуктивность заметного влияния. В то же время режим 45 мин.

С:15 мин. Т позволяет увеличить яйценоскость (Эффективность прерывистого светового режима при выращивании молодняка кур, 1989).

Исследования Галлямовой Т. Р. и др. (2014) показали, что в отличие от других источников света, светодиоды не мерцают, идеальная черта, так как птицы настолько чувствительны к изменениям и длинам волн света. Отсутствие мерцания помогает курице сохранять спокойствие. Кроме того, светодиоды обладают большей гибкостью, чем другие источники света, что упрощает их использование для птичников и обеспечивает людям больший контроль на каждом этапе развития птицы. Использование светодиодного освещения позволяет сэкономить электроэнергии на 28 %.

У перярых несушек, которых содержали в условиях двухфазного режима освещения, при оптимальных одинаковых условиях кормления, годовая яйценоскость увеличилась на 31,8%, а яйценоскость молодок – на 19,6%. Авторами отмечено, что помимо непосредственного влияния света на половую функцию птицы через гипофиз, важным является сигнальное значение измененного фотопериода на развитие и проявление безусловных рефлексов (Андреев Д.С., 2009; Андреев Д.С., Щербатов В.И., 2009).

В то же время необходимо отметить, что сознательное использование световых режимов, для повышения продуктивных качеств птицы, возможно только при условии соблюдения их биологических ритмов.

## 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Эксперименты осуществлялись в несколько этапов. Общая схема исследований представлена на рисунке 1.

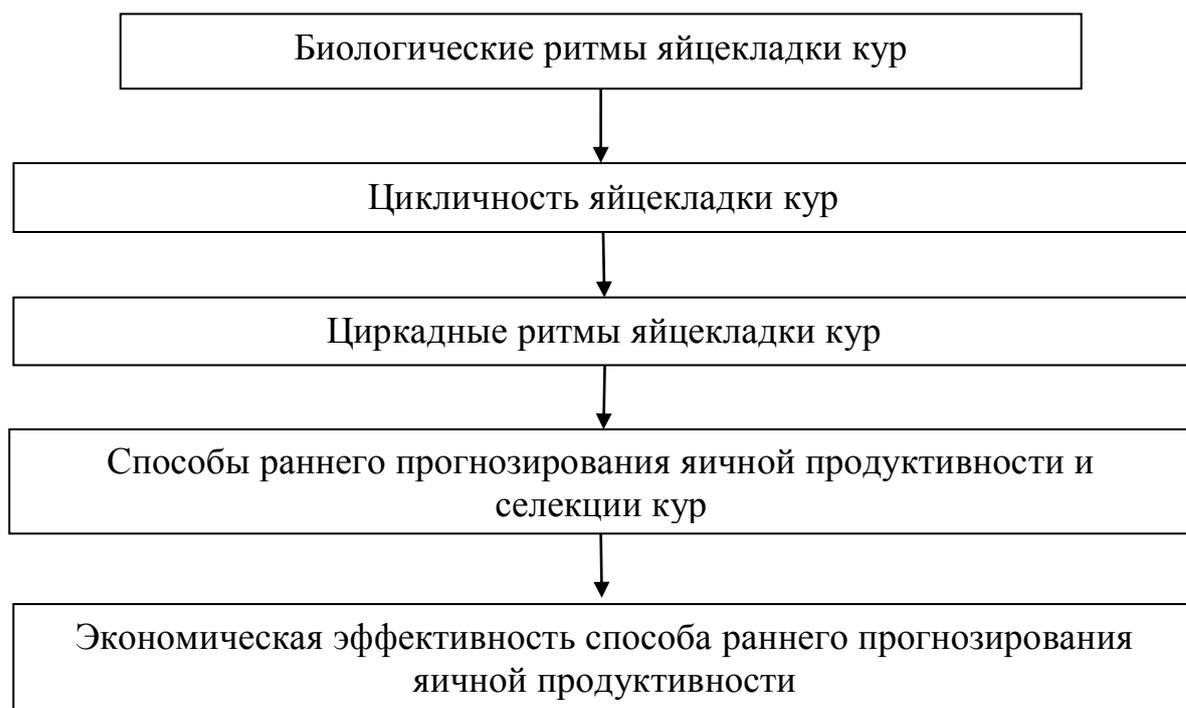


Рисунок 1 - Схема исследований

Рекогносцированные опыты проводились в условиях лаборатории кафедры разведения сельскохозяйственных животных и зоотехнологий. Для опытов использовались молодки кросса Ломанн Браун, с возраста 120 дней. Содержание кур индивидуальное в клетках. Световые режимы при доращивании молодок и питательность рационов (приложение 2 и 3) соответствовали нормам ВНИТИП (2004) и применяемым в АО ППЗ «Лабинский».

Учет яичной продуктивности проводили с возраста начала яйцекладки, круглосуточно до 500 дней жизни кур. Видеонаблюдение осуществлялось видеокамерами Logitec и ПК. При наблюдениях учитывали время снесения яиц в светлый период суток, с точностью до 1 минуты.

В качестве показателя времени формирования яиц использовали кратчайшее время между откладкой двух последовательно снесенных яиц в серии. Разница во времени между снесенными яйцами в серии и индивидуальным временем формирования яйца у несушки, указывает на время, через которое происходит овуляция.

Время формирования яиц в яйцевомоду рассчитывалось индивидуально для каждой несушки ежедневно и только по последовательно снесенным яйцам. Если в яйцекладке наступал интервал, то в расчет не брали время снесения последнего яйца до интервала и первое яйцо после интервала. Режим освещения прерывистый (таблица 1).

Таблица 1 – Режим освещения АО ППЗ «Лабинский»

Неделя	Возраст, дн.	Вкл.	Выкл.	Вкл.	Выкл.	Вкл.	Выкл.	Световой день, ч.	Субъективный световой день	Освещение Люкс
17	119	8:00					16:00	8	8	10–12
18	120–126	7:00					16:00	9	9	10–12
19	127–133	6:00					16:00	10	10	12–15
20	134–140	5:00					16:00	11	11	12–15
21	141–147	4:00					16:00	12	12	12–15
22	148–154	4:00					17:00	13	13	12–15
23	155–161	4:00					18:00	14	14	12–15
24	162–168	4:00					18:00	15	15	12–15
25–28	169–196	4:00					18:00	15	15	12–15
29–33	197–231	4:00					19:00	16	16	12–15
34	232–238	4:00			12:00	12:30	19:00	15,5	15	12–15
35	239–245	4:00			12:00	13:00	19:00	15	15	12–15
36	246–252	4:00			12:00	13:30	19:00	14,5	14,5	12–15
37	253–259	4:00			12:00	14:00	19:00	14	14	12–15
38–39	260–273	4:00			12:00	14:00	19:00	14	14	12–15
40	274–280	4:00			12:00	14:00	19:00	14	14	12–15
41	281–287	4:00			12:00	14:00	19:00	14	14	12–15
42	288–294	4:00			12:00	14:00	19:00	14	14	12–15
43–72	295–504	4:00			12:00	14:00	19:00	14	14	12–15

Учитывали при снесении яиц:

- массу яиц на электронных весах марки AND EJ-6100 до 0,1 г;
- большой и малый диаметры яйца, в мм;
- индекс формы яиц определяли по формуле:

$$\text{ИФ} = \frac{d}{D} * 100\%;$$

- расчетным путем определяли массу желтка в яйце:

$$Y = 0,146 X1 - 0,08X2 + 14,12, \text{ где}$$

X1 – масса яиц;

X2 – индекс формы;

- по результатам учета оценивали циклы яйцекладки кур по их продолжительности, интервалы яйцекладки.

Ежемесячно, в продуктивный период, проводили морфологический анализ на вскрытом яйце, при этом учитывали массу яиц, желтка, белка и скорлупы, по результатам анализа качества яиц определяли соотношение белок : желток и долю каждой части яиц от их массы.

Научно - хозяйственные исследования были проведены в 2017 - 2018 году в АО ППЗ «Лабинский» на селекционном корпусе № 9, в котором содержалось 12 900 голов несушек. Для исследования было отобрано 500 голов кур. Опыты проводились на линейной птице УК-Кубань 456 на линии 5 отцовской линии материнской формы. Визуальные наблюдения велись с момента включения света в корпусе в течение трех суток ежемесячно до 30 недельного возраста несушек. По результатам индивидуального учета определяли яйценоскость, время снесения яиц и цикличность яйцекладки. В корпусе применялся световой режим 4:00– 12:00; 14:00– 19:00. Для анализа цикличности яйцекладки и яичной продуктивности кур были использованы как данные, полученные непосредственно за период наблюдений, так и данные индивидуального учета продуктивности, проводимые в хозяйстве за весь племенной период.

Плотность определяли, опуская свежие яйца в солевой раствор определенной концентрации (обычно 1,070; 1,075; 1,080), которую измеряли ареометром.

Так же была изучена цветность скорлупы и ее взаимосвязь с ритмами яйцекладки. Цвет скорлупы изучали по шкале оценки пигментации, разработанной ВНИТИП (1969).

Полученный цифровой материал обрабатывали биометрическим методом вариационной статистики (Плохинский Н.А., 1969) с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

#### 3.1 Цикличность яйцекладки в яйценоскости кур

Индивидуальный учет яйценоскости проводили с возраста начала яйцекладки до 500 дней жизни кур. По результатам индивидуального учета яйценоскости определяли интенсивность яйцекладки за каждый месяц и за весь продуктивный период, количество серий яйцекладки и интервалов и их продолжительность, яйценоскость кур.

По результатам исследований группу кур разделили на: высокопродуктивных несушек с яйценоскостью более 300 штук яиц за сезон и с низкой продуктивностью – менее 300 штук яиц за 500 дней жизни (таблица 2). Вся популяция кур структурно состояла из 80% кур с высокой яйценоскостью и 20% занимали низкопродуктивные несушки.

Высокопродуктивные превосходили низкопродуктивных несушек по интенсивности яйцекладки во все возрастные периоды. Хозяйственной зрелости высокопродуктивные куры (возраст достижения 50% яйцекладки) достигали в возрасте 138 дней, в то время как низкопродуктивные куры достигали этого показателя в 148 дней. Несушки с высокой яйценоскостью на месяц раньше достигали пика яйцекладки, и продолжительность плато яйцекладки у них превышало 6 месяцев продуктивности. В то же время для низкопродуктивных кур характерна небольшая продолжительность плато яйцекладки, не более 2 месяцев, и резкое снижение яйцекладки к концу сезона.

Интенсивность яйцекладки за продуктивный период у высокопродуктивных несушек была на уровне 92,6 %, что на 27,4% выше, чем у низкопродуктивных кур.

Яйцекладку кур в продуктивный период характеризуют такие показатели как серии кладки и интервалы между ними. Серия - это период времени, в течение которого куры несутся без перерыва, а интервал – промежуток времени, когда куры не несутся.

В таблице 2 представлены данные исследования о сериях и интервалах в яйцекладке кур с высокой и низкой яйценоскостью.

Таблица 2 – Серии и интервалы в яйцекладке кур-несушек с разной продуктивностью

Группа несушек	Количество серий	Средняя продолжительность серий, дней	Количество интервалов	Средняя продолжительность интервалов	Средняя яйценоскость по группе, шт.яиц	Продолжительность серий на 1 интервал
Высокопродуктивные куры	18,6±2,27**	17,6	23,6±2,68**	1,2	328,4±2,69**	14,7
Низкопродуктивные куры	39±10,73	5,9	121,8±24,4	29,4	230,3±24,41	0,2

( \*\* P < 0,99)

Так при средней продолжительности серии 17,6 дня в группе яйценоскость кур была выше на 30,0%, чем в группе низкопродуктивных кур. Низкопродуктивных кур характеризует большое количество интервалов – 29,4 дня. Очень заметна разница в продолжительности серий, приходящихся на один день интервала. Для высокояйценосных кур он более чем в 72 раза выше, чем у низкопродуктивных несушек. У кур с высоким уровнем яйцекладки продолжительность интервалов колеблется в пределах 1 – 2 дня. Частота и продолжительность интервалов для всех несушек независимо от их продуктивности были минимальными в начале яйцекладки и при достижении плато кладки. Во второй половине продуктивного периода количество серий кладки возрастало, при увеличении числа интервалов и их

продолжительности. Наиболее контрастны эти изменения для кур с низкой продуктивностью за сезон.

У высокопродуктивных несушек серия яйцекладки без перерыва длится до 3 – 4 месяцев. Перерывы в яйцекладке у таких несушек за весь период составили от 1 до 4 дней в месяце.

Полученные данные по интенсивности яйцекладки и продолжительности интервалов для высоко - и низкопродуктивных несушек отображены на рисунках 2 и 3.

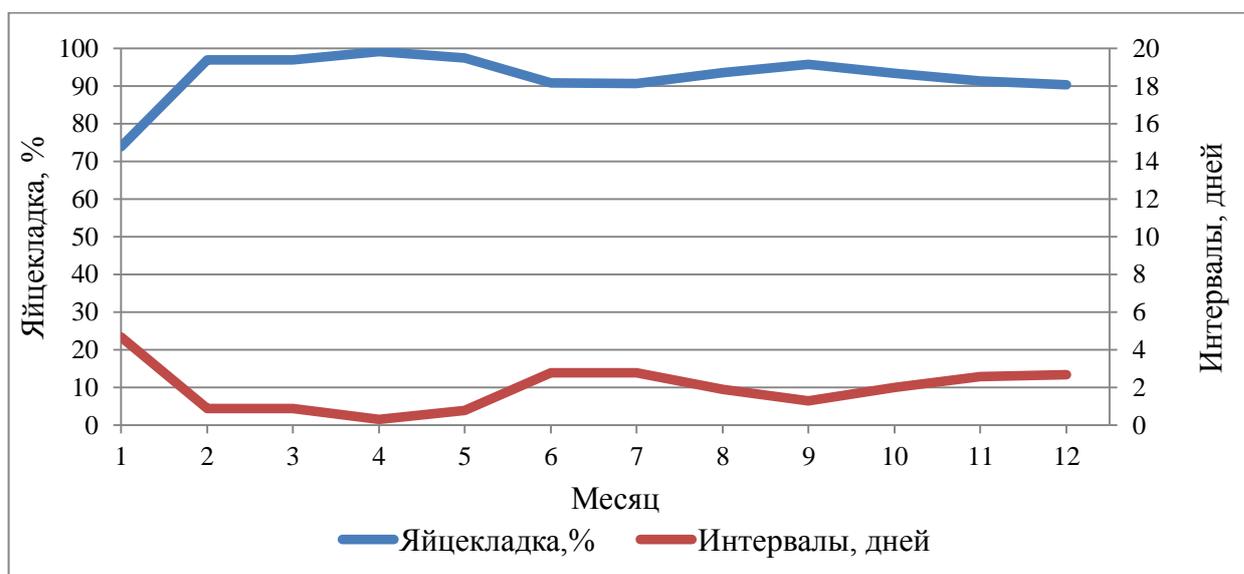


Рисунок 2 – Динамика яйцекладки и интервалов высокопродуктивных несушек

При снижении плато продуктивности нарастает количество интервалов. У высокопродуктивных кур этот период приходится на 5 – 8 месяц и продолжительность интервалов за весь продуктивный период была в пределах 2 – 4 дней. Для низкопродуктивных несушек также характерно увеличение количества и продолжительности интервалов при снижении яйценоскости с 5 месяца продуктивного периода. При этом динамика изменения этих показателей наиболее выражена. В конце продуктивного периода количество и продолжительность интервалов резко возрастает при снижении интенсивности кладки.

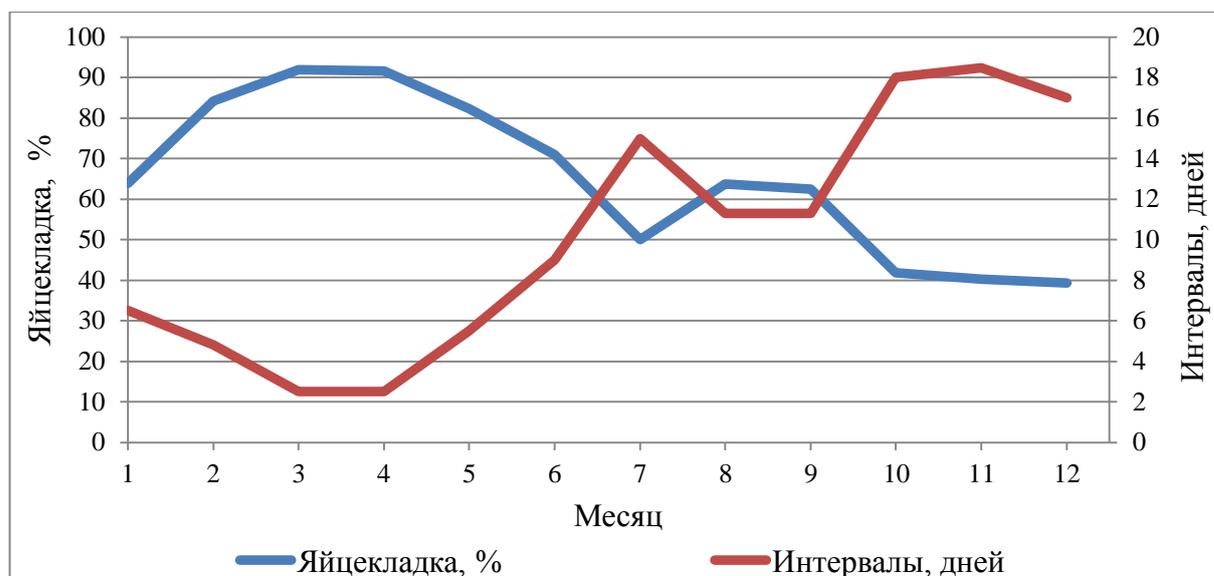


Рисунок 3 – Динамика яйцекладки и интервалов низкопродуктивных несушек

Представленные графики наглядно демонстрируют, что количество интервалов напрямую связано с интенсивностью яйцекладки. При снижении интенсивности яйцекладки – увеличивается количество интервалов и их продолжительность.

По результатам исследований серий и интервалов в яйцекладке несушек нами был разработан индекс цикличности яйцекладки, который показывает влияние количества интервалов в яйцекладке на яйценоскость кур – несушек.

Индекс цикличности яйцекладки рассчитывается по формуле:

$$F = \frac{\text{яйценоскость}}{n}, \text{ где}$$

F – индекс цикличности яйцекладки;

n – количество интервалов за период времени

Как продолжительность, так и длительность интервалов, у одной и той же птицы имеют тенденцию к ритмичной повторяемости. Определено, что

чем длительнее серии, тем короче интервалы, соответственно, выше продуктивность птицы (Halberg F., 1959).

Данные по индексу цикличности яйцекладки представлены в таблице 3. Полученные данные свидетельствуют о том, что чем выше яйценоскость, тем длиннее серии яйцекладки и меньшее количество интервалов. И, соответственно, чем меньше количество интервалов, тем выше индекс яйцекладки.

В наших исследованиях индекс яйцекладки у кур – несушек с продуктивностью выше 300 штук яиц был в пределах 6,33 – 43, а у несушек с низкой продуктивностью индекс колебался в пределах 0,91 – 4,33.

Таблица 3 – Цикличность яйцекладки

Яйценоскость	Количество интервалов, за год	Индекс яйцекладки
344	8	43
340	12	28,33
337	15	22,47
337	15	22,47
338	14	24,14
334	19	17,58
331	21	15,76
330	22	15
330	22	15
326	26	12,54
325	27	12,04
325	27	12,04
323	29	11,14
322	30	10,73
309	43	7,19
304	48	6,33
286	66	4,33
242	110	2,2
225	127	1,77
168	184	0,91

Наиболее яйценоских кур отличают продолжительные серии кладки и короткие по продолжительности интервалы к кладке яиц. Так несушки с яйценоскостью более 300 штук яиц за продуктивный период имели в среднем

продолжительность интервалов 23,6 дней. А с низкой яйценоскостью более 121 дня.

Динамика яйценоскости кур и продолжительность интервалов представлена на рисунке 4.

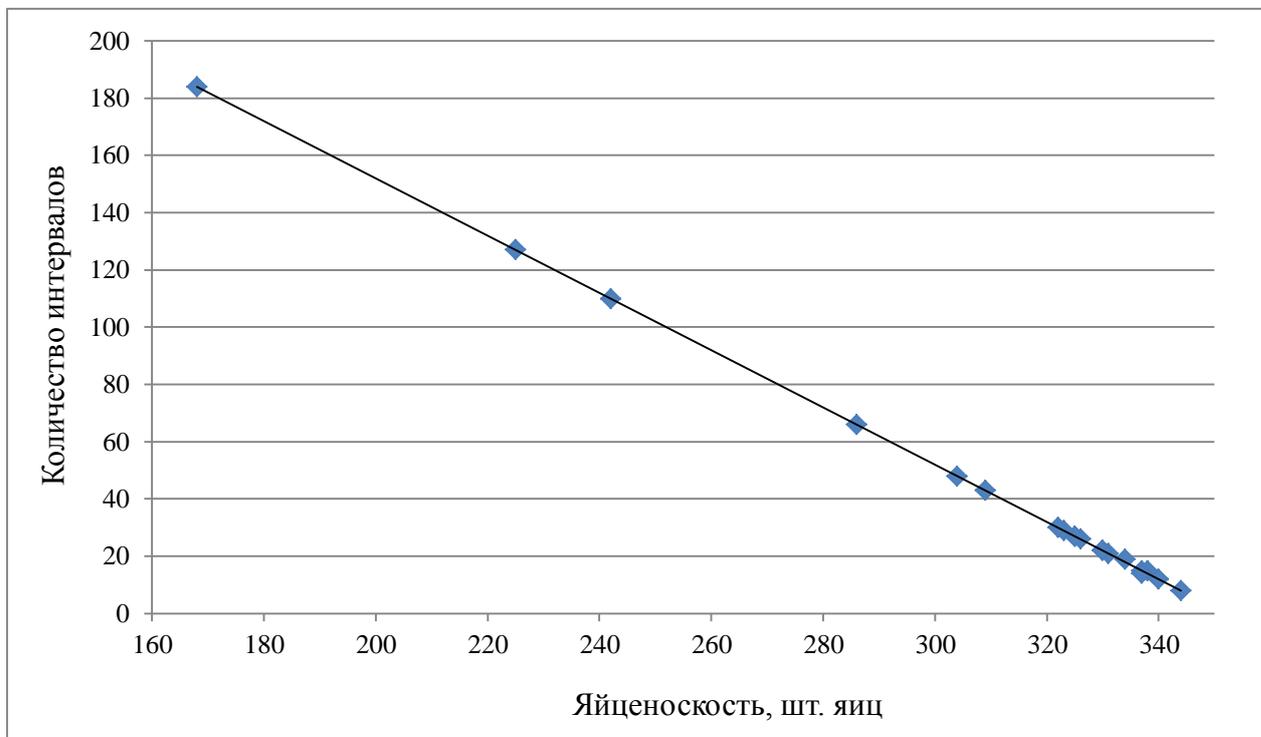


Рисунок 4 – Динамика яйценоскости кур и продолжительность интервалов в продуктивный период

Взаимосвязь между яйценоскостью птицы и продолжительностью яйцекладки кур линейная. В то же время для кур с высокой продуктивностью характерны продолжительные серии. Так часть высокопродуктивных кур имели серии с продолжительностью более 100 дней, т.е. более 3 – 4 месяцев птица неслась без интервалов, а интервалы у таких кур не превышали более 1–2 дней между сериями.

Существуют разные мнения о взаимосвязи яйценоскости кур с массой яиц. Одни авторы считают, что ранее начало кладки яиц провоцирует снесение мелких яиц и ранее прекращение кладки, а куры после интервала сносят более крупные яйца. В птицеводстве принята оценка кур по

яйценоскости и массе яиц в 30 и 52 недели жизни. В таблице 4 приведена яичная продуктивность кур по возрастам в 30 и 52 недели.

Таблица 4 – Яичная продуктивность кур по возрастам

Группа кур	Яйценоскость кур, шт. яиц		Масса яиц, г.	
	за 30 недель	за 52 недели	в 30 недель	в 52 недели
Высокопродуктивные	71±0,91	217±1,65	55,04±0,64	61,38±0,72
Низкопродуктивные	63±3,57	150±27,97	56,23±1,79	59,20±1,79

За 30 недель жизни высокопродуктивные куры – несушки в среднем снесли 71 шт. яиц. Низкопродуктивные несушки, по сравнению с высокопродуктивными снесли на 8 шт. яиц меньше (63 шт. яиц). В возрасте 52 недель эта разница значительно возросла, высокопродуктивные несушки снесли в среднем 217 шт. яиц, а низкопродуктивные – 150 шт. яиц.

По массе яиц важно отметить, что высокопродуктивные куры в 30 недель сносили яйца со средней массой 55,04 г, что меньше чем у низкопродуктивных на 1,19 г. Масса яиц в этом возрасте у низкопродуктивных кур составила 56,23 г.

В возрасте 52 недель масса яиц у несушек с продуктивностью выше 300 шт. яиц составила 61,38 г, что выше, чем у низкопродуктивных – 59,2 г.

Данные, полученные в результате опытов, показали, что большое количество яиц куры-несушки сносят с 4 до 8 часов, с возрастом время снесения – изменяется и несушки сносят все яйца в период с 6 до 10–12 часов.

Характер снесения яиц по времени свидетельствует о том, что высокопродуктивные куры по всем возрастным периодам сносили яйца раньше, чем низкопродуктивные несушки.

В продуктивном периоде кур выделяют несколько фаз: 1 – предкладковая; 2 – достижение пика и плато. Оптимум продуктивности наблюдается только во второй фазе (Prayitno D.S. et al, 1997). В таблице 5 приведено время снесения яиц по фазам в серии.

Таблица 5 – Время снесения яиц в серии для высокопродуктивных и низкопродуктивных кур

Группа	Время снесения яиц в серии, ч.		
	1 фаза	2 фаза	3 фаза
Высокопродуктивные	8,73±0,48	6,75±0,15	8,62±0,22
Cv, %	22,23	9,70	10,29
Низкопродуктивные	9,88±0,92	5,93±0,50	7,22±0,50
Cv, %	18,86	16,90	13,86

Полученные данные свидетельствуют о возможности синхронизировать яйцекладку кур по времени. Для высокопродуктивных кур характерно низкая изменчивость времени снесения яиц по сравнению с низкопродуктивными. В то же время, высокая вариабильность этого признака говорит о том, что начало яйцекладки, как правило, свидетельствует о еще недостигнутой синхронизации работы яичника и яйцевода, так как коэффициент вариации высоко изменчив для обеих групп. При достижении пика яйцекладки происходит синхронизация работы яичника и яйцевода, коэффициент вариации по признаку время снесения яиц уменьшается, наиболее ярко это выражено для высокопродуктивных кур. Все говорит о том, что высокопродуктивные куры большую часть яиц на плато яйцекладки сносили в одно и то же время. Однако, у низкопродуктивных кур коэффициент вариации с возрастом снижается, что свидетельствует о консолидации признака «время снесения яиц».

Для пика яйцекладки характерно снесение яиц в утренние часы. Низкопродуктивные куры в начале яйцекладки, как правило, сносят позже первые яйца в серии, по сравнению с высокопродуктивными.

Тенденция о том, что высокопродуктивные куры сносят яйца ранее в начале яйцекладки, чем низкопродуктивные несушки, подтолкнуло нас на разработку способов раннего прогнозирования яичной продуктивности.

### 3.2 Время формирования и качество яиц кур

Еще в 1935 году Уоррен и Скотт установили, что овуляция происходит через 14 – 75 минут после откладки предыдущего яйца (Ройтер Я.С., 2011). Это факт, подтвержденный последующими исследованиями, нашел свое отражение в весьма распространенной схеме, согласно которой овуляция каждого последующего яйца в цикле происходит приблизительно через 0,5 часа после откладки предыдущего. Если это время более или менее постоянное, то разница во времени нахождения яйца в яйцеводе несушки (от 24 до 28 часов) складывается в основном из продолжительности пребывания его в матке, т.е. зависит от времени формирования скорлупы (Menaker M., Eskin A., 1967).

Скорость формирования яиц у птицы разных видов, а также у низко- и высокопродуктивных особей различна. У высокопродуктивных, ежедневно несущихся кур средняя продолжительность формирования яйца составляет 24ч. У хороших несушек примерно через 30—40 мин после снесения яйца наступает новая овуляция, которая проходит в основном в период от 6 до 15 ч. дня (Kalmus H., 1935).

После овуляции, по мере продвижения желтка по яйцеводу образуются белок и скорлупа, чем завершается образование яйца. В яйцеводе яйцо формируется в среднем за 22–24 ч, в том числе в воронке — 20 мин, белковом отделе — 3 ч, перешейке — 1 ч, в матке — 18–19 часов. У высокопродуктивных кур завершение образования полноценного яйца (белок/скорлупа) в яйцеводе занимает 22–24 часа. Формирование скорлупы происходит 17–18 ч, или около 2/3 общего времени суток, что является вторым по значимости ограничительным фактором яичной продуктивности кур.

По данным M.Halaj (1982) у кур кросса Шейвер Старкросс 288 яйцо формируется в среднем  $25,22 \pm 0,43$  ч. интервалы между снесением яиц

сокращались в зависимости от серии. В коротких сериях (1–3 яйца) время формирования составляло 25,56 ч., в среднем (1-8 яиц) – 25,54 ч.

Установлено, что время формирования яйца в среднем составляет 18–28 часов (Галлямова Т.Р. и др., 2014).

Все авторы придерживаются одной и той же схемы, что разница во времени между снесением яиц детерминирована временем формирования яиц в яйцеводе кур, а овуляция каждого следующего яйца происходит через 30 – 40 минут после снесения предыдущего. Но в таком случае как объяснить снесение двухжелтковых яиц или подтверждение, хотя и редких случаев снесения курами двух полноценных яиц в сутки?

В связи с этим в задачу наших исследований входило изучение времени формирования яиц в яйцеводе кур с высокой и низкой яйценоскостью.

В качестве показателя скорости формирования яиц мы использовали кратчайшее время между откладкой двух последовательно снесенных яиц в серии. Разница во времени между снесенными яйцами в серии и индивидуальным временем формирования яйца у несушки, указывает на время, через которое происходит овуляция.

В таблице 6 приведены данные о времени формирования яиц у кур за каждый месяц продуктивного периода. При этом время формирования яиц в яйцеводе рассчитывалось индивидуально для каждой несушки ежедневно и только по последовательно снесенным яйцам. Если в яйцекладке наступал интервал, то в расчет не брали время снесения последнего яйца до интервала и первое яйцо после интервала.

Анализ полученных результатов показал, что независимо от яйценоскости кур время формирования яиц в яйцеводе кур величина постоянная, и равна  $24 \pm 0,12$  часа.

Таблица 6 – Время формирования яиц по месяцам продуктивности

№ курицы	Среднее время формирования яиц в яйцеводе кур, ч.												В среднем	Св, %	Яйценоскость за весь период, шт. яиц.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	23:59	23:56	24:07	24:00	24:04	24:00	23:57	23:47	23:58	24:00	24:02	23:54	23:58	0,4	309
2	24:11	23:56	24:02	23:58	24:04	24:01	24:00	23:54	23:29	24:01	24:01	23:58	23:53	0,7	323
3	23:32	23:59	24:02	23:57	24:05	24:00	24:01	23:52	24:05	24:03	24:02	23:59	23:58	0,6	330
4	24:35	24:01	24:02	24:01	24:03	23:56	23:57	23:55	24:00	24:02	24:01	24:00	24:03	0,7	338
5	23:58	23:52	24:01	23:58	23:59	23:50	-	23:48	24:00	23:59	24:03	23:57	23:56	31,9	286
6	24:22	23:46	24:11	24:01	24:01	23:59	24:01	23:58	23:55	24:02	24:03	24:00	24:02	0,5	325
7	23:28	23:44	24:08	23:59	24:00	24:00	24:02	24:03	23:59	24:00	24:00	24:00	23:56	0,7	344
8	23:53	23:59	24:12	23:54	23:50	23:47	23:59	23:49	24:02	24:03	23:53	23:53	23:56	0,4	242
9	23:55	23:56	23:37	23:54	24:01	24:00	23:59	23:49	24:01	24:02	24:01	23:57	23:56	0,4	322
10	23:51	23:54	23:59	23:58	23:59	23:56	23:59	24:04	24:04	23:55	24:03	23:57	23:58	0,3	325
11	23:39	23:58	23:55	24:01	23:56	24:03	23:59	23:58	23:52	-	-	-	23:55	60,0	225
12	23:35	23:48	24:01	23:56	24:01	23:59	23:57	23:57	24:04	24:01	24:04	23:56	23:56	0,6	334
13	23:24	23:57	24:06	24:02	24:01	23:56	23:52	24:00	23:58	24:01	24:00	24:02	23:56	0,8	340
14	24:11	24:00	23:48	23:53	24:05	23:58	24:06	23:53	23:59	23:58	24:02	23:53	23:59	0,5	304
15	24:02	24:01	23:51	23:57	24:00	23:59	23:59	24:24	-	-	-	24:06	24:02	60,0	168
16	23:56	23:56	23:59	24:04	24:02	24:01	23:59	23:58	24:04	24:01	23:53	23:58	23:59	0,2	326
17	23:40	23:56	24:02	23:58	23:59	24:01	24:05	23:52	24:05	24:00	24:01	24:03	23:58	0,5	337
18	23:41	23:58	23:56	23:58	24:01	24:02	24:01	23:58	24:02	24:03	24:03	24:00	23:58	0,4	337
19	23:47	24:00	23:59	23:56	24:00	24:14	23:52	23:54	23:56	23:59	24:04	23:53	23:57	0,5	331
20	24:04	24:06	23:55	23:53	23:59	23:57	23:56	24:00	24:09	24:02	24:07	23:59	24:01	0,4	330

Однако, мы отмечаем тенденцию некоторого уменьшения времени пребывания яйца в яйцевом в начале яйцекладки. Таким образом, разница во времени пребывания яйца в яйцевом кур складывается не за счет продолжительности формирования скорлупы яйца, а за счет разницы во времени между откладкой яиц и овуляцией. На наш взгляд, яйцевод курицы является своеобразным «конвейером», где все процессы по формированию яйца взаимосвязаны, а каждый отдел яйцевода выполняет свои функции за строго определенное время, детерминированное ритмом яйцекладки. Наш вывод подтверждается работами (Zhang J. et al, 2004) об экспрессии тактовых генов в воронке и матке яйцевода.

Время снесения яйца включает в себя время его формирования и овуляции.

$$t_c = t_{\text{const}} + t_o, \text{ где}$$

$t_c$  – время снесения яиц;

$t_{\text{const}}$  – время формирования яиц;

$t_o$  – время овуляции.

Циркадный ритм овуляции индивидуален для каждой особи. Время формирования яиц является постоянной величиной и почти не зависит от уровня продуктивности птицы. Время снесения яиц зависит, прежде всего, от времени, когда произойдет овуляция.

В то же время овуляция может лишь приблизительно совпадать с временем снесения яиц и овуляция может предшествовать откладке яйца, совпадать с ней или происходить после нее. Характерной особенностью высокопродуктивных кур является их способность сносить яйца продолжительный период в одно и то же время дня. Эта ситуация свидетельствует о достигнутой синхронизации в процессах яичника и яйцевода, но время снесения яиц никогда не будет меньше индивидуального

времени формирования яйца в яйцеводе, если это не связано со случаями патологии в функционировании воспроизводительной системы.

Расчеты времени формирования яиц позволяют сделать вывод, что если будет синхронизирована работа яичника и яйцевода, то время формирования яиц будет составлять в пределах  $24,0 \pm 0,12$  ч.

Очень низкий коэффициент вариации по признаку «время формирования яйца» характерен для всех высокопродуктивных кур. Этот показатель подтверждает наш вывод о постоянстве времени, за которое происходит формирование яйца в яйцеводе кур. Коэффициент вариации у кур с низкой яйценоскостью в десятки раз превосходит аналогичный показатель для несушек с яйценоскостью более 300 шт. яиц за сезон. На наш взгляд у низкопродуктивных кур процесс формирования яйца аритмичен в самом яйцеводе. Ритмическая экспрессия известных тактовых генов свойственна, для всех отделов яйцевода, но наиболее выражена экспрессия на ежедневные изменения свет – темнота только в воронке и матке яйцевода. Следовательно, продвижение желтка по яйцеводу будет зависеть от ритма воронки и скорлупообразующего отдела (матки). Если ритмы в этих отделах не совпадут с ритмом освещения, то и движение яйцеклетки может остановиться, а яйцо может быть и не снесено в этот день (Zhang J. et al, 2004). Возможно, высокую вариабильность времени формирования яиц для низкопродуктивных кур обеспечивает несоответствие биологических ритмов в матке, как отделе, в котором кальцификация скорлупы занимает максимальное время в формировании яйца.

Оптимум времени снесения наступает тогда, когда время овуляции совпадает с началом ритма формирования яиц в яйцеводе.

Одним из основных хозяйственно-полезных признаков сельскохозяйственной птицы является яичная продуктивность. Анализ яйценоскости кур-несушек показал, что данный показатель изменяется в ходе яйцекладки. Максимальный уровень продуктивности (95-97%) отмечается в начале и середине продуктивного периода, минимальный (60-80%) в конце.

Несушки кросса «Ломанн Браун» имеют более высокую яйценоскость по сравнению с другими кроссами. Например, интенсивность яйцекладки кур кросса H&N «Super Nick» при достижении пика яйцекладки составляла 92,7% (Тюркина О.В., 2008), кроссов «УК Кубань» в возрасте оценки 60 – 63 недели – 77,4 – 84,1% (Щербатов В.И. и др., 2005), кросса «Хайсекс» в возрасте 70 недель – 70% (Штеле А.Л., 2014), кросса «ISA-BROWN коричневый» - 89,7% (Суязов Ю.М., Пристач Н.В., 2005).

При производстве яиц большое значение имеет не только количество снесенных яиц за определенный период, но и их качество.

Масса яиц – важнейший физический показатель пищевой и товарной ценности, определяющий яичную продуктивность птицы.

Проведенные исследования подтверждают сложившуюся закономерность, свойственную, для всех видов сельскохозяйственной птицы – с возрастом масса яиц увеличивается (таблица 7). Самые мелкие яйца куры сносят в начале продуктивного периода. В конце продуктивного периода куры сносят наиболее крупные яйца. Увеличение массы яиц с возрастом происходит как за счет массы белка, так и желтка. Так масса белка с возрастом увеличилась на 5,6 %, абсолютная масса желтка возросла на 34,0 %. Классическим соотношением составных частей яйца является 60% белка, 30% желтка и 10% скорлупы. Интенсивная селекция современных яичных кроссов кур на высокую яйценоскость изменило это соотношение в сторону увеличения доли белка в яйце. Так во все возрастные периоды доля белка в яйце была выше 60%, в связи с чем соотношение белок : желток было не ниже 2,2 : 1.

Несмотря на то, что масса яиц с возрастом увеличилась больше чем на 7 г, масса скорлупы возросла не более чем на 0,42 г, при снижении доли скорлупы в яйце. С возрастом такой дисбаланс в массе яиц и скорлупы, обостряет проблему прочности скорлупы с возрастом.

Коэффициент вариации по основным морфологическим показателям низкий, что свидетельствует о многолетней селекционной работе

специалистов над признаком «качество яиц». Однако, высокая вариабильность массы желтка в яйце с возрастом означает, что до сих пор высокая яйценоскость кур достигается без учета питательности яиц и прежде всего, путем снижения доли желтка в яйце.

Нами не установлено влияние интенсивности яйцекладки кур на массу яиц. Вероятно, массу яиц определяет возраст (рисунок 5). В то же время явно просматривается тенденция увеличения массы желтка с ростом массы яиц.

Особый интерес для нас представлял вопрос о взаимосвязи качества яиц с яйценоскостью кур. Качество яиц высокопродуктивных и кур с низкой яйценоскостью практически не различались, однако стоит отметить, что масса желтка и его доля в яйце у низкопродуктивных несушек в отдельные возрастные периоды несколько превышала аналогичные показатели для несушек с высокой яйценоскостью (таблица 8 и 9).

Таблица 7 – Морфологические качества яиц в группе кур Ломанн Браун

Показатели	Возраст, дней												Cv, %
	161	170	200	230	260	290	320	350	380	400	430	460	
Масса яиц, г	53,15	53,19	55,3	54,92	55,76	54,09	56,2	60,57	59,3	61,93	59,66	59,76	5,18
Масса белка, г	35,02	34,61	33,72	34,56	34,18	32,79	34,63	37,14	36,02	38,09	36,62	36,53	4,61
Масса желтка, г	11,99	12,4	13,1	14,03	13,33	14,9	15,06	16,66	16,7	17,24	16,75	16,61	11,48
Масса скорлупы, г	6,14	6,17	6,52	6,33	6,37	6,4	6,38	6,77	6,58	6,59	6,29	6,63	2,63
Доля в яйце, %													
Белка	65,89	65,09	63,13	62,98	61,32	60,59	61,62	61,32	60,74	61,51	61,38	61,1	2,15
Желтка	22,56	23,3	24,6	25,5	27,49	27,56	26,78	27,51	28,17	27,84	28,08	27,78	6,01
Скорлупы	11,55	11,61	12,27	11,52	11,44	11,85	11,28	11,17	11,09	10,65	10,55	11,13	4,42
Отношение белок : желток	2,92	2,79	2,57	2,46	2,56	2,20	2,30	2,23	2,16	2,21	2,19	2,20	8,94

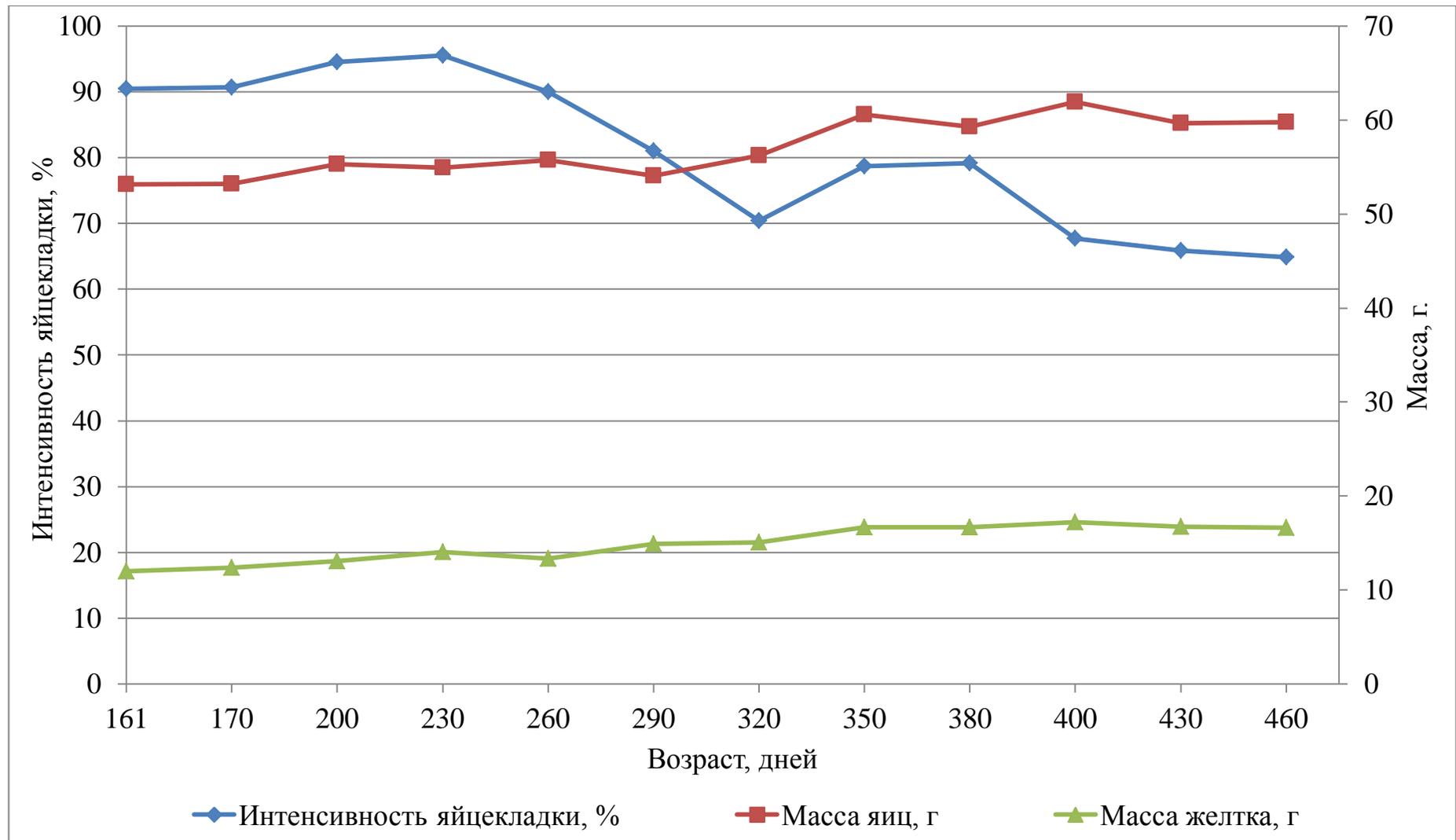


Рисунок 5 – Возрастная динамика яйцекладки кур и морфологических показателей яиц по группе

Таблица 8 – Морфологические показатели яиц высокопродуктивных кур-несушек

Показатели	Возраст, дней												Cv, %
	161	170	200	230	260	290	320	350	380	400	430	460	
Масса яиц, г	53,1	53,16	53,1	55,0	56,81	53,6	56,15	60,56	58,51	62,43	59,77	59,46	5,65
Масса белка, г	35,4	35,32	33,96	34,07	34,93	32,57	34,62	37,1	35,54	38,46	36,69	36,2	4,76
Масса желтка, г	11,52	11,64	12,74	14,05	15,49	14,65	15,03	16,69	16,48	17,37	16,77	16,64	10,84
Масса скорлупы, г	6,18	6,2	6,4	6,24	6,41	6,38	6,4	6,78	6,5	6,61	6,3	6,61	2,80
Доля в яйце, %													
Белка	66,67	66,44	63,84	63,16	61,55	60,72	61,65	61,25	60,74	61,6	61,37	60,87	2,18
Желтка	21,69	21,9	24,05	25,49	27,23	27,36	26,76	27,56	28,16	27,82	28,06	27,97	6,06
скорлупы	11,64	11,66	12,11	11,35	11,28	11,92	11,31	11,18	11,1	10,58	10,57	11,16	4,25
Отношение белок : желток	3,07	3,03	2,67	2,42	2,26	2,22	2,30	2,22	2,16	2,21	2,19	2,18	8,62

Таблица 9 – Морфологические показатели яиц низкопродуктивных кур-несушек

Показатели	Возраст, дней												Cv, %
	161	170	200	230	260	290	320	350	380	400	430	460	
Масса яиц, г	53,2	53,3	54,3	54,6	51,55	57,0	56,5	60,6	62,45	60,4	58,9	61,9	6,44
Масса белка, г	34,64	34,49	32,75	33,99	31,17	34,1	34,7	37,5	37,94	36,99	36,16	38,8	6,61
Масса желтка, г	12,46	12,6	14,55	13,94	14,69	16,4	15,2	16,4	17,61	16,85	16,61	16,4	10,91
Масса скорлупы, г	6,1	6,21	7,0	6,67	6,22	6,5	6,3	6,7	6,9	6,55	6,13	6,7	4,44
Доля в яйце, %													
Белка	65,11	64,71	60,3	62,25	60,4	59,82	61,42	61,88	60,75	61,25	61,4	62,7	2,93
желтка	23,42	23,65	26,8	25,55	28,55	28,77	26,9	27,06	28,2	27,9	28,2	26,4	7,2
скорлупы	11,47	11,65	12,9	12,2	12,1	11,4	11,15	11,06	11,05	10,85	10,4	10,9	6,39
Отношение белок : желток	2,78	2,72	2,25	2,44	2,12	2,08	2,28	2,29	2,15	2,20	2,18	2,37	11,26

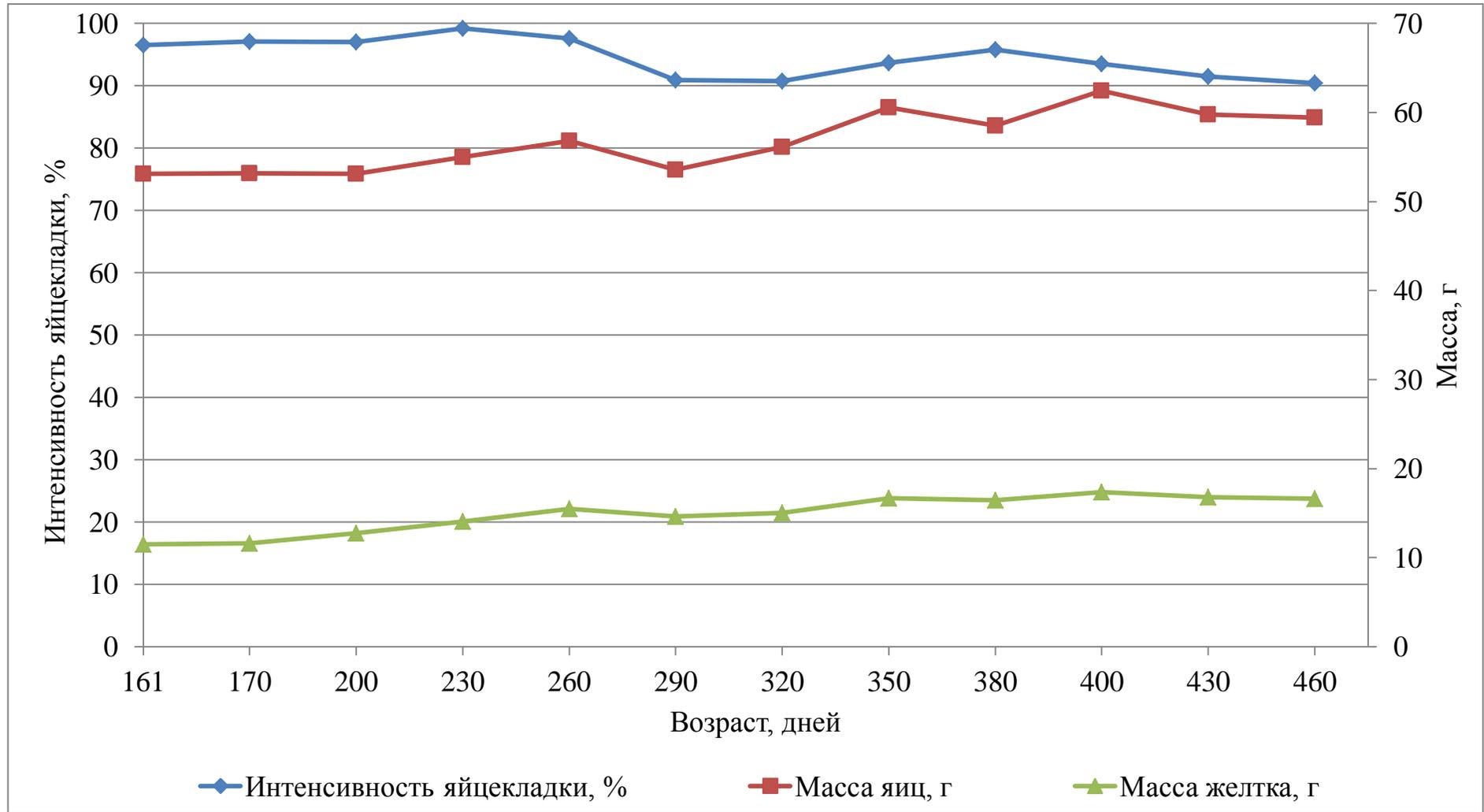


Рисунок 6 - Возрастная динамика яйцекладки высокопродуктивных несушек и морфологических показателей яиц

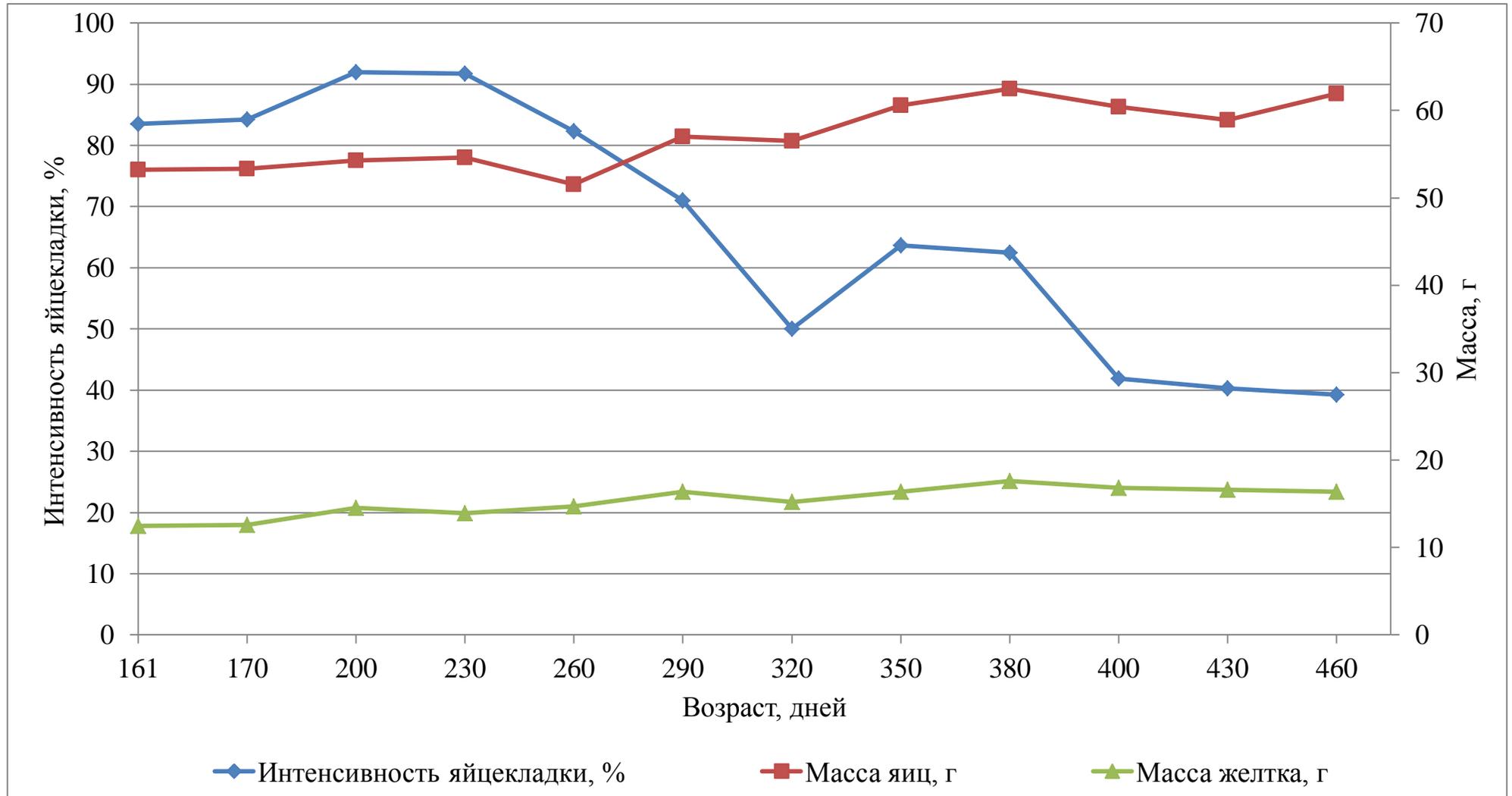


Рисунок 7 – Возрастная динамика яйцекладки низкопродуктивных несушек и морфологических показателей яиц

Используя формулу,  $Y = 0,146X_1 - 0,08X_2 + 14,12$ , можно оценить яйца от каждой курицы по доле желтка в яйце. Куры, которые в возрасте 22 – 23 недели, сносят яйца с долей желтка менее 23%, относят к категории высокопродуктивных несушек.

Доля желтка в яйцах кур может служить дополнительным показателем для подтверждения признака яйценоскости при отборе кур по времени снесения яиц в 22 – 23 недели жизни.

### **3.3 Биологические ритмы яйцекладки кур**

Первые рекогносцированные опыты проводились в условиях лаборатории, при содержании кур в клеточной батарее. Молодки были посажены в клетки в возрасте 120 дней. Яйценоскость учитывали ежедневно со времени начала яйцекладки. Несушки содержались до возраста 500 дней жизни. По результатам индивидуального учета определяли яйценоскость, массу яиц и время снесения яиц.

По результатам исследований была выделена группа кур с высокой яйценоскостью, более 300 шт. яиц за сезон, и низкопродуктивных кур, яйценоскость которых составляла менее 300 шт. яиц. В первых рекогносцированных опытах, а затем и при проведении исследований в хозяйстве было установлено, что в стаде кур Ломанн Браун доля кур с высокой яйценоскостью составляет не менее 80% от всего поголовья. Высокопродуктивные куры отличаются высокой интенсивностью кладки в любые возрастные периоды (таблица 10). Так птица этой группы раньше достигала хозяйственной зрелости (50% кладки в 142 дня) и пика кладки. При этом пик кладки составлял 99,2% и его продолжительность была не менее 2 – 3 недель. Плато яйцекладки было выравненным и высоким. Продолжительность пика и плато яйцекладки у высокопродуктивных кур составляло не менее 8 месяцев при средней яйцекладке 95,3% за период. В то

же время, интенсивность яйцекладки кур в среднем по группе за тот же период была не выше 85%. Группа кур с яйценоскостью менее 300 шт. яиц резко контрастировала по сравнению с высокопродуктивными по интенсивности кладки на пике яйценоскости не более 92%, при этом плато кладки составляло всего лишь два месяца продуктивного периода со 180 до 240 дней. Для низкопродуктивных кур также характерно резкое падение процента кладки с возраста 240 – 250 дней жизни и динамичного его снижения до конца продуктивности.

Таблица 10 – Интенсивность яйцекладки кур

Группа кур	Возраст, дней												Интенсивность яйцекладки за продуктивный период, %
	134	152	182	213	243	274	305	335	366	396	427	458	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	151	181	212	242	273	304	334	365	395	426	457	500	
	Яйцекладка, %												
По группе	69,0 ± 3,4	90,7 ± 1,7	94,5 ± 1,5	95,5 ± 1,4	90,0 ± 2,3	81,0 ± 2,3	70,4 ± 5,1	78,7 ± 3,9	79,2 ± 4,8	67,7 ± 6,5	65,9 ± 6,6	64,9 ± 6,2	78,9
Высоко- продуктивные куры	74,0 ± 3,1***	97,1 ± 0,8	97,0 ± 1,3	99,2 ± 0,7	97,6 ± 0,8*	90,9 ± 1,3	90,8 ± 1,9*	93,7 ± 1,8*	95,8 ± 1,3*	93,5 ± 1,3*	91,5 ± 2,2**	90,4 ± 2,1*	92,6
Низко- продуктивные куры	63,9 ± 12,3	84,2 ± 5,5***	92,0 ± 6,0***	91,7 ± 6,3***	82,3 ± 9,9	71,0 ± 5,4***	50,0 ± 17,7	63,7 ± 13,6	62,5 ± 20,2	41,9 ± 24,53	40,3 ± 23,9	39,3 ± 20,7	65,2

(\*P &lt;0,95; \*\*P&lt;0,99; \*\*\*P&lt;0,999)

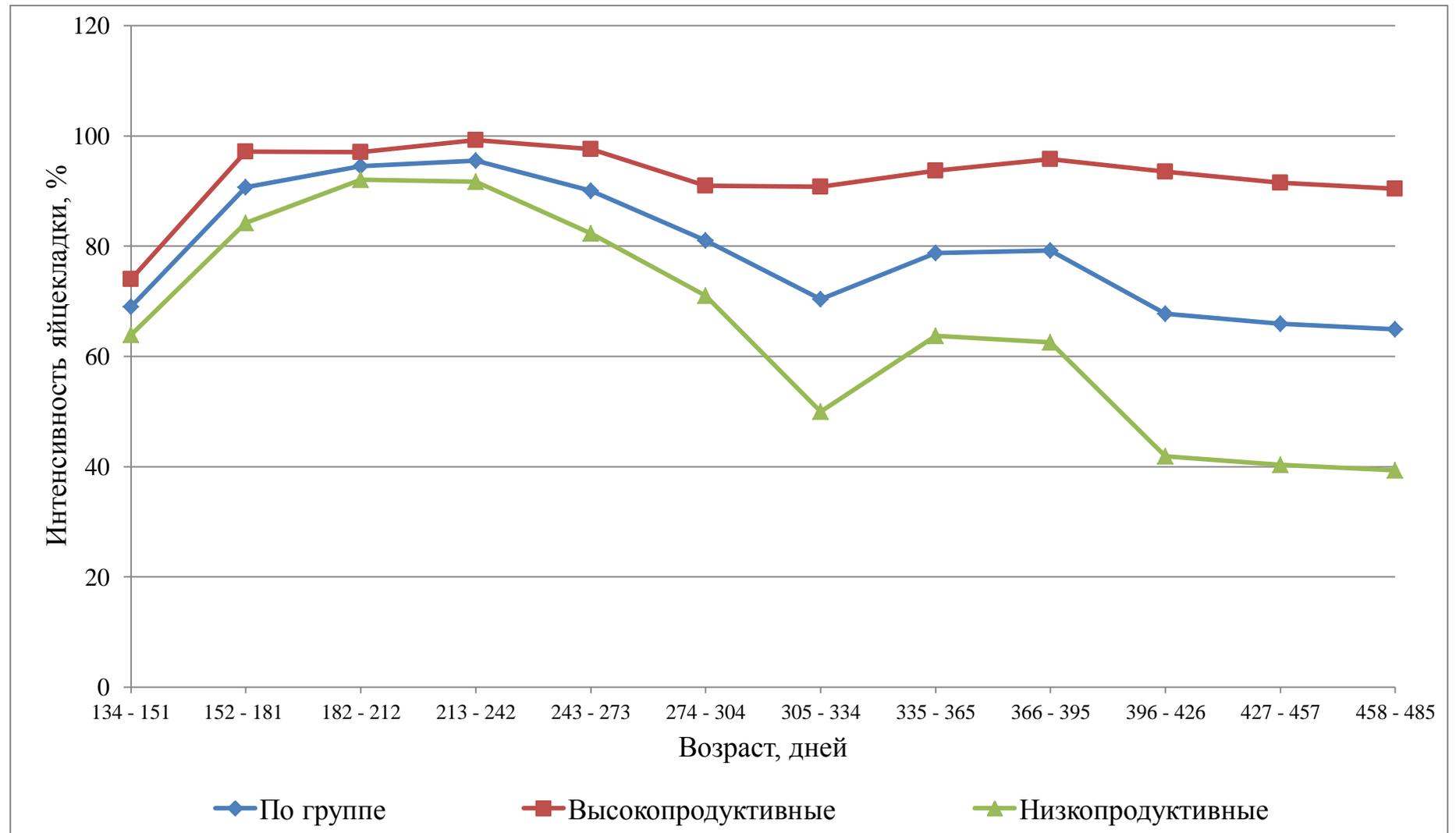


Рисунок 8 – Динамика интенсивности яйцекладки разных групп кур-несушек

Интенсивность яйцекладки характеризует долю кур в стаде, которые сносят яйца за определенный период (рисунок 8). Так куры с высокой яйценоскостью сносили яйца практически ежедневно, их уровень кладки никогда не снижался ниже 90% во все возрастные периоды. Несмотря на то, что доля низкопродуктивных кур не превышает 20% от стада, их негативный вклад в общую продуктивность довольно значим. Так резкое снижение кладки яиц в возрасте 240 дней кур с низкой яйценоскостью негативно отражается на общей продуктивности стада, чем высокопродуктивных кур. Таким образом, уменьшение доли низкопродуктивных кур будет способствовать повышению общей продуктивности стада. В то же время перед началом полового созревания, в период достижения пика и нахождения на плато яйцекладки между курами с разной продуктивностью нет различий в экстерьерных показателях, у них сходная динамика развития яйцекладки, что затрудняет выбраковку несущек с низкой яйценоскостью. На наш взгляд эти различия существуют в двигательной активности и прежде всего в ее частной форме, как яйцекладка. Временная организация яйцекладки, ритм яйцекладки высокопродуктивных кур, время снесения яиц в период освещенности, вероятно, наиболее важные факторы, которые влияют на формирование яичной продуктивности кур-несущек.

Интенсивность кладки кур во многом связана с продолжительностью формирования яйца. Время формирования яиц в половом тракте курицы сугубо индивидуально. Промежуток между кладкой яиц уменьшается по мере укорачивания цикла формирования яйца. По данным многих исследований, при 14 часовом световом дне период формирования яйца у различных видов кур колеблется в пределах 24 – 28 часов (Штеле А.Л., 2011).

Яичная продуктивность кур – комплексный показатель, учитывающий, прежде всего качество яиц птицы и яйценоскость. Яйценоскость – основной селекционируемый признак и решающий показатель яичной продуктивности для всех видов птицы. Так как от него в итоге зависит ее плодовитость.

Второй по значимости признак в яичной продуктивности – это масса яиц. Для ее оценки, отбора птицы в линиях и создания гибридов используют показатели средней массы яиц на основе многократных взвешиваний в течение продуктивного периода. В племенных хозяйствах, как правило, определяют среднюю массу яиц в 30 и 52 недельном возрасте кур. Между средней массой яиц в эти периоды существует высокая положительная корреляционная связь. Однако, чем раньше проведена оценка продуктивных качеств кур, тем больше молодняка можно отвести от отобраной птицы. В связи с этим, современные технологии в селекции птицы предусматривают разработку новых приемов прогнозирования продуктивности и отбора птицы в раннем возрасте.

Проведенные исследования показали, что динамика яйцекладки, интервалов и серий в кладке яиц до 5 месяцев продуктивного периода во многом сходны как для высокопродуктивных, так и для низкопродуктивных несушек. Различия заключаются лишь в выраженности серий и интервалов. Однако, такое распределение яйцекладки кур в начале продуктивного периода и до окончания плато продуктивности не дает возможности ранней оценки и прогнозирования яйценоскости кур по количеству снесенных яиц в начале продуктивного периода. Именно эти причины обусловили широко используемые приемы оценки племенной птицы по результатам яйценоскости в 30 и 52 недели жизни птицы.

С целью изучения времени снесения и массы яиц в серии, по результатам исследований группу кур разделили на: высокопродуктивных несушек с яйценоскостью более 300 штук яиц за сезон и с низкой продуктивностью – менее 300 штук яиц за 500 дней жизни. В ходе исследования изучали среднее время снесения яиц в серии по трем последовательно снесенным яйцам с начала серии.

Яйцекладка кур в период с начала яйценоскости и до 40 недельного возраста сдвигается к утренним часам. При этом сокращается и время, в которое происходит яйцекладка кур – оно также уменьшается с 3 часов 41

минуты до 2 часов 25 минут, т.е. все стадо выносятся не более чем за 5 часов с момента включения света в птичнике. С возраста 40 недель, а это возраст начала снижения плато яйцекладки происходит сдвиг кладки кур к более поздним часам, однако время, за которое куры выносятся в течение дня – уменьшается и к возрасту 52 недель составляет чуть более 2 часов (таблица 11).

Таблица 11 – Среднее время по 3 снесенным яйцам в серии по группам

Возраст	По группе, t	Lim		Среднее t по группе высоко-продуктивных	Lim		Среднее t по группе низко-продуктивных	Lim		Cv, % высоко-продуктивных несушек	Cv, % низко-продуктивных несушек
		min	max		min	max		min	max		
22 недели	7:28	5:56	9:03	7:23	5:56	9:03	7:49	6:54	8:15	15,84	7,63
25 недель	6:28	4:18	8:18	6:22	4:18	8:18	6:53	6:38	7:05	19,55	2,79
30 недель	6:53	4:42	8:44	6:56	4:42	8:28	6:42	5:27	8:44	15,92	21,07
35 недель	5:53	4:34	7:19	5:50	4:34	6:42	6:06	5:28	7:19	10,82	13,78
40 недель	7:29	4:46	11:02	7:06	4:46	8:27	9:04	5:12	11:02	16,55	29,1
45 недель	8:58	6:39	11:12	8:57	6:39	11:12	9:06	8:09	10:05	12,87	11,08
52 недели	8:31	7:44	9:42	8:25	7:44	9:42	8:56	8:29	9:11	6,27	3,49

Анализ времени яйцекладки высокопродуктивных кур показывает, что высокояйценоские особи сносят яйца в более ранние утренние часы, при этом отмечается тенденция сдвига яйцекладки к времени включения освещения в птичнике. Яйцекладка у низкопродуктивных кур начинается позже, чем у высокопродуктивных и позже заканчивается. Однако, интересен факт, что группа низкопродуктивных кур сносят все яйца в более короткий промежуток времени, чем высокопродуктивные. На наш взгляд, это является одним из доказательств, что ритм овуляции таких кур очень небольшой по продолжительности и вероятнее, он маломобилен.

Данные по коэффициенту вариации времени снесения яиц представлены на рисунке 9.

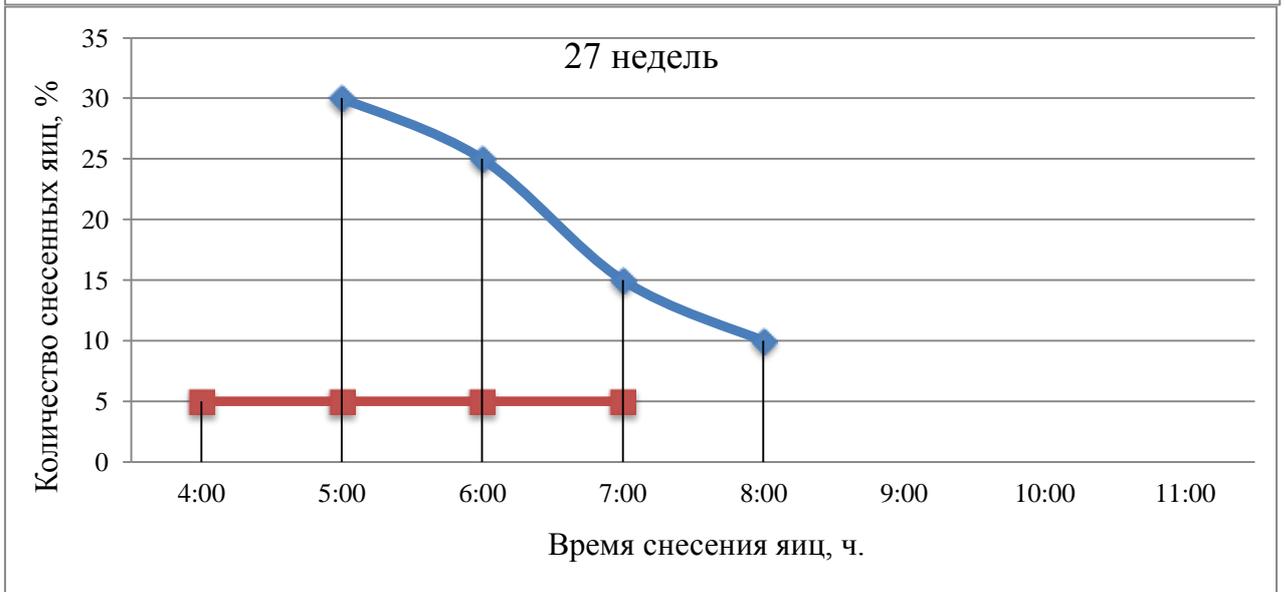
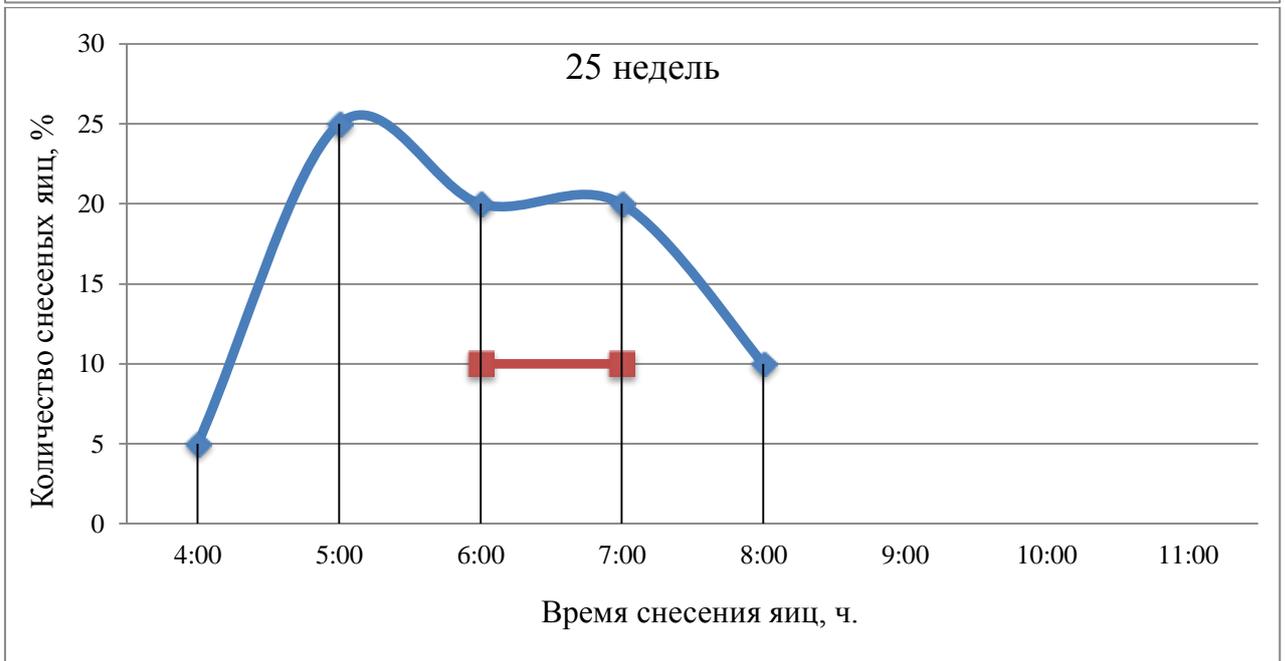
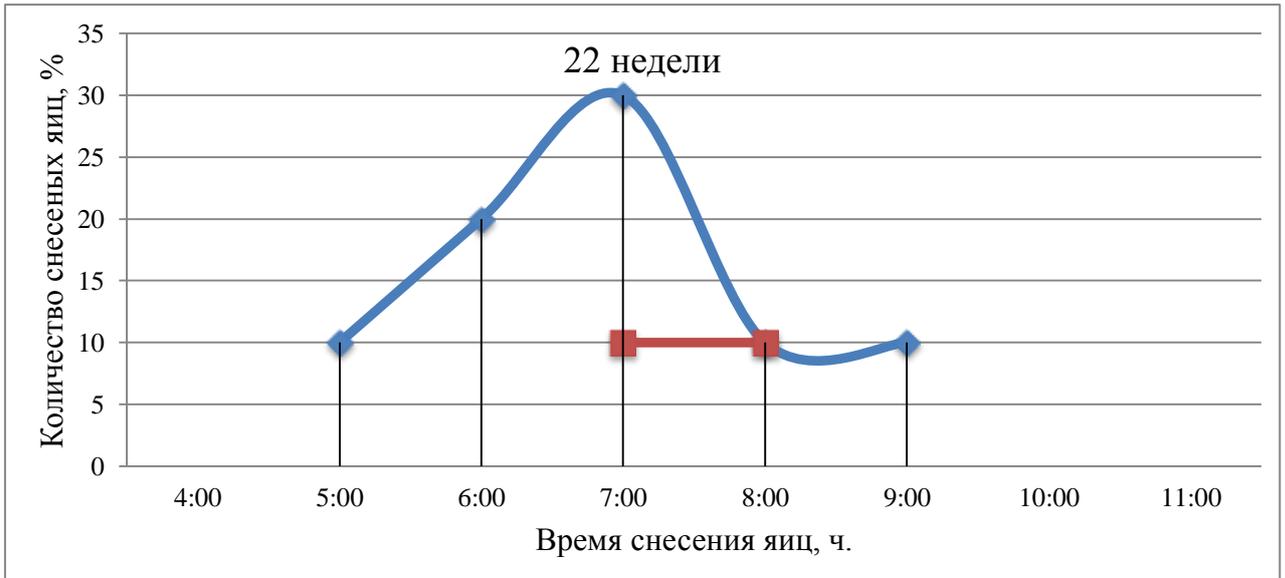


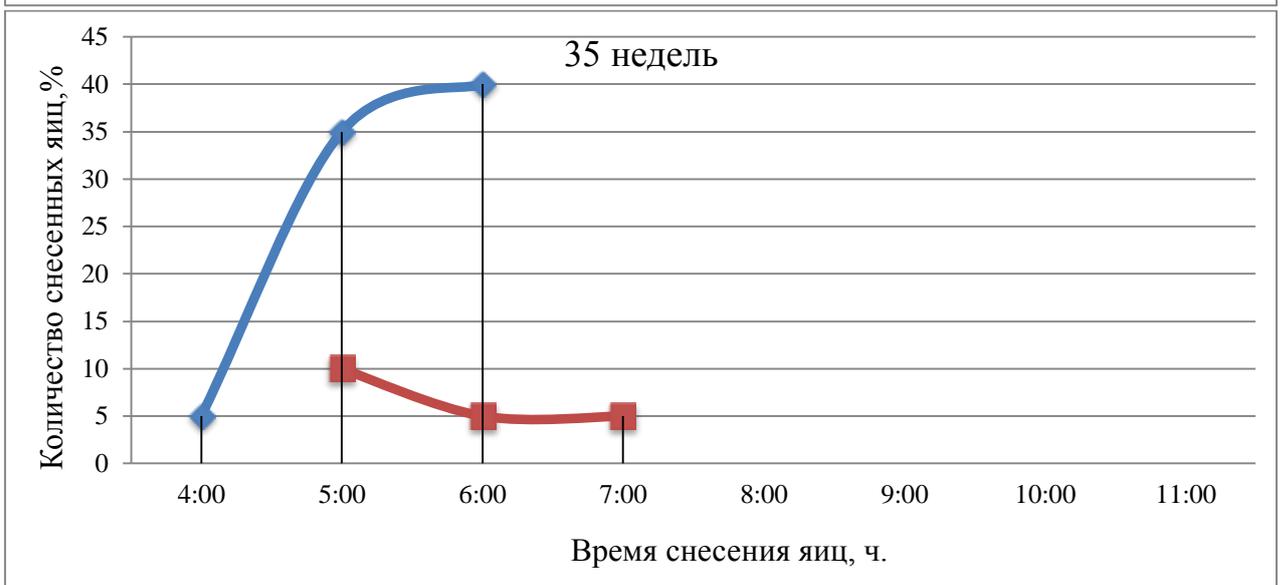
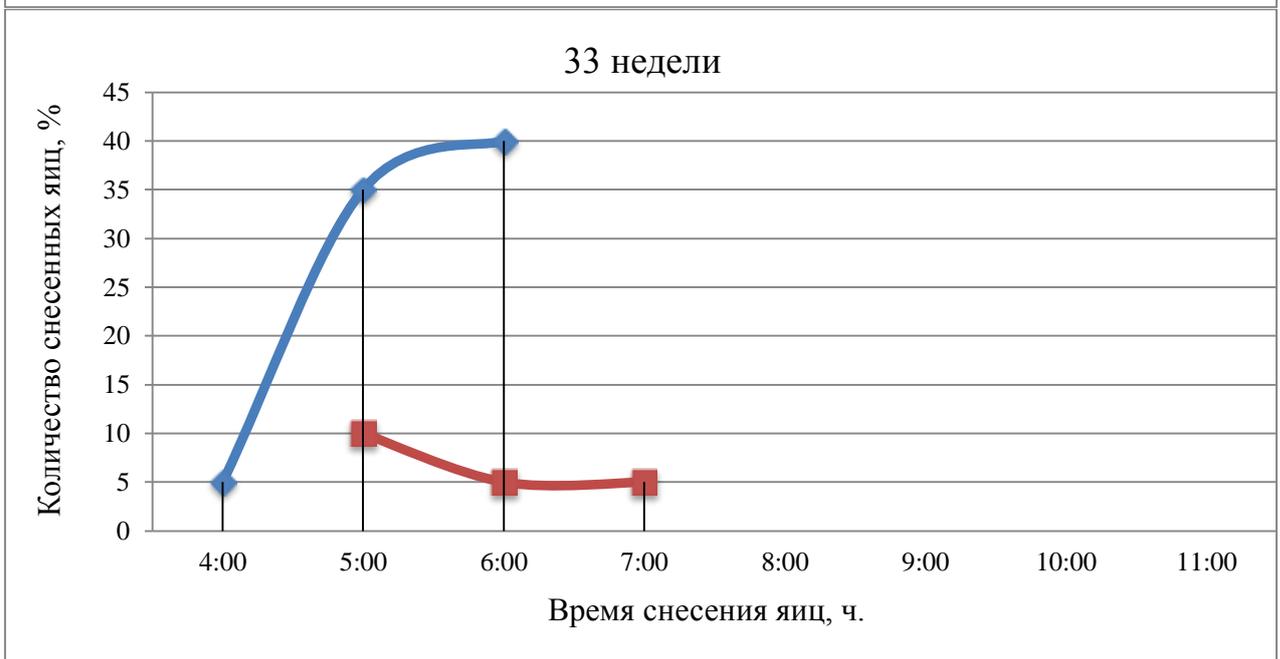
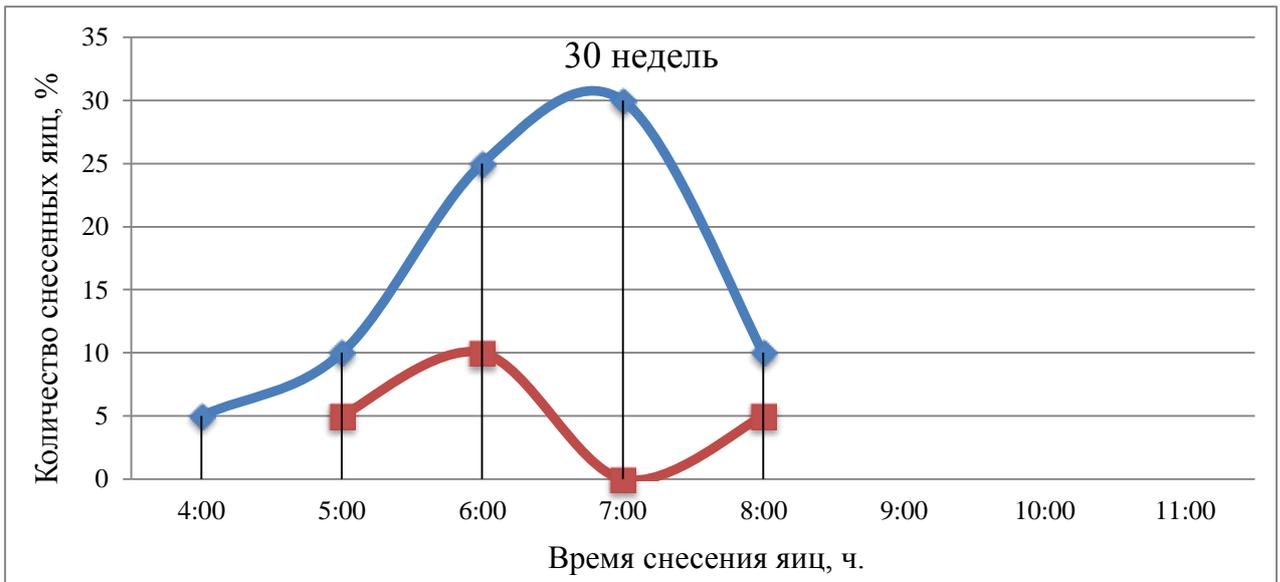
Рисунок 9 – Динамика коэффициента вариации времени снесения яиц (по трем последовательно снесенным яйцам)

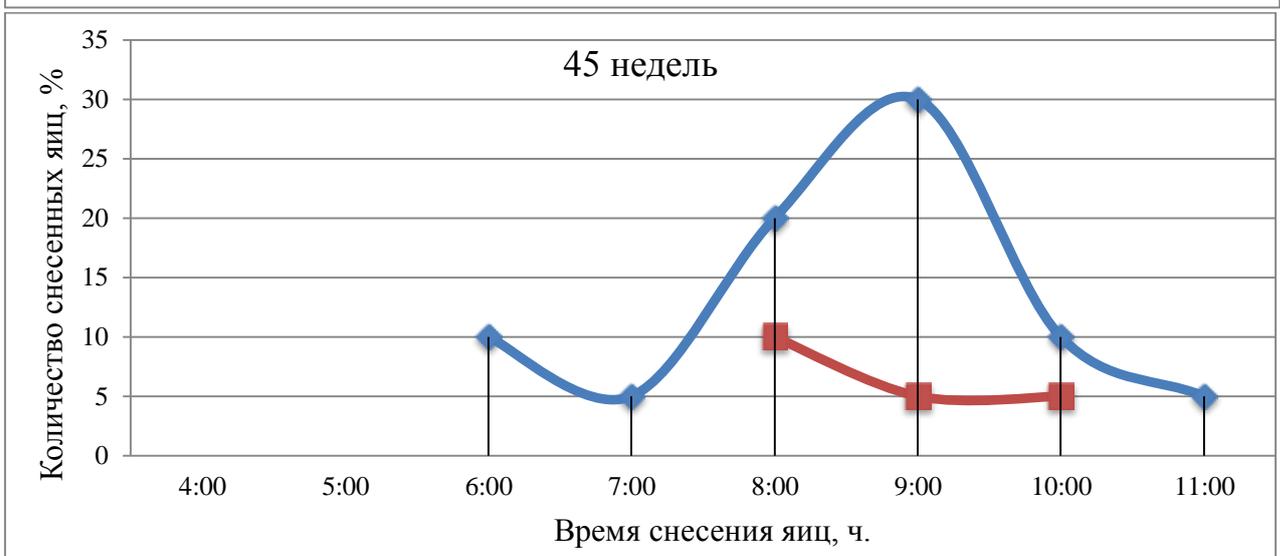
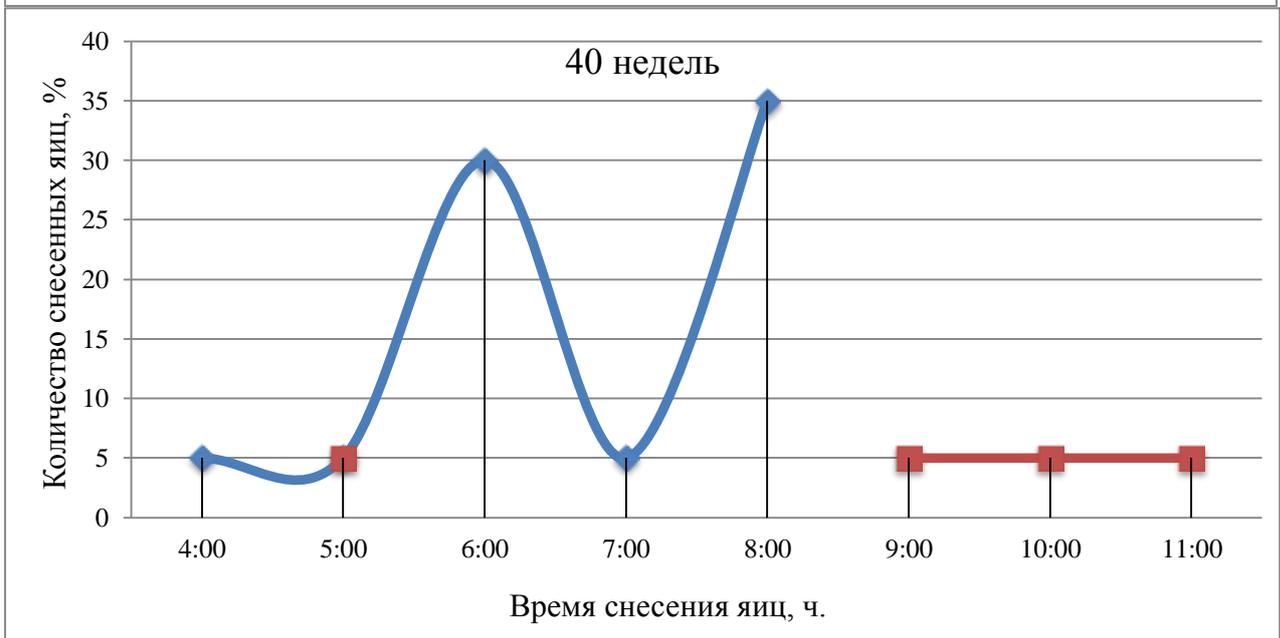
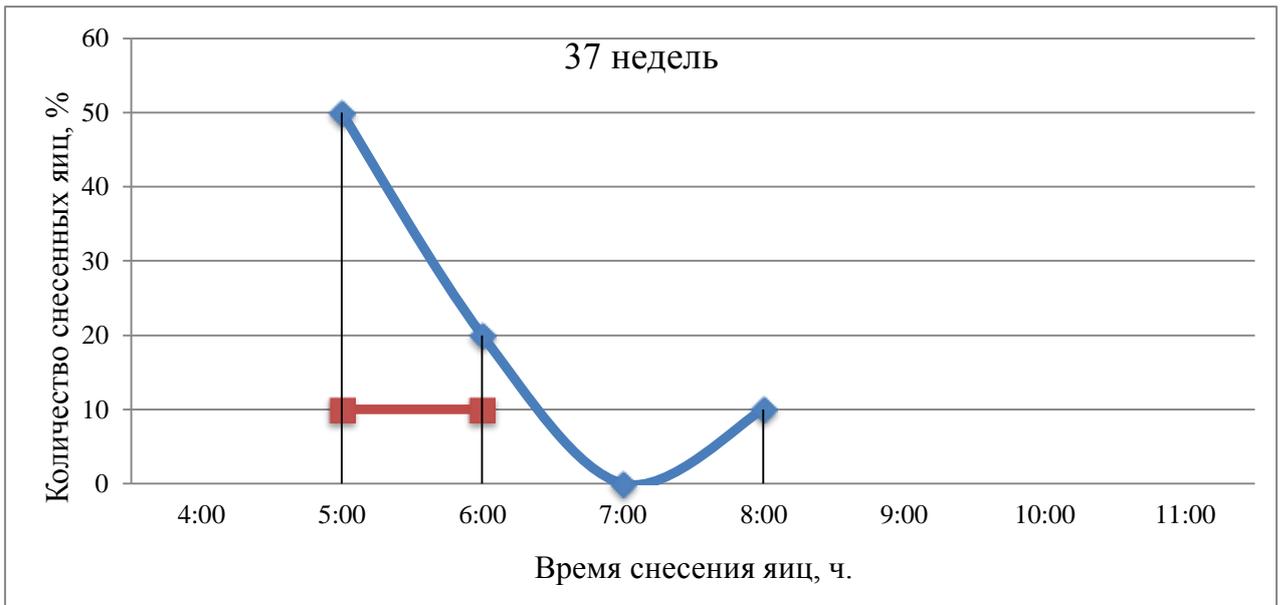
С возрастом коэффициент вариации для высокопродуктивных несушек с 22 до 52 недель постепенно снижается и находится в пределах 19,55 – 6,27 %. Наибольший пик отмечается в возрасте 25 недель. У низкопродуктивных несушек отмечается так же два пика: в возрасте 30 и 40 недель (рисунок 9).

С целью изучения ритма яйцекладки нами проводился учет времени снесенных яиц по возрастам у кур (рисунок 10), содержащихся в индивидуальных клетках. Учет велся с момента включения света в птичнике и до его отключения.

Световой режим предусматривал стабильное включение света в 4:00. Учитывалось количество снесенных яиц в процентах за каждый час в разные возрастные периоды.







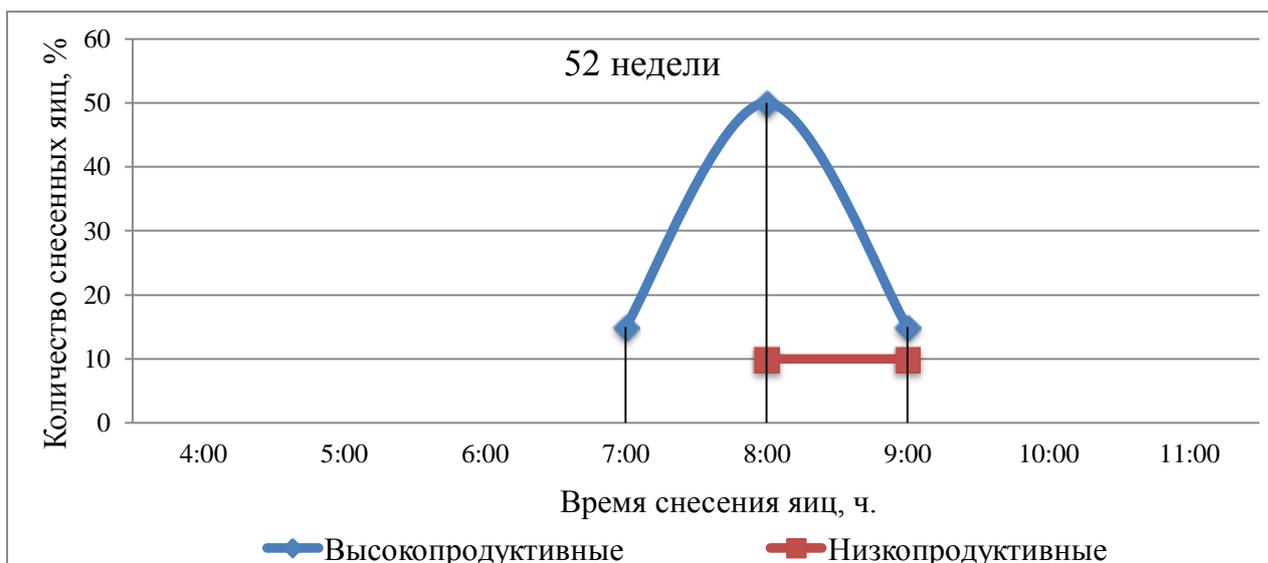


Рисунок 10 – Динамика времени снесения яиц по возрастам

Возраст 22 – 30 недели – период выхода кур на пик продуктивности. Уровень яйцекладки кур кросса Ломанн Браун на пике кладки составляет 95-97%. По мнению Штеле А.Л. (2014) это период наиболее оптимальной синхронизации в функционировании яичника и яйцевода у кур. По нашему мнению, в это время эндогенные ритмы овуляции кур, которые индивидуальны для каждой особи, синхронизируются со световым режимом в корпусе. Вероятно, в этот возрастной период хода биологических часов, продолжительность биологических суток птицы в большей степени подстраивается под экзогенный ритм освещения. Наиболее мобильными в этой подстройке являются ритмы кладки яиц высокопродуктивных кур.

С возраста 34 недель продолжительность ритма кладки уменьшается. Это происходит за счет смещения пика кладки яиц на один час к утреннему времени кладки. В силу этого и все время кладки составляет не более 4 часов. В возрасте 35 недель 95% кур стада сносят яйца в течение первых трех часов после включения света. При этом все высокопродуктивные куры (80% стада) выносятся в это время.

Снижение яйцекладки кур с возраста 40 недель мы связываем, прежде всего, с нарушением временной организации овуляции. Вероятнее всего, при стабильном режиме освещения в птичнике, в ходе биологических часов

накапливается временная ошибка, которая в отсутствии ежедневной корректировки биологических часов, вызывает сдвиг фазы яйцекладки на более позднее время. Явление сдвига фазы двигательной активности известно у млекопитающих и насекомых, в случае, когда им искусственно навязали смещение фазы за счет включения света в определенное время суток (Сидоренко Л.И., Щербатов В.И., 2016; Детари М.Л., 1990). Сдвиг фазы следует рассматривать как приспособительную реакцию организма на изменяющиеся условия среды. Как правило, такой сдвиг происходит на нечетное количество фаз. Учитывая, что продолжительность биологических суток кур составляет 23 часа 15 минут, то реальная продолжительность фазы составляет 45 минут.

Сдвиг фазы постоянно спешащих биологических часов у кур, которые в условиях постоянного по продолжительности искусственного освещения не корректируется, и составляет 45 минут. Как правило, на такое время сдвигается пик яйцекладки у высокопродуктивных кур с возрастом, для сохранения яйцекладки на прежнем уровне. Процессы овуляции у низкопродуктивных кур происходят по иному и им для восстановления яйцекладки требуются перерывы (интервалы) в кладке яиц на один-два, а зачастую большее число дней, чтобы их биологический ритм совпал с фазой овуляции.

С возраста 38 недель и до возраста 42 недель низкопродуктивные, в силу большого числа и продолжительности перерывов, и высокопродуктивные осуществляют яйцекладку в разное время. Все высокопродуктивные особи выносятся до 9:00, в то время как низкопродуктивные начинают кладку только в это время, заканчивая ее к полудню.

Процесс яйцекладки кур во времени суток и в течение всего продуктивного периода уподобляется движениям маятника, имеющего амплитуды не более 8 часов кладки во все возрастные периоды, а его затухающие колебания приходятся на середину этой амплитуды. В нашем

случае это 8 часов утра. В этой ситуации максимальный сдвиг фазы яйцекладки в одну и другую сторону укладывается в нечетное число фаз.

### 3.4 Способы раннего прогнозирования яичной продуктивности птиц

#### 3.4.1 Способ раннего отбора кур по времени яйцекладки

Способ основан на учете времени яйцекладки, начиная с возраста 22 недели жизни несушек. Ежедневные наблюдения за временем снесения яиц курами показали, что несушки различаются по ритму снесения яиц. Применялся традиционный режим освещения 4:00 – 12:00;14:00 – 19:00.

Наиболее контрастные различия между курами по времени снесения яиц наблюдались в период достижения половозрелости и в начале устойчивой яйцекладки. Для кур-несушек кросса Ломанн Браун это, как правило, возраст 22 – 23 недели жизни. В этом возрасте интенсивность яйцекладки птицы составляет не менее 70%. Таким образом, в каждом цикле кладки куры сносят не менее 5 штук яиц – это и есть устойчивый цикл кладки. В таблице 12 представлены данные исследований о среднем времени снесения курами яиц в цикле кладки (по 5 шт. яиц от каждой курицы).

Таблица 12 – Среднее время по 5 снесенным яйцам в серии по группам

Возраст	Среднее по группе, t	Lim		Среднее t по группе высоко-продуктивных	Lim		Среднее t по группе низко-продуктивных	Lim		Cv, % высоко-продуктивных несушек	Cv, % низко-продуктивных несушек
		min	max		min	max		Min	max		
22 недели	7:29	5:56	9:03	7:25	5:56	9:03	7:48	7:03	8:06	13,27	6,46
25 недель	6:34	4:17	8:41	6:26	5:08	8:41	7:04	6:48	7:33	20,45	4,76
30 недель	6:54	4:43	8:28	6:58	4:43	8:28	6:41	5:21	8:22	15,86	18,64
35 недель	5:53	4:38	7:03	5:51	4:38	6:43	6:03	5:30	7:03	10,66	11,86
40 недель	7:29	4:46	11:03	7:06	4:46	8:23	9:01	5:11	11:03	16,89	29,26
45 недель	8:59	6:54	11:10	8:57	6:54	11:10	9:03	7:47	10:13	12,03	13,00
52 недели	8:31	7:38	9:44	8:25	7:38	9:44	8:55	8:27	9:09	6,55	3,49

В возрасте 22 – 23 недели все куры выносятся в период с 6:00 до 9:00 часов утра. Период яйцекладки кур в это время занимает не более 3 часов. В то же время освещения в корпусе в этот период осуществлялось с 4:00 до 19:00, при продолжительности субъективного дня 15 часов. С этого времени период субъективного светового дня не изменяется, но за счет отключения света в полуденные часы меняется только объективный световой день. Еще одна особенность периода начала яйцекладки, что в этом возрасте куры сносят яйца не раньше чем через два часа после включения освещения в птичнике. Наши наблюдения, о наличии разрыва во времени в два часа между включением света в птичнике и времени начала яйцекладки, подтверждаются исследованиями В.И. Щербатова (2016), проведенными на мясных курах родительского стада, при клеточном содержании.

С возрастом кур яйцекладка начинает смещаться к утренним часам, т.е. к 4:00 утра, времени включения света в птичнике, в прочем только приближаясь к нему. Сдвиг к более раннему началу активности примерно одинаков изо дня в день. Куры никогда не сносили яйца до включения света. Таким образом, это является еще одним подтверждением нашего вывода о том, что овуляция и снесение яиц происходит только в светлое время суток.

Наряду со смещением ритма кладки к утренним часам изменялся период, за который птица выносила яйцо. Если в 22 недели все стадо выносило за 3 часа, то к возрасту 35 недель оно увеличилось до 4 часов. В возрасте 40 недель в циркадном ритме кладки яиц произошел фазовый сдвиг в начале цикла кладки. По нашим наблюдениям фаза цикла кладки сместилась на 2 часа, сдвинув начало кладки к полуденным часам. Этот сдвиг изменил и продолжительность кладки в течение дня с 3 часов в 22 недели до 5 часов по продолжительности в 45 недель.

По итогам индивидуального учета времени снесения яиц и яйценоскости кур за год, все стадо было разделено на кур с высокой и низкой яйценоскостью за продуктивный период. Анализ времени яйцекладки кур в

зависимости от ее яйценоскости позволил выявить ряд особенностей в циркадном ритме яйцекладки птицы.

Первая особенность в том, что высокопродуктивные куры начинают яйцекладку в более ранние утренние часы, чем низкопродуктивные особи.

Причем, ранняя яйцекладка характерна для таких несушек во все возрастные периоды. При этом, разница во времени между снесением первых яиц в утренние часы между несушками с разной продуктивностью составляет не менее 2 часов в возрасте кур с 22 – 25 неделю. С возрастом эта временная разница уменьшается в продолжительности до получаса.

Другая особенность в том, что высокопродуктивные куры сносят все яйца за период 3 – 4 часа с начала кладки. Для низкопродуктивных кур характерна высокая вариабельность времени снесения всех яиц в течение дня и оно колеблется от получаса в возрасте 25 недель до почти 5 часов по продолжительности в 40 недель. Это свидетельствует о том, что время овуляции у таких кур может изменяться в широком диапазоне, а ритм яйцекладки рассинхронизирован. Об этом же свидетельствует и коэффициент вариации времени яйцекладки. У высокояйценосных кур коэффициент вариации, хотя относительно высок, но размах его колебаний значительно ниже, чем у низкопродуктивных особей.

Возрастная динамика коэффициента вариации кур с разной продуктивностью свидетельствует о резком изменении в ритмах яйцекладки в определенные периоды продуктивности (рисунок 11).

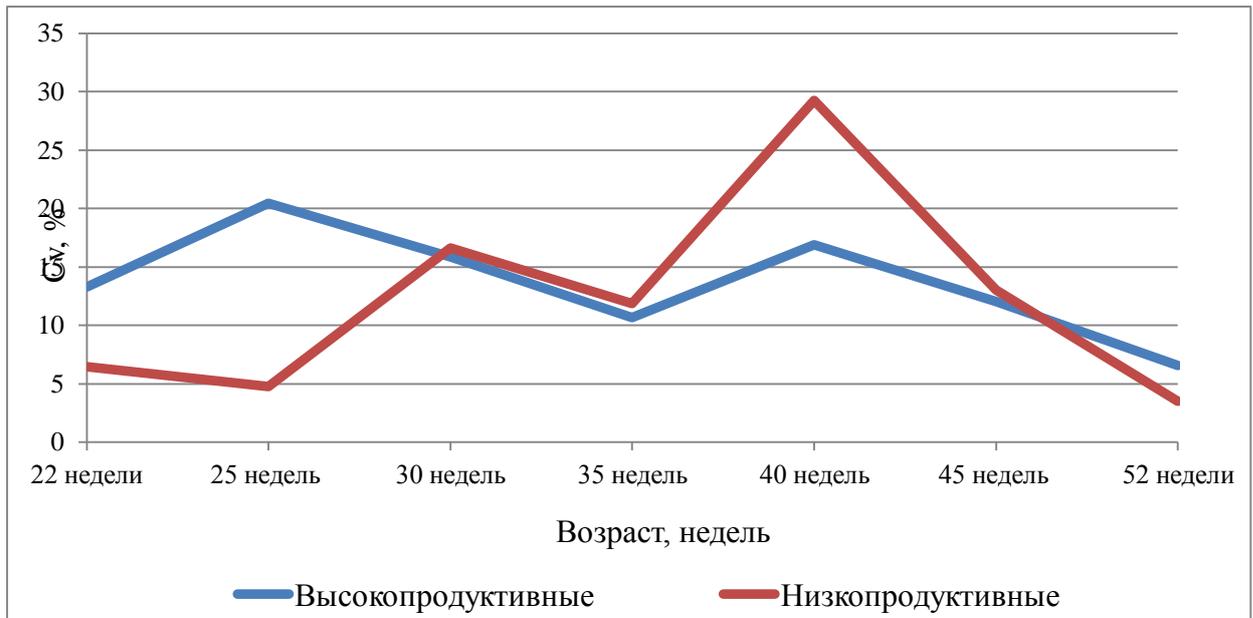


Рисунок 11 – Динамика коэффициента вариации времени снесения яиц (по пяти последовательно снесенным яйцам)

Обе кривые имеют двухвершинный профиль. Эти пики, связаны прежде всего с изменением фазы ритма кладки яиц в возрасте 25 и 40 недель для высокопродуктивных кур, и в 30 и 40 недель у особей с низкой яйценоскостью. Эти ритмы не совпадают в начале продуктивного периода за счет рассинхронизации по времени с периодом освещения в корпусе у низкопродуктивных несушек.

Проводя раннюю оценку яйценоскости кур в возрасте 22 – 23 недели по времени снесения яиц в первые 4 часа после включения света в птичнике в цикле яйцекладки по пяти снесенным без перерыва яйцам делает возможным оценить будущую яйценоскость кур за сезон с точностью 75% от всей категории высокояйценоских несушек (рисунок 12).

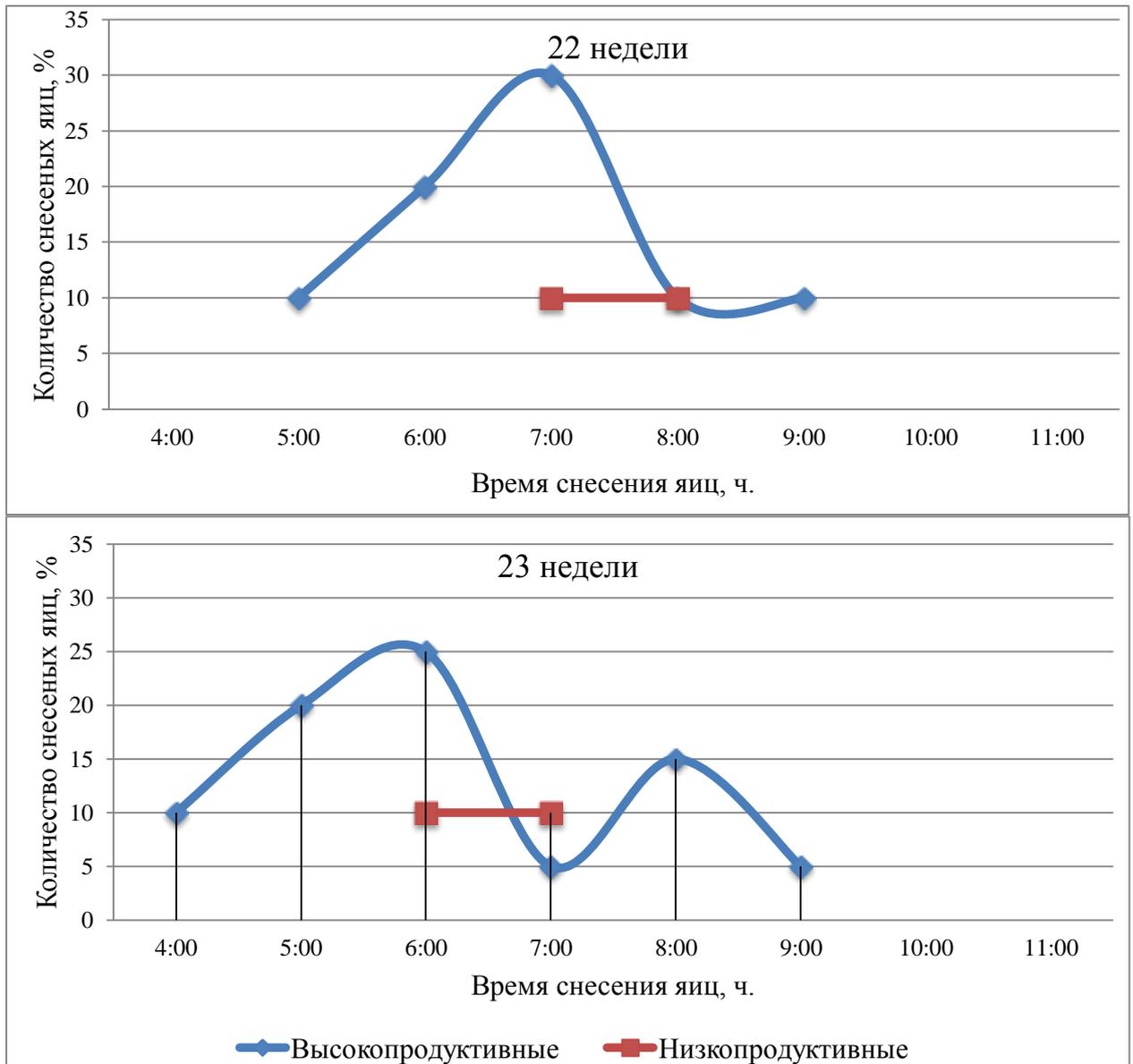


Рисунок 12 – Время снесения яиц в возрасте 22 и 23 недель

Несмотря на то, что такая степень оценки является достаточно высокой для раннего прогнозирования яйценоскости кур, мы осуществляли этот способ с использованием дополнительного признака «качество яиц» от несушек в возрасте 22 – 23 недели (таблица 13).

Масса яиц кур с высокой яйценоскостью отличалась меньшей вариабельностью, в течение продуктивного периода и ее значение никогда не превышало 8%, что говорит о консолидации этого признака. Масса яиц кур является хорошо наследуемым признаком и колеблется от  $h^2 = 0,34$  до 0,45.

Таблица 13 – Средняя масса по 5 снесенным яйцам в серии

Возраст	Масса яиц по группе, t	Lim		Средняя масса по группе Высоко-продуктивные, г	Lim		Средняя масса по группе Низко-продуктивные, г	Lim		Сv Высоко-продуктивные несушки	Сv Низко-продуктивные несушки
		min	max		min	max		min	max		
22 недели	51,6	45,0	59,6	51,5	45,0	59,6	51,5	46,3	59,6	7,4	11,1
25 недель	54,0	49,5	58,5	51,9	49,5	58,5	53,3	49,5	57,1	5,13	6,87
30 недель	54,9	47,9	69,4	54,9	49,5	63,2	57,5	47,9	69,4	7,38	15,76
35 недель	58,7	52,9	65,0	59,2	52,9	65,0	58,0	56,4	60,0	5,71	2,60
40 недель	56,4	50,0	69,2	56,4	50,0	63,0	59,7	52,9	69,2	7,98	12,16
45 недель	57,3	52,3	62,6	57,7	52,3	62,6	57,8	53,2	61,2	5,58	7,01
52 недели	60,9	53,7	72,5	60,7	53,7	65,7	62,9	57,8	72,5	5,72	10,39

Несмотря на то, что такая степень оценки является достаточно высокой для раннего прогнозирования яйценоскости кур, мы осуществляли этот способ с использованием дополнительного признака «качество яиц» от несушек в возрасте 22 – 23 недели.

Признак «масса яиц» в возрасте кур 22 – 23 недели не может объективно характеризовать яичную продуктивность кур при использовании способа раннего прогнозирования. В связи с этим, для повышения точности прогноза яичной продуктивности нами предлагается использовать показатель «доля желтка в яйце» для оценки яйценоскости кур. Известно, что все современные высокопродуктивные яичные кроссы кур имеют долю желтка в яйце не выше 27-28%. Потери в массе желтка яиц это своеобразная реакция птицы на повышение ее яйценоскости путем интенсивной селекции по этому признаку. Наиболее контрастны показатели «доля желтка» у несушек в возрасте 22 – 23 недели

У высокопродуктивных несушек доля желтка в этот период, всегда достоверно ниже доли желтка в яйцах кур с низкой яйценоскостью. При реализации способа раннего прогнозирования, оценивают массу и промеры трех яиц от каждой курицы. Используя формулу  $Y = 0,146X_1 - 0,08X_2 + 14,12$

можно оценить яйца от каждой курицы по доле желтка в яйце, не нарушая целостности скорлупы. Куры, которые в возрасте 22 – 23 недели, сносят яйца с долей желтка менее 23%, относят к категории высокопродуктивных несушек.

Доля желтка в яйцах кур может служить дополнительным показателем для подтверждения признака яйценоскости при отборе кур по времени снесения яиц в 22 – 23 недели жизни

В процессе исследований нами ежемесячно проводился учет индивидуальных морфологических качеств яиц от всей группы кур. Изучались на вскрытом яйце ежемесячно: масса яйца, белка, желтка и скорлупы, большой и малый диаметр яиц (таблица 14).

Нами установлено, что с возрастом увеличивается масса яиц и абсолютная масса частей яйца. Масса скорлупы яиц остается практически неизменной во все возрастные периоды. Масса желтка в яйцах с возрастом увеличивается, но в любом возрасте не достигает массы равной 30% от массы яйца. Соотношение белок : желток : скорлупа в идеальном яйце составляет 60:30:10. Однако, доля желтка в яйцах кур кросса Ломанн Браун, никогда не превышает 28%.

Низкая питательность яиц, в которых доля желтка невысокая, недостаток не только этого кросса, но и отражает сложившуюся тенденцию в селекции современных кроссов, когда высокая яйценоскость достигается снижением качественных показателей яиц.

Анализ полученных морфологических показателей яиц и яйценоскости кур за продуктивный период свидетельствует, что высокояйценоские куры всегда имеют долю желтка несколько меньшую, чем низкопродуктивные несушки. В то же время эта разница в доле желтка наибольшая в первые недели кладки яиц.

Таблица 14 – Динамика морфологических показателей яиц

Группы кур	Возраст, дней					
	150	180	210	240	270	300
Масса яиц, г						
ВП	51,4	57,6	62,5	63,0	64,5	65,5
НП	52,0	60,1	62,0	63,5	65,4	65,0
Желток, г						
ВП	13,3	16,0	16,2	17,1	17,2	17,4
НП	14,1	16,2	16,4	17,4	17,5	17,5
Белок, г						
ВП	32,3	35,1	39,3	38,8	40,1	40,8
НП	32,1	37,2	38,7	37,2	40,6	40,2
Скорлупа, г						
ВП	5,8	6,5	7,0	7,1	7,2	7,3
НП	5,8	6,7	6,9	6,9	7,3	7,3
ИФ, яиц						
ВП	76,5	75,0	75,0	75,5	75,0	74,5
НП	76,0	75,0	75,0	76,0	74,5	74,5
Желток, %						
ВП	25,8	27,8	25,9	27,1	26,7	26,6
НП	27,1	27,0	26,5	27,4	26,8	26,9

Способ ранней оценки яйценоскости кур и отбор кур по яичной продуктивности реализуется следующим образом. В возрасте кур 22 – 23 недели, начало яйцекладки птицы, в течение пяти смежных дней учитывают время снесения яиц с момента включения света в птичнике и в течение следующих четырех часов. Оценивают только кур снесших яйца в этот период. Точность оценки яйценоскости кур по времени кладки яиц составляет 75% от всей категории яйценоских несушек. При учете времени снесения яиц, учитывают индивидуально массу и размер 5 штук яиц и по полученным показателям, расчетным путем определяют массу и долю желтка в яйце. Куры, доля желтка в яйцах которых составляла не менее 27%, относили к категории низкопродуктивных несушек. Высокопродуктивные куры имеют долю желтка в яйцах в период с 22 по 23 неделю не более 26%. Использование показателя «доля желтка» в яйце способствует повышению точности ранней оценки до 85% в начале продуктивного периода кур.

Взятие промеров 5 яиц необходимо для определения эмпирическим путем массы желтка, а затем и доли желтка в яйце.

Для определения массы желтка в яйце, не нарушая целостности скорлупы, нами использовалось уравнение множественной линейной регрессии разработанной В.И. Щербатовым (2017):

$$Y = 0,146X_1 - 0,08X_2 + 14,12$$

Уравнение указывает на прямую линейную связь массы желтка  $Y$  и массы яиц  $X_1$ , и обратную связь массы желтка  $Y$  с индексом формы яиц  $X_2$ . Ошибка при определении массы желтка расчетным путем не превышает 5% по сравнению с фактическими результатами, полученными на вскрытом яйце.

Зачастую, в начале яйцекладки кур, количество яиц в серии бывает менее пяти. В первую очередь это относится к низкопродуктивным курам. Мы проанализировали ситуацию, когда количество яиц в серии может быть не более трех яиц и как это повлияет на возможность и точность оценки несушек в возрасте 22 – 23 недели.

В таблице 15 представлены данные о времени снесения трех яиц в серии, с момента начала серии.

Таблица 15 – Среднее время по 3 снесенным яйцам в серии по группам

Возраст	По группе, t	Lim		Среднее t по группе высокопродуктивных	Lim		Среднее t по группе низкопродуктивных	Lim		Cv, % высокопродуктивных несушек	Cv, % низкопродуктивных несушек
		min	max		min	Max		min	max		
22 недели	7:24	5:09	9:38	7:30	5:56	9:38	7:49	6:54	8:15	15,84	7,63
25 недель	6:28	4:18	8:18	6:22	4:18	8:18	6:53	6:38	7:05	19,55	2,79
30 недель	6:53	4:42	8:44	6:56	4:42	8:28	6:42	5:27	8:44	15,92	21,07
35 недель	5:53	4:34	7:19	5:50	4:34	6:42	6:06	5:28	7:19	10,82	13,78
40 недель	7:29	4:46	11:02	7:06	4:46	8:27	9:04	5:12	11:02	16,55	29,1
45 недель	8:58	6:39	11:12	8:57	6:39	11:12	9:06	8:09	10:05	12,87	11,08
52 недели	8:31	7:44	9:42	8:25	7:44	9:42	8:56	8:29	9:11	6,27	3,49

### 3.4.2 Способ отбора кур-несушек по времени снесения яиц в другие периоды яйцекладки

Зачастую в птицеводстве возникает производственная необходимость оценить кур не в 30 и 52 недели, а в более поздние сроки.

Нами разработан способ, который позволяет оценить яичную продуктивность кур в любом возрасте. В основу такого способа положен отмеченный нами сдвиг фазы во времени яйцекладки кур при любом смещении режима освещения на 45 минут.

При проведении опыта использовался режим освещения со смещением традиционного режима (4:00 – 12:00; 14:00 – 19:00) АО «ППЗ Лабинский», предусматривающий ежесуточное выключение света раньше (+ 45 минут) относительно прошлых суток в течение 1 недели (таблица 16).

Таблица 16 – Режим освещения (+ 45 минут)

День	Включение	Выключение	Включение	Выключение
1	04:00	12:00	14:00	19:00
2	04:45	12:45	14:45	19:45
3	05:30	13:30	15:30	20:30
4	06:15	14:15	16:15	21:15
5	07:00	15:00	17:00	22:00
6	07:45	15:45	17:45	22:45
7	08:30	16:30	18:30	23:30

При проведении опыта смещали включение и выключение света на +45 минут относительно предыдущих суток, то есть, если включение света запланировано в 4:00, то включали в 4:45, если выключение запланировано в 12:00, то выключали свет в 12:45 и т.д.

Режим освещения может быть использован для содержания кур-несушек в клеточных батареях при прерывистом режиме освещения.

Также учитывалось, что биологические сутки птицы имеют продолжительность 23 часа 15 минут.

Способ основан на том, что в любом возрасте за счет последовательных переключений света каждый день на 45 минут в сторону вечерних часов происходит дифференциация кур-несушек по времени снесения яиц на высокопродуктивных и низкопродуктивных по времени снесения яиц.

При смещении режима освещения, т.е. смещении на 45 минут ежедневно (согласно биологическим ритмам кур), куры начинают реализовать свой ритм яйцекладки.

На рисунке 13 показано смещение режима освещения в более поздние сроки продуктивности за счет добавки времени + 45 минут.

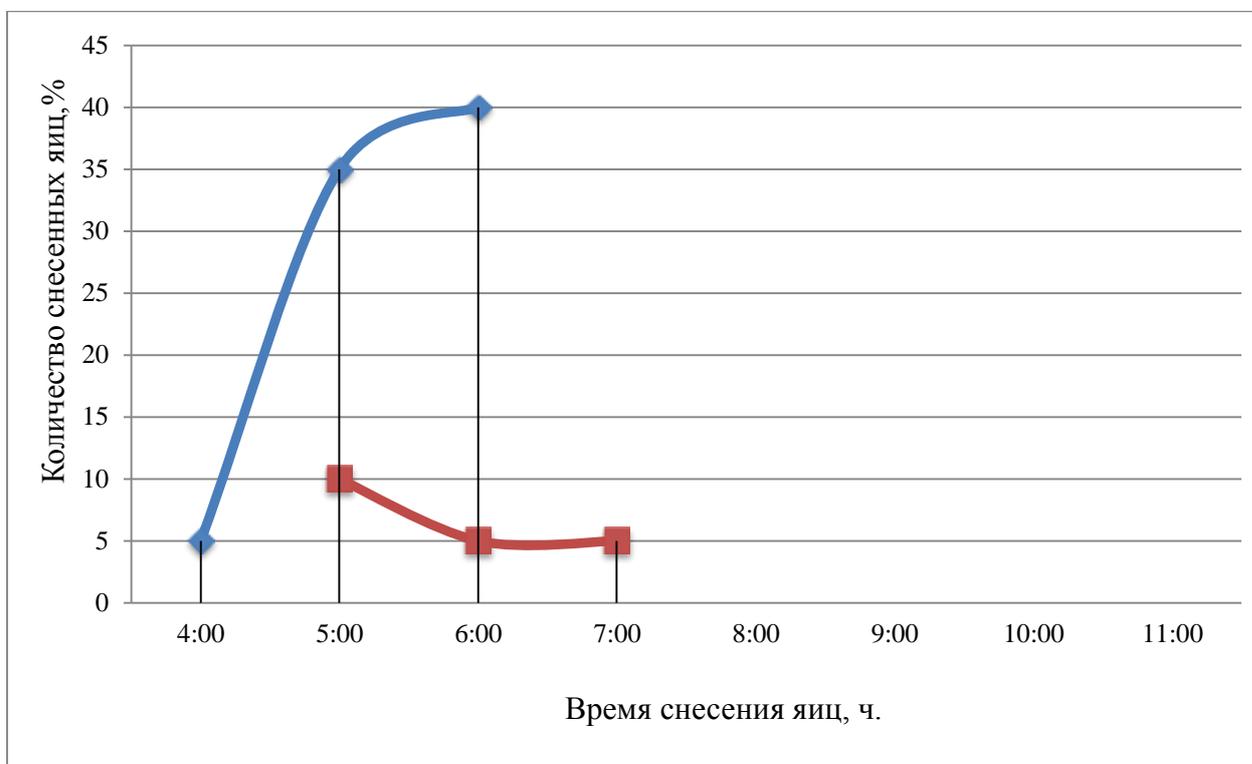


Рисунок 13 – Ритм яйцекладки кур в возрасте 35 недель

Разделение популяции кур по ритмам яйцекладки на высокопродуктивных и низкопродуктивных происходит на 6 – 7 день после использования режима (рисунок 14).

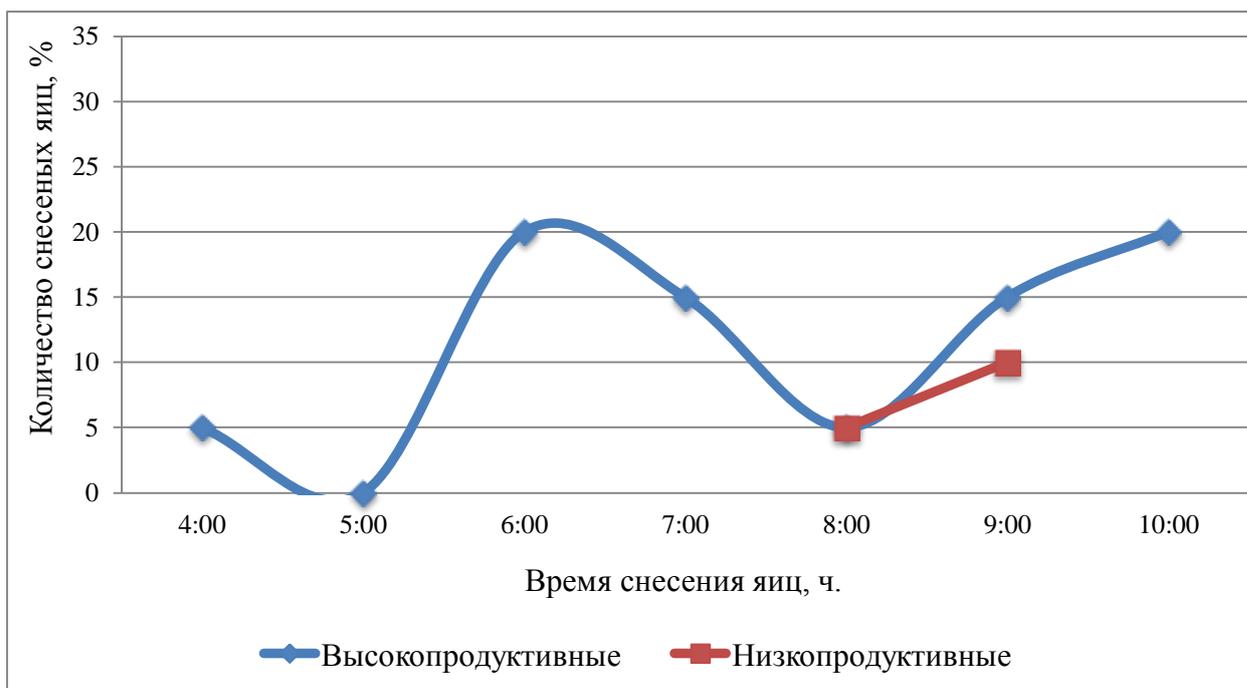


Рисунок 14 – Ритм яйцекладки кур через 6 дней после ежесуточного смещения включения света + 45 минут

При резком смещении режима освещения, т.е. смещении на 45 минут (согласно биологическим ритмам кур), куры начинают реализовать свой ритм яйцекладки.

Закономерность изменения ритма высоко- и низкопродуктивных кур дало нам основание предположить, что эти изменения ритма за счет изменения режима освещения относительно предыдущих суток на 45 минут, способствует формированию других временных условий (другой временной организации), что позволило нам разработать способ отбора птицы в любом возрасте по яйценоскости.

При формировании ритма высокопродуктивные несушки в определенный период сносят яйца в более ранний период, чем низкопродуктивные куры. Следовательно, используя этот способ, мы можем задать любой режим освещения, согласно биологических ритмов кур, для того, чтобы прогнозировать и осуществлять способ селекции в любом возрасте.

В таблице 17 представлены данные об интенсивности яйцекладки кур кросса Ломанн Браун при разных режимах освещения, в сравнении с режимом АО ППЗ «Лабинский».

В качестве контроля представлен световой режим, используемый в АО ППЗ «Лабинский», в качестве опыта разработанный световой режим, применяемый с 52 недель.

Таблица 17 – Интенсивность яйцекладки кур кросса Ломанн Браун при разных режимах освещения

Возраст кур-несушек, недель	Интенсивность яйцекладки, %	
	Контроль	Опыт
21	65,1	71,95
25	93,7	94,5
30	94,8	96,0
35	94,4	97,7
39	93,5	94,5
43	92,4	86,9
48	90,7	82,7
52	89,0	90,8
56	87,1	95,4
61	84,5	92,5
65	80,0	81,3
69	75,7	80,2

Опытный режим освещения был применен в возрасте 52 недель, когда продуктивность птицы с 39 до 48 недель упала на 11,8 %.

При применении режима освещения, согласно биологических ритмов интенсивность яйцекладки в 52 недели в опытной группе составила 90,8 %, что на 1,8 % больше, чем в контроле. В 56 недель разница составила 8,3%, в 61 неделю – 8%, в 65 недель – 1,3 % и в 69 недель 4,5 % соответственно.

Под влиянием эндогенного ритма и постоянного ритма освещенности между овуляцией и яйцекладкой формируется сдвиг фаз во времени. Используя сдвиг ритма освещения на 45 минут ежедневно, яйцекладка происходит в одно и то же время, относительно времени включения света.

Такой способ позволяет в любом возрасте организовать оценку и отбор кур по продуктивности. Сдвигая режим освещения, позволит продлить период эффективности использования птицы на 1,5 – 2 месяца и повысить яйценоскость на 5 – 7 %.

### **3.5 Научно-производственные исследования**

Научно - хозяйственные исследования были проведены в 2017 – 2018 году в АО ППЗ «Лабинский» на селекционном корпусе № 9, в котором содержалось 12 900 голов несушек. Для исследования было отобрано 500 голов кур-несушек. Опыты проводились на линейной птице УК – Кубань 456 на линии 5 отцовской линии материнской формы. Эта линия медленно оперяющейся птицы, используемая в кроссе для создания аутосексного гибрида. Как особенность таких линий – это более низкая яичная продуктивность кур, в сравнении с другими линиями. В ходе исследования применяли способ раннего отбора кур по времени яйцекладки. Визуальные наблюдения велись с момента включения света в корпусе в течение трех суток ежемесячно до 30 недельного возраста несушек. По результатам индивидуального учета определяли яйценоскость, время снесения яиц и цикличность яйцекладки. В корпусе применялся световой режим 4:00 –12:00; 14:00–19:00. Для анализа цикличности яйцекладки и яичной продуктивности кур были использованы как данные, полученные непосредственно за период наблюдений, так и данные индивидуального учета продуктивности, проводимые в хозяйстве за весь племенной период.

При проведении исследований в хозяйстве было установлено, что в стаде кур Ломанн Браун доля кур с высокой яйценоскостью составляет не менее 70% от всего поголовья. По результатам исследований была выделена группа кур с высокой яйценоскостью, более 200 шт. яиц за сезон, и низкопродуктивных кур, яйценоскость которых составляла менее 200 шт. яиц.

В таблице 18 представлены данные исследования о сериях и интервалах в яйцекладке кур

Таблица 18 – Серии и интервалы в яйцекладке кур-несушек с разной продуктивностью

Группа несушек	Количество серий	Средняя продолжительность серий, дней	Количество интервалов	Средняя продолжительность интервалов	Средняя яйценоскость по группе, шт.яиц	Продолжительность серий на 1 интервал
Высокопродуктивные куры	23,6±2,51**	10,8	33,9±2,7**	2,87	254,1±2,8***	3,8
Низкопродуктивные куры	37,7±4,51	3,5	156,4±15,4	11,91	131,6±26,8	0,3

(\*\*P< 0,99; \*\*\* P<0,999)

Средняя продолжительность серий у высокопродуктивных несушек составила 10,8 дней. Яйценоскость кур была выше на 51,6 %, чем в группе низкопродуктивных кур. Низкопродуктивных кур характеризует большое количество интервалов – 156,4 дня. Очень заметна разница в продолжительности серий, приходящихся на один день интервала. У кур с высоким уровнем яйцекладки продолжительность интервалов колеблется в пределах 2–3 дней.

На рисунке 15 представлено время снесения яиц по корпусу в возрасте 22 – 23 недели.

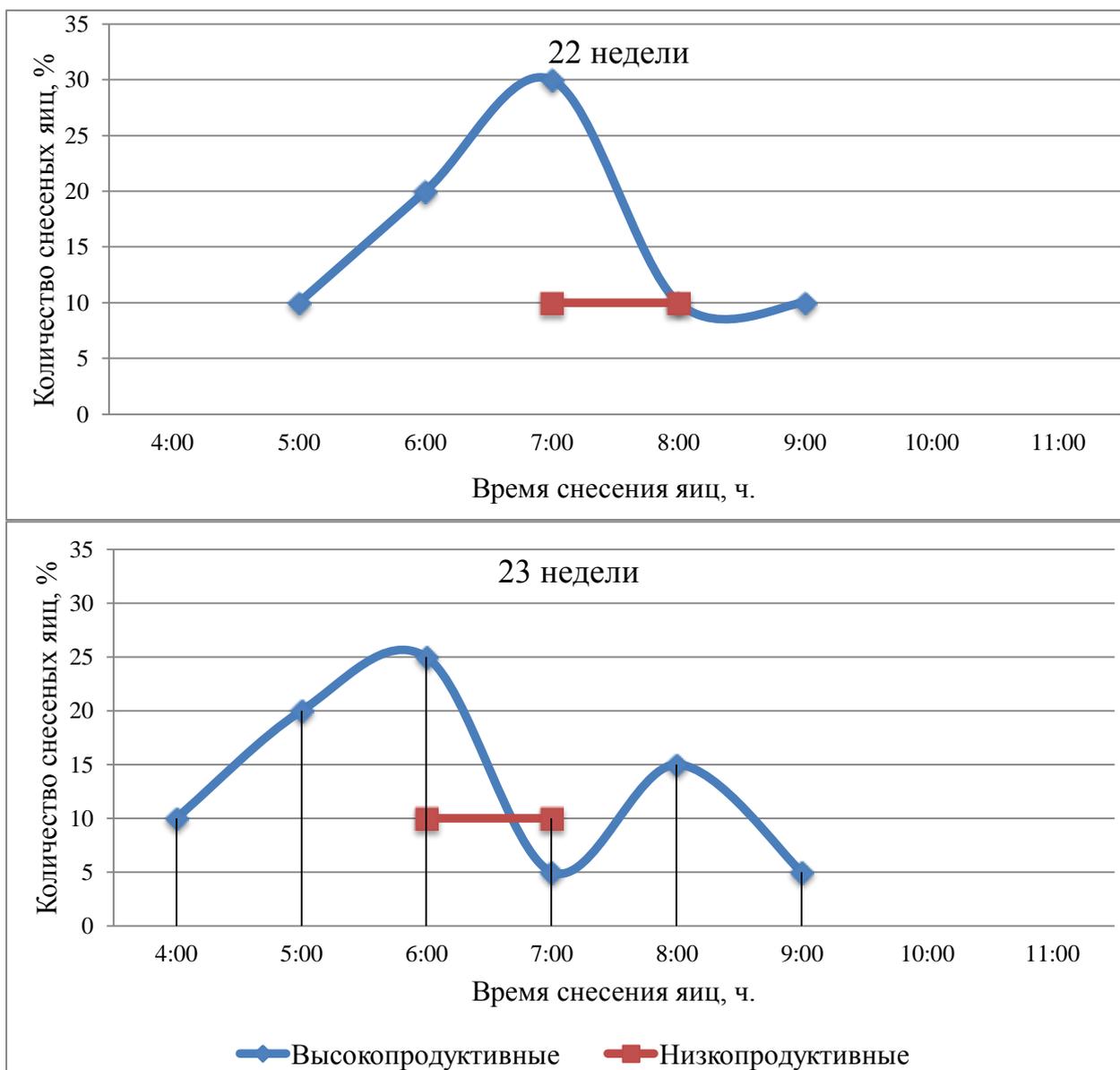


Рисунок 15 – Время снесения яиц в возрасте 22 и 23 недель по корпусу

При проведении раннего отбора кур по времени яйцекладки в возрасте 22 – 23 недели установлено, что после включения света в птичнике в первые 4 часа выносятся 75% несушек. Высокопродуктивные несушки начинали яйцекладку в более ранние часы, чем низкопродуктивные куры. При этом пик яйцекладки с возрастом смещается к утренним часам. Если в 22 недели он приходился на 7:00, то 23 недели на 6:00. Период яйцекладки в 22 – 23 недели был в пределах 5 – 6 часов. Для проведения более точного отбора раннего отбора кур мы изучили среднее время по 3 снесенным яйцам по группам (таблица 19).

Таблица 19 – Среднее время по 3 снесенным яйцам в серии по группам

Возраст	По группе, t	Lim		Среднее t по группе высоко-продуктивных	Lim		Среднее t по группе низко-продуктивных	Lim		Сv, % высокопродуктивных несушек	Сv, % низкопродуктивных несушек
		min	max		min	max		min	max		
22 недели	7:39	6:07	9:12	7:39	6:07	9:12	7:35	6:31	8:39	14,76	8,14
25 недель	6:25	4:36	8:15	6:25	4:36	8:15	6:53	6:25	7:21	18,22	4,49
30 недель	6:42	4:51	8:33	6:32	4:51	8:14	7:19	6:06	8:33	14,81	21,59

В процессе проведения опытов отмечено, что высокояйценоские особи сносят яйца в более ранние утренние часы, при этом отмечается тенденция сдвига яйцекладки к времени включения освещения в птичнике. Яйцекладка у низкопродуктивных кур начинается позже, чем у высокопродуктивных и позже заканчивается. Так же отмечается, что группа низкопродуктивных кур сносят все яйца в более короткий промежуток времени, чем высокопродуктивные. На наш взгляд, это является одним из доказательств, что ритм овуляции таких кур очень небольшой по продолжительности и вероятнее, он маломобилен.

Отбор по трем снесенным яйцам в цикле яйцекладки без перерыва дает возможность оценить будущую яйценоскость кур за сезон с точностью до 75% от всей категории высокояйценоских несушек.

При проведении научно-хозяйственных опытов в племзаводе «Лабинский» были изучены серии и интервалы в яйцекладке кур (таблица 20).

Можно отметить, что у высокопродуктивных несушек по сравнению с низкопродуктивными отмечаются более короткая продолжительность интервалов и, соответственно, более длинные серии. Масса яиц как в 22 недели, так и в 30 недель выше у низкопродуктивных кур.

Таблица 20 – Показатели яйцекладки кур-несушек с разной продуктивностью

	Средняя продолжительность интервалов, дней		Средняя продолжительность серий, дней		Средняя масса яиц, г	
	22 недели	30 недель	22 недели	30 недель	22 недели	30 недель
ВП	20,78±1,16	8,21±1,0	9,15±1,45	22,13±0,96	45,76±0,69	54,11±0,73
НП	22,28±1,3	9,15±1,45	8,21±1,0	20,04±1,48	46,68±1,76	57,21±2,24

\*ВП – Высокопродуктивные, НП – Низкопродуктивные

Помимо всего, нами учитывалась цветность скорлупы. Оценку производили визуально с помощью шкалы оценки пигментации скорлупы разработанной ВНИТИП. По данной шкале скорлупа по цвету делится на 6 классов: 1 – светло-кремовая, 2 – кремовая, 3 – светло-коричневая, 4 – коричневая, 5 – темно-коричневая, 6 – цвет. По результатам исследований установлено, что у 34% кур-несушек темно-коричневое яйцо, у 50% – коричневое и у 16% светло-коричневое. Средний показатель пигментации составил  $4,18 \pm 0,02$ . Цветность скорлупы не связана с ритмом яйцекладки, поэтому диагностирование высокопродуктивных и низкопродуктивных кур по цветности скорлупы по нашему мнению маловероятно.

Из косвенных показателей оценки прочности скорлупы широко используются плотность яйца. Определение прочности и связанной с ней толщины скорлупы по плотности яиц основано на существенной разнице между плотностью скорлупы (в среднем  $2,1 \text{ г/см}^3$ ) и плотностью содержимого яйца (близкой к  $1 \text{ г/см}^3$ ). Плотность определяют, опуская свежие яйца в солевой раствор определенной концентрации (обычно 1,070; 1,075; 1,080), которую измеряют ареометром. По данным исследований средняя плотность яиц составляла  $1,089 \pm 0,002$ . Коэффициент вариации признака составил 0,728. В результате изучения плотности яиц так же не обнаружено взаимосвязи между плотностью яиц и ритмами яйцекладки кур.

При оценке интенсивности яйцекладки (таблица 21) высокопродуктивные несушки превосходили низкопродуктивных кур как в 22 недели, так и в 30 недель жизни.

Таблица 21 – Яичная продуктивность кур в разные возрастные периоды

Возраст, недель	Высокопродуктивные	Низкопродуктивные
22	32,9±1,16	28,6±1,35
30	73,2±0,3	69,4±1,0

В 22 недели интенсивность яйцекладки у высокопродуктивных несушек составила 32,9%, что на 4,3 % больше, чем у низкопродуктивных кур. В 30 недель разница составила 3,8 %.

По нашим данным оценка кур в 22 недели по времени снесения яиц характеризует будущую яйценоскость в 30 недель. Поэтому срок 30 недель, по нашему мнению, можно использовать как окончательный срок оценки кур по яйценоскости.

#### **4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СПОСОБА РАННЕГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЯИЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КУР**

Расчет экономической эффективности инновационного приема селекции птиц велся на примере стандартного птичника в АО ППЗ «Лабинский» с учетом затрат и цен, сложившихся в хозяйстве на 2018 год. Вместимость птичника 12900 голов. Птица содержалась в клеточных батареях при индивидуальном учете продуктивности по каждой особи. Кормление и содержание кур соответствовало нормам ВНИТИП (2004).

Разработка ранних способов прогнозирования яичной продуктивности кур заключается в том, что повышается точность и скорость отбора, увеличивается оборот стада. Предлагаемый способ отбора проводился в возрасте кур 150 дней, при достижении ими пика яйценоскости в сравнении с традиционно существующим способом отбора птицы 52 недели жизни. Расчеты произведены на все селекционное поголовье птицы в корпусе. При оценке кур в возрасте 150 – 160 дней подлежат выбраковке 20% несушек, которые будут иметь продуктивность ниже 300 шт. яиц за продуктивный период.

Экономическая эффективность способа раннего прогнозирования яичной продуктивности кур приведена в таблице 22.

Таблица 22 – Экономическая эффективность способа раннего прогнозирования яичной продуктивности кур

Показатели	Возраст кур-несушек	
	22 недели	52 недели
	150 дней	365 дней
Начальное поголовье несушек, гол	12 900	12900
Сохранность: %	98,5	95,5
гол.	12 706	12 320
Выбраковка селекции, %	20	20
Поголовье кур для оценки, гол.	10 164	9 856
Количество яиц для отвода селекционного молодняка, шт.	15	15
Получено яиц для селекции за период, шт.	152 460	147 840
Оборот стада, кратность	2	1
Получено яиц для селекции всего за год, шт.	304 920	147 840
Поголовье кур с учетом оборота, гол.	25 412	12320
Расход корма на несушку, кг	10,1	35,9
Цена 1 кг корма, руб.	16	16
Затраты корма на 1 несушку, руб.	161,6	574,4
Себестоимость содержания одной головы, руб.	210,08	746,72
Затраты на все поголовье всего, руб.	5 338 553	9 199 590
Себестоимость 1 племенного яйца, руб.	17,50	62,22

Расчеты показывают, что при проведении отбора в возрасте 150 дней срок оценки кур сокращается на 30%. Экономический эффект раннего прогнозирования и отбора кур в возрасте 150 дней окончательной оценкой в 30 недель жизни, в сравнении с оценкой за 50 недель жизни составил: себестоимость яиц в возрасте 150 дней – 17,50 руб., за 50 недель – 62,2 руб.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Время формирования яиц в яйцеводе кур величина постоянная, характеризует индивидуальные особенности кур и не зависит от уровня их продуктивности. Время снесения яиц зависит от ритма и времени овуляции. Характерной особенностью высокопродуктивных кур является способность к овуляции в одно и то же время ( $C_v = 0,7 \div 0,4\%$ ). Время яйцекладки низкопродуктивных кур варьирует в пределах от 31 до 60%. Продолжительность формирования полноценных яиц у кур составляет  $23,5 \div 24$  часа.

2. Продолжительность циркадного ритма жизнедеятельности кур составляет 23,25 часа. Ежесуточное расхождение хода биологических часов птицы на 45 минут по отношению к земным суткам вызывает смещение фазы яйцекладки кур к утренним часам (к времени включения света в птичнике) ежедневно на 1,5 – 2 минуты.

3. Биологический цикл высокопродуктивных кур-несушек состоит из небольшого количества серий кладки (6 – 11) и коротких не более 1 – 2 дней интервалов. Продолжительность серий таких несушек колеблется от 17 до 170 дней на плато яйцекладки. Куры с низкой яйценоскостью за сезон имеют не менее 22 – 69 серий и большее количество интервалов (21 – 68) за продуктивный период.

4. Овуляция и яйцекладка кур происходят в светлое время суток. Циркадные ритмы овуляции и яйцекладки зависят от времени включения света в птичнике и продолжительности освещения. Независимо от продуктивности кур яйцекладка начинается в первые часы после включения света. С возрастом кур отмечается тенденция к смещению времени снесения яиц к полуденным часам.

5. Овуляция высокопродуктивных кур на пике и плато кладки, а также при снижении яйценоскости происходит в одно и то же время биологических суток кур. Их ритм овуляции совпадает с ритмом

формирования яиц в яйцеводе. Низкий коэффициент вариации признака «время овуляции» характерен для высокопродуктивных кур.

6. Более 75% кур, обладающих высокой яйценоскостью за племенной сезон, осуществляют яйцекладку за период не более 4 часов с момента включения света в птичнике в возрасте 22 – 23 недели.

7. При учете времени снесения яиц в 22 – 23 недели, учитывали индивидуально массу и размер 3 штук яиц и по полученным показателям, расчетным путем определяли массу и долю желтка в яйце. Куры, доля желтка в яйцах которых составляла не менее 23%, относили к категории низкопродуктивных несушек. Использование показателя «доля желтка» в яйце способствует повышению точности ранней оценки до 85% в начале продуктивного периода кур.

8. Под влиянием эндогенного ритма и постоянного ритма освещенности между овуляцией и яйцекладкой формируется сдвиг фаз во времени. При применении прерывистого светового режима продолжительностью 23 часа 15 минут, яйцекладка происходит в одно и то же время, относительно времени включения света. Использование светового режима позволяет продлить период продуктивного использования птицы на 1,5 - 2 месяца и повысить яйценоскость на 5 – 7 %.

9. При оценке кур в возрасте 150 – 160 дней подлежат выбраковке 20% несушек, которые будут иметь продуктивность ниже 300 шт. яиц за продуктивный период. Расчеты показывают, что при проведении отбора в возрасте 150 дней срок оценки кур сокращается на 30%. Экономический эффект раннего прогнозирования и отбора кур в возрасте 150 дней окончательной оценкой в 30 недель жизни, в сравнении с оценкой за 50 недель жизни составил: себестоимость яиц в возрасте 150 дней – 17,50 руб., за 50 недель – 62,2 руб.

### **Предложения производству**

С целью повышения точности раннего прогнозирования и отбора яичных кур по яйценоскости рекомендуем:

- осуществлять оценку яичной продуктивности по времени яйцекладки в возрасте 22 – 23 недели жизни по трем последовательно снесенным яйцам в серии

- использовать режим с ежесуточным смещением включения освещения, для оценки яичной продуктивности кур в любом возрасте по времени снесения яиц в серии.

**Перспективы дальнейшей разработки темы:**

Дальнейшие исследования будут направлены на изучение циркадных ритмов овуляции у кур для создания дифференцированных режимов освещения, способствующих синхронизации процессов яйцекладки.

### Список литературы:

1. Агеечкин А.П. Промышленное птицеводство / А.П. Агеечкин [и др.] // Сергиев Посад. - 2005. – 188 – 196 с.
2. Алякринский Б. С. Проблемы космической биологии. Биологические ритмы и организация жизни человека в космосе /Б. С. Алякринский// М. : Наука. - 1983. – Т.46. – 246 с.
3. Андреев Д. С. Воздействие внешних факторов на ритмоактивность цыплят /Д. С. Андреев// Рос.вет Информ. - 2009. - №4 (92). - С. 14 - 15.
4. Андреев Д. С. Способы выращивания бройлеров / Д. С. Андреев, В. И. Щербатов // Труды КубГАУ. – Краснодар :КубГАУ. - 2009. – № 2 (17). – С. 193–196.
5. Анисимов С. В. Изучение влияния мелатонина на экспрессию генов в сердце мышей с помощью микрочиповой технологии /С. В. Анисимов, К. Р. Богилер, В. Н. Анисимов// Докл. РАН. - 2002. - Т. 383. - С. 276-281.
6. Анисимов В.Н. Физиологические функции эпифиза (геронтологический аспект) /В. Н. Анисимов // Рос. Физиол. журн. им. И.М. Сеченова. - 1997. - Т.83. - С.1-13
7. Ашофф Ю. Биологические ритмы. В 2 ч. Ч. 1. / Ю. Ашофф ; пер. с англ. – М. : МИР. - 1984. – 414 с.
8. Баблюяц А. Молекулы, динамика и жизнь /А. Баблюяц// М. - 1990.
9. Баевский Р. М. Кибернетический анализ процессов управления сердечным ритмом. Актуальные проблемы физиологии и патологии кровообращения / Р. М. Баевский// М. : Медицина. - 1976. – С.161 - 175.
10. Банкова В.В. Клеточная адаптация, биоэнергетика и здоровье /В. В. Банкова// М. - 1998.

11. Боголюбский С. И., Селекция сельскохозяйственной птицы /С. И. Боголюбский// М.: Агропромиздат. - 1991. – 285 с.
12. Бондаренко Г.М. Влияние Солнечного-Лунного аспекта при рождении на стресс-реакцию и адаптационно-компенсаторный период при пересадочном стрессе у курочек кросса «УК Кубань-456»/ Г.М. Бондаренко, М.В. Михайлов// Птица и птицепродукты. - 2008.-№ 5.- С. 23-25
13. Браун Ф. Биологические часы /Ф. Браун// Москва. - 1964. - С.163-172.
14. Браун Ф. Геофизические факторы и проблема биологических часов /Ф. Браун// пер. с англ. – М. : Мир. - 1964. – С. 103 - 121.
15. Дин Буономано Мозг – повелитель времени /Дин Буономано// Москва: Эксмо. -2019.-320 с.
16. Василик П. В. Влияние гелиофизических факторов на организм: статистика транспортных происшествий и проблемы прогнозирования /П. В. Василик, А. К. Галицкий// Кибернетика и вычислительная техника. – 1991. -№ 90. – С. 8 - 11.
17. Величко О. Формирование яйца и качество скорлупы /О.Величко// Животноводство России. - май 2010. - с. 23 – 24.
18. Воронцов А.Н. Краткий обзор новых технологий в птицеводстве /А. Н. Воронцов //Птица и птицепродукты.- 2005. - №1. – С. 7-11.
19. Галлямова Т. Р. Влияние различных источников света на продуктивность кур / Т. Р. Галлямова, Т. А. Широбокова, Л. А. Шувалова, С. Я. Пономарева// Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №6. – с. 10-12.
20. Головкина О. О. Влияние режима освещения на яичную продуктивность кур-несушек/ О. О. Головкина, Г. А. Симонов, В. С. Затеев, З. Н. Хализова, А. Г. Симонов, С. В. Затеев // Тематический номер «Птицеводство». - № 3 (65). - 2018 . – с. 23 – 25.
21. Гора Е.П. Экология человека /Е. П. Гора// Дрофа. – 2007.

22. Данилов И. В. Суточная периодика сна и бодрствования животных и участие подкорковых структур в её возникновении / И. В. Данилов, В. Я. Катинас, Л. А. Попова // Изучение особенностей сна и переходных состояний человека применительно к задачам и условиям космического полёта: материалы симпозиума / МГУ. – Москва. - 1968. – С.19-21.
23. Детари Л. Биоритмы. //Детари Л. Карцаги В. Издательство. Мир. Год. 1984.
24. Ефимов М. Л. Биологические ритмы и творчество /М. Л. Ефимов// – Алма-Ата : Наука. - 1990. – 168 с.
25. Жуков Д. А. Биологические основы поведения. Гуморальные механизмы / Д. А. Жуков// Издательство Р. Асланова «Юридический центр Пресс». - 2004. – 457 с.
26. Заморский И. И. Латеральное ядро перегородки мозга: морфологическая и функциональная организация, роль в формировании хроноритмов / И. И. Заморский, В. Ф. Мыслицкий, В. П. Пищак // Успехи физиол. наук. – 1998. – Т. 29. - № 2. – С. 68-87.
27. Заморский И. И. Функциональная организация фотопериодической системы головного мозга / И. И. Заморский, В. П. Пишак// Успехи физиол. наук. – 2003. -№ 4. Т. 34. – С. 37 - 53.
28. Зотин А.И. Изменение скорости продукции энтропии во время эмбрионального развития и роста /А. И. Зотин// Биофизика. - 1966. - Т. 11. - № 3. - С. 554–557.
29. Казачков Ю. Г. Происхождение жизни в нашей галактике /Ю. Г. Казачков// Ярославль. – 2006.
30. Карапетян С. И. Изменения морфологических качеств яиц в зависимости от температуры внешней среды / С. И. Карапетян, Р. А. Арутюнян// Биологический журнал Армении. - т. XIX. - № 1. -1960.

31. Комаров Ф. И. Мелатонин в норме и патологии / Ф. И. Комаров, С. И. Рапопорт, Н. К. Малиновская, В. Н. Анисимов// М.: ИД Медпрактика. - 2004. - 308 с.
32. Кузнецов А. Ф. Гигиена животных /А. Ф. Кузнецов, М. С. Найденский, А. А. Шуканов, Б. Л. Белкин// М.: Колос. - 2001. – 368 с.
33. Лопаева Н. Л. Влияние освещенности на яичную продуктивность птицы/ Н. Л. Лопаева// Аграрный вестник Урала. – 2015. - № 6 (136). – с. 61 – 64.
34. Михайлов М. В. О ритмичности кормления кур /М.В. Михайлов, В.И. Огнев// Повышение продуктивных и племенных качеств сельскохозяйственных животных: сборник научных статей по материалам 75-й региональной научно-практической конференции «Аграрная наука – Северо-Кавказскому федеральному округу» (г. Ставрополь, 23-24 марта 2011г.); СтГАУ. – Ставрополь: АГРУС, 2011. - С. 82-84.
35. Остин К., Шорт Р. Гормональная регуляция размножения у млекопитающих / К. Остин, Р. Шорт ; пер. с англ. – М. : Мир, 1987. – 305 с.
36. Павлов И. П. К физиологии и патологии высшей нервной деятельности /И. П. Павлов// М.: Изд. «Правда» - 1949. - 22 с.
37. Павлович Н. В. Биоманнитные ритмы /Н. В. Павлович, С. А. Павлович, Ю. И. Галлиулин//. - Минск: Университетское. - 1991. - 136с.
38. Пигарев Н. В. Свет в интенсивном птицеводстве /Н. В. Пигарев// М.: Колос. - 1975. – 57 с.
39. Пигарев Н. В. Технология производства продуктов птицеводства на промышленной основе /Н. В. Пигарев - М.: Колос. - 1981. – 334 с.
40. Пильщикова Ю. А. Влияние энергосберегающих установок на однородность птицы /Ю. А. Пильщикова, Е. С. Копейкина// Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы III междунар. науч.-практич. конф. – Саратов: Кубик. - 2012. – С.197-198.
41. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников /Н. А. Плохинский// М. : Колос. - 1969. – 256 с.

42. Прерывистый режим освещения источников для кур-несушек. – Белгород.-ЦНТИ.-1980.-№204.-4с.
43. Ройтер Я.С. Гуси и утки /Я. С. Ройтер// М.:АСТ : Аквариум. - 2011. – 416 с.
44. Романов А. Птичье яйцо /А. Романов, А. Романова// М. - 1959. - 611 с.
45. Сейдалиева Г. О. Изучение периодического освещения на яйценоскость перепелят /Г. О. Сейдалиева, Т. Ж. Турдубаев// зж.- 2015. - Т. 15. - № 1 (33). - С. 68-71.
46. Сидоренко Л. И. Биология кур: учеб.пособие /Л. И. Сидоренко, В.И. Щербатов// Краснодар: КубГАУ. - 2016. – 244 с.
47. Слоним А. Д. Экологическая физиология животных /А. Д. Слоним// Учебное пособие. — М.: Высшая школа. - 1971. - 448 с.
48. Суязов Ю.М. Влияние сукцината Fe и Zn на продуктивность кур-несушек / Ю.М. Суязов, Н.В. Пристач // Прогрессивные технологии в аграрной науке: сборник научных трудов, СПбГАУ. Санкт – Петербург, 2005. – с. 190-195.
49. Тюркина О.В. Некоторые биохимические показатели кур-несушек при введении в рацион антиоксидантов / О. В. Тюркина // Вестник мясного скотоводства: Матер. Всероссийской научно – практической конференции, Оренбург. – 2008. – Вып.61. – Т.2. – с. 65-69.
50. Уинфри А.Т. Время по биологическим часам /А. Т. Уинфри// М., 1990. – 208 с. СОУНБ; Шифр 28.903.1; Формат Б; Инв. номер 2119631–КХ СОУНБ; Инв. номер 2125029–КХ
51. Ужегов, Г. Н. Биоритмы /Г. Н. Ужегов// Смоленск : Русич. - 1997. – 384 с.
52. Федорова В.М. Использование кормового концентрата «Сарепта» из растительного сырья в рационах для птицы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: .. / В.М. Федорова// Волгоград: Самарская ГСХА. - 2009 . – 21 с.

53. Фисинин В. И. Прогрессивные ресурсосберегающие технологии производства яиц /В. И. Фисинин, А. Ш. Кавтарашвили, И. А. Егоров и др. Сергиев Посад. - 2009.
54. Фриш К. Куры, их зрение, обоняние, вкус и язык / К. Фриш// пер. с англ. – М. : ИЛ. - 1955. – 64 с.
55. Шноль С. Э. Биологические часы /С. Э. Шноль// пер. с англ. – М. : Мир. - 1964. – 690 с.
56. Штеле А. Л. Научное обоснование прогнозирования яичной продуктивности кур /А. Л. Штеле/ Птицеводство. – 2013. - № 6.– с. 2 – 7.
57. Штеле А. Л. Образование биологически полноценных яиц и продуктивность кур яичных кроссов /А. Л. Штеле / Птица и птицепродукты. - №6. - 2011. – с. 19 – 23.
58. Штеле А.Л. Повышение яйценоскости у высокопродуктивных кур и проблема ее раннего прогнозирования /А. Л. Штеле// Сельскохозяйственная биология. – 2014. - №6. - с. 26 – 35.
59. Щербатов В.И. Морфологические показатели яиц кур мясных пород и использование в селекции птицы / М.А. Щербинина, В.И. Щербатов// Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам 72-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2016 год. 2017. – С. 190 – 192.
60. Щербатов В.И. Морфология яиц кур кросса УК – Кубань / В.И. Щербатов, Л.И. Сидоренко, Т.И. Пахомова // Птицеводство. - 2005. - №11. – С.18-23.
61. Щербатов В. И. Новые приемы повышения плодовитости кур мясных пород при клеточном содержании :дис. ... докт. с.-х. наук / В. И. Щербатов// КубГАУ. – Краснодар. - 1992. – 276 с.
62. Щербатов В.И. Ритм яйцекладки мясных кур при клеточном содержании /В. И. Щербатов// Птица и птицепродукты. - 2016. - №3. - с. 58 – 60

63. Щербатов В. И. Суточные биоритмы птиц /В. И. Щербатов, Д. А. Андреев // Животноводство России. – 2009. - № 4. - с.11
64. Щербатов В. И. Этология в промышленном птицеводстве / В. И. Щербатов, Л. И. Сидоренко. – Краснодар : Изд-во КГАУ. - 1994. - 101с.
65. Эмме А. М. Биологические часы /А. М. Эмме// Новосибирск : Наука. - 1967. – 115 с.
66. Эффективность прерывистого светового режима при выращивании молодняка кур. – Челябинск. – ЦНТИ. – 1989. С.-37.
67. Эффективность применения прерывистого переменного освещения в птицеводстве. – Пенза. ЦНТИ. – 1990. - №157. – 3 с.
68. Abreu, V. M. N., P. G. Abreu, C. Arlei and et al. 2011. Curtain color and lighting program in broiler production: I - General performance. Revista Brasileira de Zootecnia. 40(9): 2026-2034.
69. Anisimov S.V., Popovic N. Genetic aspects melatonin biology /S. V. Anisimov, N. Popovic// Rev. Neurosci. - 2004. - V.15. - P. 209-230.
70. Arlene C. Eujung Nobel in physiology, medicine awarded to three /C. Arlene// Americans for discovery of 'clock genes', Washington Post.-2 october 2017.
71. Arendt J. Melatonin and the Mammalian Pineal Gland /J. Arendt// London: Chapman & Hall. - 1995. - 331 p.
72. Aschoff J. Speech after dinner /J. Aschoff, F. Ceresaand, F. Halberg// (eds.) , Chronobiological Aspects of Endocrinology, Chronobiologia, 1 (Suppl.1). - 1974. - 483-495
73. Aton S.J. Come together, right now: synchronization of rhythms in a mammalian circadian clock /S. J. Aton, E. D. Herzog // Neuron. – 2005. – Vol. 48. – P. 531-534.
74. Bell-Pedersen D., Cassone V.M., Earnest D.J., Golden S.S., Hardin P.E., Thomas T.L. and Zoran M.J. (2005). Circadian rhythms from multiple oscillators: lessons from diverse organisms. Nat Rev Genet 6(7): 544–556

75. Benoit J, Assenmacher I. Comparative sensitivity of superficial and deep receptors in photosexual reflex in duck. *C R Hebd Seances Acad Sci.* 1954;239(1):105–7.
76. Binkley S. N-acetyltransferase activity responds to environmental lighting in the eye as well as in the pineal gland / S. Binkley, M. Hryschethyshyn // *Nature.* – 1979. -vol. 281. – P. 479 – 481.
77. Binkley S. Pineal N-acetyltransferase in chickens: Rhythm persists in constant darkness / S. Binkley, E. R. Geller // *J. of Comparative Physiology.* – 1975. -vol. 99. – P. 67 – 68.
78. Bodenstein C. Modeling the seasonal adaptation of circadian clocks by changes in the network structure of the suprachiasmatic nucleus /C. Bodenstein, M. Gosak, S. Schuster, M. Marhl, M. Perc// *PLoSComput. Biol.* – 2012. – V. 8. - № 9. – P. 26-97.
79. Boothroyd C. E., Wijnen H., Naef F., Saez L., Young M. W. 2007 Integration of light and temperature in the regulation of circadian gene expression in *Drosophila* *PLoS genetics.* 3e54. doi 10.1371/journal.pgen.0030054
80. Bosler O., Girardet C., Franc J. L., Becquet D., Francois-Bellan A. M. 2015 Structural plasticity of the circadian timing system. An overview from flies to mammals. *Front Neuroendocrinol.* doi 10.1016/j.yfrne.2015.02.001
81. Brown F. A. Persistent daily and tidal rhythms of O<sub>2</sub> consumption in fiddle crabs /F. A. Brown, M. F. Bennett, H. M. Webb// *J. Cell. Comp. Physiol.* - 1954. - V. 44. - № 3. - P. 477–505.
82. Bunning E. *Die physiologische Uhr* /E. Bunning// Berlin, Springer Verlag. - 1958.
83. Cassone V. M. Melatonin: time in a bottle. *Oxf. Rev. Reprod. Biol.* 2009.-12, 319–367.
84. Gaston S. Pineal function: The biological clock in the sparrow? / S. Gaston, M. Menaker // *Science* – 1968. -vol. 160. – P. 1125- 1127.
85. Chen H., Zhao L., Kumazawa M., Yamauchi N., Shigeyoshi Y., Hashimoto S., Hattori M. A. 2013. Downregulation of core clock gene *Bmal1*

attenuates expression of progesterone and prostaglandin biosynthesis-related genes in rat luteinizing granulosa cells. *American journal of physiology. Cell physiology.* 304. c.1131-1140

86. Daan S. & Pittendrigh, C. S. (1975) "A functional analysis of circadian pacemakers in nocturnal rodents. III. Heavy water and constant light: homeostasis of frequency?," *J. Comp. Physiol.*, in press. 14. Pittendrigh, C. S.

87. Deguchi T. A circadian oscillator in cultured cells of chicken pineal gland / T. Deguchi // *Nature* – 1979. -vol. 282. – P. 94 - 96.

88. Dobie J. B., J. S. Carver and J. Roberts.1996. Poultry lighting for egg production. Washington Agricultural Experiment Station: 471.

89. Donald J. Controlling Light in broiler production /J. Donald, M. Eckman, G. Simpson// *The Alabama Poultry Engineering and Economics.* – 2000. - №6. – P. 447-455.

90. Dubocovich M. L. Melatonin receptors: Role on sleep and circadian rhythm regulation /M. L. Dubocovich // *Sleep Med.* - 2007. - Suppl. 3. - P. 34-42.

91. Edery I. 2011 A master CLOCK hard at work brings rhythm to the transcriptome *Gen.es Dev.*25. 2321-2326.

92. Enright J. T. Temperature and the free-running circadian rhythm of the finch /J. T. Enright// *Comparative Biochemistry and Physiology.* – 1966. -vol. 18. – P. 463 – 475.

93. Follett BK, Mattocks PW, Jr, Farner DS. Circadian function in the photoperiodic induction of gonadotropin secretion in the white-crowned sparrow, *Zonotrichia leucophrys gambelii*. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1974 May;71(5):1666–9.

94. Gaston S. Pineal function: The biological clock in the sparrow? / S. Gaston, M. Menaker // *Science* – 1968. -vol. 160. – P. 1125- 1127.

95. Gwinner E., Brandstätter R. Complex bird clocks. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2001;356(1415):1801–10.

96. Halaj M. (1982): The effect of length of egg production on some their properties. *Acta Zootech.*, 38, 196–203.

97. Halberg F. Physiologic 24-hour periodicity: General and procedural considerations with reference to the adrenal cycle, *Zeitschrift für Vitamin, Hormon und Fermentforschung* /F. Halberg// 1959. - vol. 10. – P. 225 – 296.

98. Halberg F. Spectral resolution of low-frequency, small-amplitude rhythms in excreted 17-ketosteroids; probably androgen-induced circaseptadesynchronization /F. Halberg, M. Engel, C. Hamburger, V. D. Hillman// *Acta Endocrinologica* - 1965. - vol. 103. - P. 1 - 54.

99. Hamm H. E. Retinal rhythms in chicks: Circadian variation melatonin and N-acetyltransferase activity / H. E. Hamm, M. Menaker // *Pr. / National Academy of Sciences USA*. – 1980. – Iss. № 465. – P. 891 - 903.

100. Harker J. E. Endocrine and Nervous Factors in insect Circadian Rhythms /J. E. Harker/ *Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol.* – 1960. -vol. 25. – P. 279-287.

101. He Ma Bao-Ming Li, Phd Hongwei Xin Zhengxian and Shi Yang Zhao, 2013. Effect of intermittent lighting on production performance of laying-hen parent stocks. ASABE Annual international meeting. Kansas City, Mo July 21-24. Paper number: 13, 15, 93, 290.

102. Horne Y. A. Ultradian and other rhythms in human respiration rate /Y. A. Horne, M. Whitehead// *Experientia*. - 1976. - V. 32. - № 9. - P. 1165–1167.

103. Johnson A. 1986. *Reproduction in the Female*. 403- 431. *Avian physiology* Springer.

104. Kalmus H. Periodizität und Autochronie (Ideochronie) als zeitregelnde Eigenschaften des Organismus / H. Kalmus // *Biologia Generalis*. - 1935. – vol. 11. – P. 93-114.

105. Katz D. *Animals and men* /D. Katz// *Studies in comparative psychology*. - 2007. - vol. 17. - P. 101-110

106. Khan A. G. Some observations on meat and egg type fowl /A. G. Khan// *Indian J. of P. Sc.* – 1974. – vol.9. –P. 148 – 153.

107. Klein DC, Coon SL, Roseboom PH, Weller JL, Bernard M, Gastel JA, Zatz M, Iuvone PM, Rodriguez IR, Bégay V, Falcón J, Cahill GM, Cassone VM,

Baler R. The melatonin rhythm-generating enzyme: molecular regulation of serotonin N-acetyltransferase in the pineal gland. *Recent Prog Horm Res.* 1997;52:307–57

108. Knobil E. *Encyclopedia of Reproduction* // E. Knobil, I. D. Neill. New York : Academic Press. – 2004. – Vol. 3. – P. 564–574

109. Kristensen H. H., Prescott N. B., Perry G. C., Ladewig J., Ersboll A. K., Overvad K. C., Wathes C. M. 2007. The behaviour of broiler chickens in different light sources and illuminances. *Appl. Anim. Behav. Sci.*103:75 – 89.

110. Lindberg R. G. Thermoperiodic entrainment of arousal from torpor in the little pocket mouse / R. G. Lindberg, P. Hayden // *Chronobiologia.* – 1974. - vol. 1. – P. 356 - 361.

111. Lloyd D. *Ultradian Rhythms in Life Processes: A Fundamental Inquiry into Chronobiology and Psychobiology* /D. Lloyd, E. Rossi// New York. 1996: Springer – Verlag.

112. Matsui M.S., Pelle E., Dong K. and Pernode N. (2016). Biological Rhythms in the Skin. *Int J Mol Sci* 17(801): 2–15

113. Menaker M, Eskin A. Circadian clock in photoperiodic time measurement: a test of the Bünning hypothesis. *Science.* 1967;157(3793):1182–5.

114. Menaker M. Entrainment of circadian rhythms by sound in passer domesticus /M. Menaker // *Science.* – 1966. - vol. 154. – P. 1579 - 1581.

115. Menaker M. Extraretinal light perception in the sparrow / M. Menaker // *Pr. / National Academy of Sciences USA.* – 1968. –issue. № 59. P. 414 - 421.

116. Monij Y. And Nakajo S. Studies on the mechanism of ovulation in the domestic fowl.-j. of *Agricult.Sci.*, 1974,19.2:97-101.

117. Moore R. Y. Central neural mechanisms in diurnal rhythm regulation and neuroendocrine responses to light / R. Y. Moore, V. B. Eichler // *Psychoneuroendocrinology.* – 1976. -vol. 1. – P. 265 - 279.

118. Moore R. Y. Visual pathways and the central neural control of a circadian rhythm in the pineal serotonin N-acetyltransferase activity / R. Y. Moore, D. C. Klein // *Brain Research.* – 1974. -vol. 71. – P. 17 - 33.

119. Morin L. P. Estradiol shortens the period of hamster circadian rhythms / L. P. Morin, K. M. Fitzgerald, J. Zudur // *Science*. – 1977. -vol. 196. – P. 305 - 306.
120. Morton M. L. Diurnal feeding patterns in white-crowned sparrows / M. L. Morton // *Condor*. – 1967. -vol. 69. – P. 491 - 512.
121. Myung J. Period coding of Bmall oscillators in the suprachiasmatic nucleus /J. Myung, S. Hong, F. Hatanaka, Y. Nakajima, E. De Schutter, T. Takumi// *J. Neurosci*. – 2012. – V. 32, № 26. – P. 8900-8918.
122. Nicholson A. J. An outline of the dynamics of animal populations /A. J. Nicholson// *Australian J. Zoology*. -1955. – vol. 2. – P. 9 – 65.
123. Palmer J. D. Biological clocks in marine organisms /J. D. Palmer// N.Y.: Wiley. - 1974. - 173 p.
124. Pamment P. Social and spatial organization of male behaviour in mated domestic fowl /P. Pamment, F. Foenander & G. McBride// *Applied Animal Ethology*. – 1983. – V. 9(3-4). – P. 341-349.
125. Perrins C.M. 1996. Eggs, egg formation and the timing of breeding. *Ibis* 138.2.15
126. Pittendrigh G. S. Circadian clocks: What are they? /G. S. Pittendrigh, J.W. Hastings and H.G. Schweiger (eds.)// *The Molecular Basis of Circadian Rhythms (Dahlem Konferenzen, 1975)*. – Berlin. - Life Sciences Research Reports. -1976.
127. Prayitno D. S., Phillips C. J. C., Omed H. The effects of color of lighting on the behavior and production of meat chickens. *Poult. Sci.*1997. 76.452-457
128. Prescott N. B., Wathes C. M., Spectral sensitivity of the domestic fowl (*Gallus g. domesticus*) *Br. Poult. Sci.*1999. 40. 332 – 339.
129. Ramkisoensing A. Enhanced phase resetting in the synchronized suprachiasmatic nucleus network. /A. Ramkisoensing, C. Gu, H.M. van Engeldorp Gastelaars, S. Michel, T. Deboer, J.H. Rohling, J.H. Meijer// *J. Biol. Rhythms*. – 2014. – V. 29. - № 1. – P. 4-15.

130. Reiter R. J. The pineal gland and melatonin in relation to aging: A summary of the theories and of the data /R. J. Reiter// *Exp. Gerontol.* - 1995. - V.30. - P. 199-212.
131. Rovee C. K. Components of predation defense behavior in chickens: Evidence for endogenous rhythmicity / C. K. Rovee, L. W. Kaufman, G. H. Collier // *Physiology and Behavior.* – 1977. -vol. 19. – P. 663 - 671.
132. Rowan, W. (1926). On photoperiodism, reproductive periodicity and the annual migration of birds and certain fishes. *Proc. Boston Soc. Nat. History* 38, 147–189.
133. Rozenboim I., Biran I., Chaiseha Y., Yahav S., Rosenstrauch A., Sklan D., Halevy O. The effect of a green and blue monochromatic light combination on broiler growth and development. *Poult. Sci.*2004a.83. 842 – 845
134. Rusak B. Neural regulation of circadian rhythms / B. Rusak, I. Zucker // *Physiological Reviews* – 1979. -vol. 59. – P. 449 - 526.
135. Sáenz de Miera C, Monecke S, Bartzen-Sprauer J, et al. A circannual clock drives expression of genes central for seasonal reproduction. *Curr Biol.* 2014;24(13):1500–1506.
136. Schäfer, E. A. (1987). On the incidence of daylight as a determining factor in bird migration. *Nature* 77, 159–163.
137. Schwartz W.J. Distinct patterns of Period gene expression in the suprachiasmatic nucleus underlie circadian clock photoentrainment by advances or delays /W. J. Schwartz, M. Tavakoli-Nezhad, C. M. Lambert, D. R. Weaver, H. O. de la Iglesia// *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* - 2011. – V. 108. - № 41. - P.17219-17224.
138. Silver R., Bittman E. L. 1984. Reproductive Mechanisms: Interaction of Circadian and Interval Timing.*Ann. NY. Acad. Sci.* 423 – 488.
139. Stephan F. K. Elimination of circadian rhythms in drinking, activity, sleep and temperature by isolation of the suprachiasmatic nuclei /F. K. Stephan, A. A. Nunez// *Behav. Biol.* – 1977. -vol. 20 - № 1. – P. 1-16.

140. Stehle J. H. A survey of molecular details in the human pineal gland in the light of phylogeny, structure, function and chronobiological diseases. (АНГЛ.) /J. H. Stehle, A. Saade, O. Rawashdeh, K. Ackermann, A. Jilg, T. Sebestény, E. Maronde // Journal of pineal research. — 2011. — Vol. 51, no. 1. — P. 17—43.
141. Stupfel M. Ryth mesultradiens respiratoires de quatre petits vertebres / M. Stupfel, M. Davergne, A. et al. Peramon // C.R. Acad. Sci. D. - 1979. - V. 289. - № 9. - P. 675—678
142. Shen L., Z. Shi, L. Bao-ming and C.H.M. Wang, 2012. The effect of lighting programmes on egg production and quality of Benjing You-chicken. Int. Conf. Agric. Engineering CIGR-Ag Eng. July 8-12, 2012 Valencia, Spain.
143. Suda M. Biological Rhythms and Their Central Mechanisms /M. Suda, O. Hayaishi, H. Nakagawa// Amsterdam, Elsevier, North Holland. - 1979.
144. Sulzman F. M. Feeding time synchronizes primate circadian rhythms / F. M. Sulzman, C. A. Fuller, M. C. Moore Ede // Physiology and Behaviour. — 1977.-vol. 18. — P. 775 - 779.
145. Takahashi J. S. Circadian rhythms of melatonin release from individual superfused chicken pineal glands in vitro / J. S. Takanashi, H. Hamm, M. Menaker // Pr / National Academy of Sciences USA. — 1980. — Iss. № 77. — P. 2319 - 2322.
146. Taylor T.G. How an egg-shell is made /T.G. Taylor// SciAm. — 1970. - V. 222. - P.88 - 95
147. Teubner B. J. Different neural melatonin-target tissues are critical for encoding and retrieving day length information in Siberian hamsters /B. J. Teubner, D. A. Freeman// J. Neuroendocrinol. — 2007. — V. 19, № 2. — P.102-108.
148. Timothy H. Goldsmith, James S. Collins, Sherry Licht The cone oil droplets of avian retinas /H. Timothy// Vision Research. — 1984-01-01. — T.24. — Vol. 11. — P. 1661—1671.

149. Timothy H. Goldsmith What Birds See /H. Timothy// Scientific American. — 2006. — Vol. 295. — P. 68—75.
150. Tischkau S.A., Howell R.E., Hickok J.R., Krager S.L., Bahr J. M. 2011. The luteinizing hormone surge regulates circadian clock gene expression in the chicken ovary. *Chronobiol. Int.* 28.10. 20
151. Underwood H., Siopes T., Edmonds K. 1997. Eye and gonad: role in the dual-oscillator circadian system of female Japanese quail. *Am. J. Physiol.* 272.R172.182
152. Van Reeth O. Circadian rhythms and links to depression /O. Van Reeth, S. Maccari// *Medicographia.* – 2007. – Vol. 29. - № 1. – P. 17-21.
153. Voisin P, Guerlotté J, Bernard M, Collin JP, Cogné M. Molecular cloning and nucleotide sequence of a cDNA encoding hydroxyindole O-methyltransferase from chicken pineal gland. *Biochem J.* 1992; 282 (Pt 2):571–6.
154. Welsh D. K. Suprachiasmatic nucleus: cell autonomy and network properties /D. K. Welsh, J. S. Takahashi, S. A. Kay// *Annu. Rev. Physiol.* – 2010. – V. 72. – P.551-577.
155. Wilkie S. E. The molecular basis for UV vision in birds: spectral characteristics, cDNA sequence and retinal localization of the UV-sensitive visual pigment of the budgerigar (*Melopsittacusundulatus*) /S. E. Wilkie, P. M. Vissers, DasD., W. J. Degrip, J. K. Bowmaker// *Biochemical Journal.* — 1998-02-15. - T. 330. - Vol. Pt 1. - P. 541–547.
156. Wood-Gush D. Observation on the laying behavior of hens in battery cages /D. Wood-Gush, A. Gilbert// *British Poultry Sci.* – 1969. – V.10. – P. 29-36.
157. Yan L. Day-length encoding through tonic photic effects in the retinorecipient SCN region /L. Yan, R. Silver// *Eur. J. Neurosci.* – 2008. – V. 28. - № 10. – P. 2108-2115.
158. Yokoyama K. The sites of encephalic photoreception in photoperiodic induction of the growth of the testes in the white-crowned sparrow / K. Yokoyama, A. Orsche, T. R. Darden, D. S. Farner // *Cell and Tissue Research.* – 1978. -vol. 189. – P. 441 - 467.

159. Zhang J. Molecular signals of mammalian circadian clock /J. Zhang, X. Dong, Y. Fujimoto, H. Okamura// Kobe J. Med. Sci. – 2004. – V. 50. - № 4. – P. 101-109.

160. Zimmerman N. H. Neural connections of sparrow pineal: Role in circadian control of activity / N. H. Zimmerman, M. Menaker // Science. – 1975. - vol. 190. – P. 477 - 479.

161. Zyang Z.C., Y.G. Wang L.Li H/D/Yin D.Y. Li Y Wang X.L., Zhao Y.P. Liu Q. Zhu Poultry Science, Volume 95, Issue 7,1 Jule 2016, Pages 1653-1659.

**ПРИЛОЖЕНИЯ**

Нормы микроклимата при выращивании кур-несушек кросса Ломанн  
Браун

Возраст, недель	Температура, °С	ОВ, %	Минимальная вентиляция, м <sup>3</sup> /ч*кг.ж.м.*		
			Зима, <0°С	Осень-весна	Лето, >20°С
1	33-34	60	3,4	3,7	4,0
2	30-30,5	60-55	2,5	2,8	3,2
3	28-29	60-50	1,9	2,2	2,4
4	25-26	60-50	1,5	1,7	1,9
5	23-24	60-50	1,3	1,5	1,7
6	21-22	60-50	1,1	1,3	1,5
7-105	20-21	60-50	0,95-0,65	1,15-0,75	1,3-0,9

## Состав комбикорма для кур-несушек:

Содержание в 1 кг натуральной влажности:			
Обмен энерг, МДж	11,8	Витамины:	
Обмен энерг, ккал	282,0	Витамин А, И.Е.	8000,0
Сырой протеин, г	150,0	Витамин Дз, И.Е.	2000,0
Сырой жир, г	38,6	Витамин Е, мг	7,0
Сырая клетчатка, г	47,3	Витамин В1, мг	1,0
Лизин, г	7,0	Витамин В2, мг	3,0
Метионин+цист, г	4,2	Витамин В3, мг	20,8
Метионин, г	2,1	Витамин В4, мг	250,0
Триптофан, г	1,8	Витамин В5, мг	20,0
Кальций, г	38,0	Витамин В6, мг	2,0
Фосфор, г	7,1	Витамин Вс, мг	-
Натрий, г	2,2	Витамин В12, мкг	20,0
Железо, мг	10,0	Витамин К3, мг	1,0

## Приложение 3

## Рационы для кур-несушек, применяемые на АО ППЗ «Лабинский»:

## Рецепт полнорационного комбикорма № ПК 1-134

Состав	В рецепте, %
Пшеница	19,73
Кукуруза	33,7
Соя полножирная экструдированная СП	7,8
Жмых подсолнечный СП 30%, СК 20%	3,00
Шрот подсолнечный СП 36%, СК 17%	20,95
Масло соевое	1,85
Монохлоргидрат лизина 98%	0,122
DL - метионин 98,5 %	0,13
L – треонин 98 %	0,009
Известняк мука взр.	3,5
Соль поваренная	0,104
Фосфат дефторированныйG	0,689
Ракушечная мука	4,886
Натуфос 5000 куры-несушки	0,006
Сульфат натрия	0,14
БВМК Волгавит	3,0
Премикс дополнит	0,18
Премикс Кондор промышленный 0,5 %	0,2

## Показатели качества комбикорма № ПК 1 - 134

Наименование	Ед.измерения	Состав
ОЭ птицы	Ккал/100 г	277,0
Кормовые ед.	В 100 кг	96,44
Сырой протеин	%	17,5
Сырой жир	%	5,53
Линолевая кислота	%	8,74
Сырая клетчатка	%	5,69
Лизин	%	0,79
Метионин	%	0,49
Метионин + Цистин	%	0,77
Треонин	%	0,60
Триптофан	%	0,18
Аргинин	%	1,06
Валин	%	0,75
Изолейцин	%	0,63
Лизин усвояемый птицей	%	0,67
Метионин усвояемый птицей	%	0,42
М+Ц усвояемый птицей	%	0,61
Треонин усвояемый птицей	%	0,47
Триптофан усвояемый птицей	%	0,15
Аргинин усвояемый птицей	%	0,87
Валин усвояемый птицей	%	0,53
Изолейцин усвояемый птицей	%	0,42
Са	%	3,57
Р	%	0,68
Р усвояемый	%	0,37
К	%	0,55
Na	%	0,16
Cl	%	0,16