

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Уральский государственный аграрный университет
Южно-Уральский государственный аграрный университет

С. Ю. ХАРЛАП, Л. Ш. ГОРЕЛИК, О. В. ГОРЕЛИК,
М. А. ДЕРХО, О. П. НЕВЕРОВА

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ
ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КУР-НЕСУШЕК
ЯИЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ
ПРОДУКТИВНОСТИ

МОНОГРАФИЯ

Екатеринбург
Издательство Уральского ГАУ
2023

УДК 636.5.034
ББК 46.8
Х21

Рекомендовано к изданию на заседании Научно-технического совета ФГБОУ ВО Уральский ГАУ (протокол № 02/23 от 21.03.2023)

Рецензенты: Белококов А. А., доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры кормления, гигиены животных, технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Южно-Уральский государственный аграрный университет
Миколайчик И. Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, декан факультета биотехнологии, профессор кафедры технологии хранения и переработки продуктов животноводства, Курганская сельскохозяйственная академия
Галиев Д. М., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зооинженерии, Уральский государственный аграрный университет

Харлап, Светлана Юрьевна

Х21 Физиологическое обоснование повышения эффективности использования кур-несушек яичного направления продуктивности: монография / С. Ю. Харлап, Л. Ш. Горелик, О. В. Горелик, М. А. Дерхо, О. П. Неверова. – Екатеринбург: Издательство Уральского ГАУ, 2023. – 236 с.

ISBN 978-5-87203-545-9

В монографии изложены результаты научных исследований по изучению физиологических особенностей при выращивании и использовании кур-несушек кросса Ломан Уайт. Приводятся материалы по влиянию транспортного стресса на развитие ремонтного молодняка птицы, гормонального статуса на яйценоскость и качество пищевого яйца. Разработан и предложен метод по использованию показателей крови для прогнозирования качества скорлупы пищевых яиц.

Настоящее научное издание предназначено для руководителей птицеводческих хозяйств, научных сотрудников, специалистов зооветеринарной службы, студентов, магистрантов, аспирантов аграрных вузов, специалистов в сфере птицеводства.

УДК 636.5.034

ББК 46.8

- © С. Ю. Харлап, 2023
- © Л. Ш. Горелик, 2023
- © О. В. Горелик, 2023
- © М. А. Дерхо, 2023
- © О. П. Неверова, 2023
- © Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2023
- © Уральский государственный аграрный университет, 2023

ISBN 978-5-87203-545-9

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	5
-----------------------	---

Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ И ЕЕ ЯЙЦЕНОСКОСТИ	9
1.1. Биологические особенности организма птиц и их развития по периодам роста	9
1.2. Характеристика стресса и стресс-факторов	21
1.3. Характеристика транспортного стресса	27
1.4. Физиологическое состояние животных при стрессе	30
1.5. Физиологические и биохимические особенности яичной продуктивности кур-несушек	39
1.6. Влияние тиреоидного фона на продуктивные качества животных и птиц	46
1.7. Состав и пищевая ценность яиц	49

Глава 2. ВЛИЯНИЕ СТРЕССА НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЦЫПЛЯТ РАЗНОЙ СЕЛЕКЦИИ	53
2.1. Характеристика кросса Ломан Уайт	54
2.2. Показатели лейкограммы цыплят и лейкоцитарные индексы как индикатор адаптационного потенциала организма цыплят	55
2.3. Характеристика гематологических показателей	68
2.4. Стресс-индуцированные изменения белкового обмена в организме цыплят	73
2.5. Роль ферментных систем печени в адаптационном статусе цыплят	79
2.6. Характеристика ферментных систем сердца цыплят	90
2.7. Оценка роли ферментных систем почек в развитии стресс-реакции у цыплят	100
2.8. Роль ферментов мышц в реализации стресс-реакции в организме цыплят	109
2.9. Эффективность выращивания молодняка кур-несушек при влиянии транспортного стресса	119

Глава 3. РЕГУЛЯЦИЯ БЕЛКОВОГО ОБМЕНА, ЯЙЦЕНОСКОСТИ И ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ЯИЦ У КУР-НЕСУШЕК	127
3.1. Биологические особенности организма кур кросса Ломан Уайт	127
3.2. Гипофизарно-тиреоидный профиль организма несушек	135
3.3. Оценка характера взаимосвязи метаболических функций печени и тиреоидного статуса кур-несушек	141
3.4. Роль гипофизарно-тиреоидной системы в формировании метаболического профиля и продуктивности кур-несушек	145
3.5. Корреляционные связи тиреоидных гормонов с биохимическими показателями крови	154
3.6. Морфологические и физико-химические показатели качества пищевых яиц	160
3.7. Анализ корреляционных связей между морфологическими и физико-химическими показателями пищевых яиц	167
3.8. Корреляционные связи между морфологическими и физико-химическими показателями яиц и параметрами крови	174
3.9. Возможность оценки и прогнозирования массы пищевых яиц по показателям крови	182
3.10. Оценка возможности использования показателей крови для прогнозирования качества скорлупы пищевых яиц	186
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	193
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ	195
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	197
БИБЛИОГРАФИЯ	199

Введение

Обеспечение населения страны продуктами питания – важнейшая задача работников агропромышленного комплекса. Птицеводство – динамично развивающаяся отрасль животноводства. Согласно расчетам Всемирной организации здравоохранения, медицинская норма потребления яиц на душу человека составляет 260 шт/г. Потребление яиц в России, по последним данным, превышает медицинскую норму, составляя 269 шт/г. В связи с этим развитию птицеводства (в том числе яичного) придается большое значение. На качество яйца и продуктивность кур оказывают влияние многие факторы, в том числе и возраст.

Доброкачественное пищевое яйцо – высокоценный диетический продукт питания. Оно включает полноценный белок, имеет оптимальный жирно-кислотный, витаминный и минеральный состав. Куриное яйцо содержит все необходимые для человека питательные и биологически активные вещества в хорошо сбалансированной форме, что обуславливает его высокую усвояемость (на 96–98 %). По данным журнала *Meat & Poultry* (2006), куриные яйца относят к числу самых полезных продуктов питания.

Пищевое яйцо имеет сложное строение и представляет собой неоплодотворенную яйцеклетку. Изменения качества яйца, наблюдаемые в условиях интенсивного птицеводства, свидетельствуют о возможности регулирования данных параметров без нарушения их питательных достоинств. Морфологические признаки, такие как масса и форма яйца, масса желтка, белка, скорлупы, ее прочности и другие, определяются в основном генетическими факторами и условиями содержания и кормления.

Очевидно, что проблема повышения продуктивности кур и качества их яиц кур будет решаться на основе дальнейшей интенсификации птицеводческой отрасли, в том числе и за счет использования новых высокопродуктивных кроссов, приспособленных к конкретным климатическим и производственным условиям. В связи с этим комплексное изучение качества яиц кур является одним из основных путей повышения качества яиц и эффективности отрасли, а также позволяет контролировать технологические условия и оперативно устранять причины, повлиявшие на изменение их свойств.

В последние годы конкуренция на рынке птицеводческой продукции вынуждает хозяйства использовать высокопродуктивные кроссы не только отечественной селекции, но и зарубежных фирм. В настоящее время в России селекционная работа ведется с пятью мясными и девятью яичными кроссами. Однако по разным причинам резко сократилось количество репродукторов, а в отдельных регионах они и вовсе отсутствуют. Основная масса птицеводческих хозяйств завозит племенную продукцию напрямую из-за рубежа.

Изучение закономерностей развития стресса и адаптационных возможностей организма животных – одна из актуальных проблем современной биологии.

Одним из защитно-приспособительных механизмов живого организма, сложившимся в процессе эволюции как средство сохранения жизни к постоянно меняющимся условиям среды обитания за счет развития адекватных метаболических и морфофункциональных изменений, является стресс-реакция (Е. Д. Сотникова, 2009), которая, независимо от природы стресс-индуцирующего воздействия, обладает универсальностью, так как животный организм реагирует на стресс стереотипным набором биохимических и физиологических процессов, направленных на восстановление состояния гомеостаза. В совокупности данный набор реакций именуется «неспецифическая или срочная адаптация» (М. А. Дерхо, 2004; Л. К. Бусловская, А. Ю. Ковтуненко, 2009; И. Л. Цветков, 2009). Продолжительность и степень компенсации нарушений физиологических функций в ходе стресс-реакции определяет «цену адаптации», поэтому в наибольшей степени характеризует адаптационный потенциал организма, обусловленный генетически запасом пластических и энергетических резервов.

В последние годы в птицеводстве России активно используются импортные кроссы птиц, что позволяет сокращать сроки получения высокопродуктивных гибридов и экономить денежные средства. В то же время адаптационный потенциал организма птиц разной формы гибридности практически не изучен, хотя имеется достаточное количество научных работ, в которых охарактеризованы вопросы адаптивности импортных пород крупного рогатого скота и свиней (Л. Г. Мухамедьярова, 2010; Н. Б. Размазина, 2010; Н. А. Коваленко, 2012; А. А. Сутолкин, 2013 и др.).

Любые изменения физиологических функций организма имеют биохимическую основу (Н. Н. Ковалев, 2003; Н. В. Мамылина, Н. А. Белоусова, 2003; М. А. Дерхо, Т. И. Середа, О. А. Хижнева [и др.], 2015; Е. А. Колесник,

М. А. Дерхо, 2016), что позволяет использовать биохимические показатели для диагностики стресса и оценки адаптационных возможностей организма. Так, на действие любого стрессора очень быстро реагируют ферменты, активность которых отражает скорость обмена веществ и энергии в ходе формирования приспособительных реакций (Р. А. Рапиев, Р. Т. Манапова, 2013; G. E. Helal, F. Eid, M. Neama, 2011). В частности, по концентрации аминотрансфераз и щелочной фосфатазы можно судить об общей направленности обменных и энергетических процессов в животном организме и, как следствие, мобильности адаптационных резервов.

Для характеристики стресса, адаптивных реакций и адаптационных возможностей животного организма обычно используются показатели крови (М. А. Дерхо, 2004; Л. К. Бусловская, А. Ю. Ковтуненко, 2009; А. А. Терман, 2013; В. И. Фисинин, А. В. Мифтахутдинов, В. В. Пономаренко [и др.], 2015 и др.). В то же время «адаптивная реакция» органов и тканей при стрессе, оцениваемая по активности внутриклеточных ферментов, практически не изучена. Поэтому знание особенностей реагирования тканевых ферментов на стресс как «срочных» стресс-редуцирующих факторов важно не только для расширения представлений о закономерностях формирования стресс-реакции у птиц при воздействии экстремальных технологических факторов, но и для практики птицеводства, поскольку ферменты являются селекционным признаком и маркером продуктивности.

Исследование природы яйценоскости высокопродуктивных кроссов кур-несушек также продолжает оставаться приоритетным направлением фундаментальных исследований в сельскохозяйственной биологии. В рамках данной проблемы наиболее изучены:

- 1) вопросы сравнительной оценки продуктивности, качества продукции и некоторых биологических особенностей несушек разных кроссов при сложившемся уровне кормления;
- 2) влияние алиментарного применения биологически активных веществ и биокорректоров на яйценоскость, качество яиц и обменные процессы в организме кур (В. Н. Никулин, Т. В. Синюкова, О. Ю. Ширяева, 2006; Т. С. Гусева, 2008; А. А. Астраханцев, 2009; О. В. Тюркина, 2009; А. А. Агаджанов, 2010; В. Ю. Гудима, 2010; А. А. Бочков, 2011; С. А. Рахматова, 2011 и др.). Однако особенности гормональной регуляции функций организма птиц изучены недостаточно.

Тем не менее знание закономерностей регуляции процессов роста, развития и жизнедеятельности организма высокопродуктивных кроссов кур имеет большое значение для интенсификации яичного птицеводства, так как эндокринная система участвует в сохранении гомеостаза, а следовательно, и уровня здоровья птиц (М. С. Мицкевич, 1978). Особый интерес представляют тиреоидные гормоны, влияющие на экспрессию генов и синтез белков (Г. К. Боровкова, 2012) и за счет этого участвующие в реализации генетического аппарата клетки, соответственно, генетического потенциала продуктивности животных (Л. Ю. Киселев, 1982; Л. С. Солонецкая, А. И. Афанасьева, А. М. Еранов, 2004; М. И. Клопов, 2007; В. М. Кретьова, 2007; 2008; О. В. Першина, 2011; И. Х. Рахимов, М. А. Дерхо, 2013).

Некоторые аспекты тиреоидной регуляции функций физиологических систем в организме сельскохозяйственной птицы изучались. Например, на фоне действия различных стресс-факторов (P. Vaarendse, M. Debonne, E. Descuypere, 2007; M. Debonne, P. Vaarendse, H. VanDenBrand, 2008); технологических приемов (М. И. Клопов, В. В. Арепьев, О. В. Першина, 2012), йодсодержащих препаратов (В. В. Курушкин, 2007; Т. В. Синюкова, 2007; А. Л. Агаджанов, 2010), а также влияния пола (Л. И. Коршунова, 2011).

Сведений, касающихся значимости гипофизарно-тиреоидной регуляции в создании метаболического профиля организма кур-несушек, уровня яйценоскости и качества яиц, мы не обнаружили.

Глава 1

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ И ЕЕ ЯЙЦЕНОСКОСТИ

1.1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗМА ПТИЦ И ИХ РАЗВИТИЯ ПО ПЕРИОДАМ РОСТА

Птицы как подкласс животных обладают рядом биологических особенностей, являющихся следствием их способности передвигаться по воздуху путем полета, развития зародыша вне организма матери и высокой скоростью роста. Поэтому физиология организма птицы во многом отлична от таковой у млекопитающих животных (Г. А. Мелехин, И. Я. Гридин, 1977).

Основными специфическими чертами организма птиц являются относительно высокая температура тела, частота дыханий и сердечных сокращений, своеобразное строение кожного покрова и его производных, высокая скорость и эффективность извлечения питательных веществ из кормов (Г. П. Мелехин, М. Я. Гридин, 1977; Ц. Ж. Батоев, 2001).

В свою очередь, куры (*Gallus gallus*) как вид птиц возникли в нативных условиях среды. Поэтому генотип, фенотип и их функциональная направленность являются результатом взаимодействия организма с факторами среды обитания, то есть нейрогуморальная система сформировалась по вектору и под влиянием факторов природной среды (A. F. Soleimani, I. Zulkifli, 2010; S. A. R. El-Safty, 2012; M. DeMarco et. al., 2013; E. A. Колесник, М. А. Дерхо, 2016).

По своему анатомическому строению куры очень близки к пресмыкающимся (рептилиям), так как их кожа бедна железами и покрыта

ороговевшими чешуйками в области головы и ног. Однако такие кожные образования, как перья, гребень, мочки, сережки, кораллы, когти, присущи только птице (Г. А. Бобылева, 2005).

Для скелета кур характерно наличие тонких, плотных и очень крепких костей, в которых отмечается большое содержание минеральных веществ, придающих им прочность. Кости молодых птиц заполнены костным мозгом, который с возрастом рассасывается, вытесняется воздухом и остается лишь в костях нижнего отдела крыльев и тазовых конечностей. Поэтому большинство костей скелета кур содержат полости, сообщающиеся через воздухоносные мешки с легкими и далее с внешней средой (И. И. Кочиш, М. Г. Петраш, С. Б. Смирнов, 2004). Череп кур облегчен за счет замены массивных челюстей беззубым клювом, и они не имеют зубов, небной занавески, щек и губ.

Одной из особенностей строения тела птицы является отсутствие потовых и сальных желез. Поэтому куры отдают через кожу лишь часть излишков образующегося в организме тепла, а основная теплоотдача происходит благодаря испарению воды в процессе дыхания. Однако у птиц имеется копчиковая железа, представляющая собой скопление видоизмененных сальных желез (Г. А. Бобылева, 2005).

Согласно данным В. И. Фисинина, А. Ш. Кавтарашвили (2015), птицы способны существовать без серьезных отклонений в организме в очень узком диапазоне внешних температур, что является следствием отсутствия у них потовых желез, слабой сосудодвигательной реакции, локализации терморцепторов в коже, языке и мозге и расположения центра терморегуляции в гипоталамусе.

У кур очень хорошо развиты слух и зрение, а вкус и осязание – хуже. Птица имеет хорошо развитое третье веко, но слабовыраженную слезную железу (Г. А. Бобылева, 2005; Б. Ф. Бессарабов, 2010).

Самым характерным кожным образованием кур является наличие оперения (Г. Соловьева, Д. Жилинов, 2009). При этом перо играет огромную роль в механизме полета птицы, обеспечивает теплоизоляцию организма, а также защищает кожу от повреждений.

Сельскохозяйственная птица яичных кроссов, в частности кросса Ломан Уайт, обладает рядом физиолого-биохимических особенностей, позволяющим в технологической среде реализовать генетический потенциал (Г. И. Середа, М. А. Дерхо, 2012; Т. И. Середа, Л. Ш. Горелик, М. А. Дерхо, 2013; Л. Ш. Горелик, М. А. Дерхо, 2014). Так, интенсивный обмен веществ определяет высокую постоянную температуру тела (38–42,2 °С); ритм

сердечных сокращений (у кур число ударов сердца в минуту составляет 128–340, а, например, у свиней и коров – 50–80 уд/мин), уровень обогащения организма кислородом (у птиц один из самых высоких на 1 кг живой массы). Покрытие потребности организма кур кислородом возможно благодаря наличию у них системы воздушных мешков, объем которых в несколько раз превышает объем легких. Кроме этого, они расположены между внутренними органами и их ответвления проникают под кожу, между мышцами и заходят в полые кости. Воздушные мешки играют важную роль и в терморегуляции организма кур: с их поверхности через дыхательные пути испаряется влага, благодаря чему устраняется возможность перегрева. Все это обеспечивает высокую степень усвоения кислорода и, следовательно, интенсивность всех жизненных процессов.

В обеспечении высокого уровня метаболических процессов в клетках органов и тканей организма кур немаловажную роль играют анатомические и физиологические особенности органов пищеварения. Поскольку у птиц нет зубов, размягчение, набухание и перетирание корма происходит в зобе и мышечном отделе желудка. В частности, основным местом пищеварения является именно мышечный отдел желудка, в котором сочетаются механические движения с действием ферментов и соляной кислоты, повышая эффективность гидролитического распада сложных веществ корма (И. И. Кочиш, М. Г. Петраш, С. Б. Смирнов, 2004). Установлено, что птицы способны к большой абсорбции в пищеварительном тракте, что позволяет им удерживать основной метаболизм на высоком уровне (И. М. Карпуть, М. П. Бабина, 1996).

Хотя в организме птиц имеются почки, которые расположены в тазовой области по обеим сторонам позвоночного столба (Т. А. Евстигнеев, 1947; Н. Н. Щетина, 1974) и вся циркулирующая кровь проходит через них за несколько минут (Ш. А. Имангулов, Т. Т. Папазян, А. Ш. Кавтарашвили, 2001), отсутствует почечная лоханка и мочевой пузырь. Поэтому выделяемая птицей моча, в отличие от мочи млекопитающих, представляет собой не жидкость, а густую белую массу, которую хорошо видно на помете кур в виде белых пленок (Г. Соловьева, 2009).

Важнейшим объектом изучения интерьера птиц являются обменные процессы. Особое внимание уделяют белковому обмену, так как повышенное содержание белков в крови положительно влияет на живую массу и жизнеспособность, продуктивность птиц, обмен веществ в организме, в том числе минеральный, интенсивность которого у птиц меняется в зависимости от периода развития (В. Т. Самохин, 1990).

Таким образом, организм птиц отличается от организма млекопитающих и имеет такие особенности, как способность к полету, высокая подвижность, быстрый обмен веществ, своеобразие анатомического построения, что отражается на метаболическом статусе клеток органов и тканей и их адаптационных резервах.

Для научного обоснования рационального кормления, содержания и разведения птицы в целях повышения ее жизнеспособности и продуктивности, а также эффективного лечения и профилактики заболеваний необходимы знания анатомо-физиологических особенностей вида. Как по строению тела, так и по характеру многих физиологических процессов птица значительно отличается от сельскохозяйственных животных (Б. Ф. Бессарабов, 2010).

С биологической точки зрения наиболее характерные черты птиц – интенсивность протекания жизненных процессов и способность к полету. Именно эти свойства коренным образом отличают птиц от других групп позвоночных (И. И. Кочиш, 2004).

В отличие от млекопитающих развитие эмбрионов птиц происходит в два этапа. Первый этап – начальный – в половых путях матери, второй – заключительный – вне тела матери, во внешней среде (Г. А. Бобылева, 2005; Б. Ф. Бессарабов, 2010).

При спаривании сперматозоиды самца через яйцевод попадают в воронку, где и происходит оплодотворение яйцеклетки. После этого начинается дробление зародышевого диска. На желтке образуются бороздки дробления (первая – через 4–5 часов после овуляции, а вторая – через 20–25 часов после первой). Бороздки располагаются параллельно поверхности желтка, образуя бластодиск. Его клетки, отделяясь от желтка, образуют подзародышевую полость, заполненную жидкостью. Из клетки бластодермы образуется вначале наружный зародышевый листок (эктодерма), от которого потом отслаивается внутренний зародышевый листок (энтодерма). Центральная часть зародышевого яйца клетки располагается в один слой, а по краям их большое количество. Через центральную светлую часть клетки просматривается темный желток (С. Б. Смирнов, 2004).

В таком состоянии находится зародышевый диск в момент снесения яйца несушкой. Весь процесс развития зародыша в яйцеводе происходит в течение 24–27 часов, при температуре тела матери 40,5–41 °С, в условиях, совершенно исключающих испарение воды. При попадании яйца во внешнюю среду оно начинает охлаждаться, из него испаряется вода. Развитие яйца замедляется (Г. Соловьева, 2009).

Если яйцеклетка не оплодотворена, процесса дробления не происходит, а зародышевый диск выглядит белым плоским пятном. Дальнейшее развитие зародыша возобновляется при попадании в благоприятную для роста внешнюю среду: под наседку или в инкубатор (С. Б. Смирнов, 2004). Главное условие дальнейшего развития зародыша – наличие тепла, за счет которого между двумя зародышевыми листками появляется третий – мезодерма (в течение первых 12 часов инкубации). Из нее образуются ткани и органы птицы (И. И. Кочиш, М. Г. Петраш, С. Б. Смирнов, 2004). Из наружного листка образуются нервная система, кожа, перо, когти, а из внутреннего – легкие, пищеварительный тракт, железы внутренней секреции, печень; из среднего – хрящи, кости, мышцы, половая, кровеносная и сосудистая системы. Причем кровеносная, нервная, выделительная системы, органы чувств закладываются в первые 48 часов инкубации (Б. Ф. Бессарабов, 2010).

Продолжительность эмбрионального периода у кур составляет 21 сутки. Согласно данным И. И. Кочиш, М. Г. Петраш, С. Б. Смирнова (2004), к концу первых суток развития в курином зародыше формируется хорда – временный спинной хребет эмбриона с зачатками центральной нервной системы. Затем над хордой вдоль головного отростка появляются нервные валики, которые со временем превращаются в нервную трубку. Вдоль хорды (справа и слева от нервной трубки) появляются парные сегменты-сомиты (первичные позвонки) в виде квадратных пластинок. Начинает образовываться амнион (одна из оболочек эмбриона). На вторые сутки появляются желточные вены, кровеносные сосуды, зачатки органов зрения, слуха, некоторые отделы кишечника и аллантоис (очередная зародышевая оболочка, участвующая в дыхании эмбриона и служащая местом скопления выделений), закладывается и начинает сокращаться сердце эмбриона. На третьи сутки – желточные артерии, формируется полный цикл кровообращения, зачатки печени, желез внутренней секреции, ног и крыльев, замыкаются складки амниона. На четвертые сутки заканчивается отделение зародыша от желтка – он поворачивается на левый бок, формируется кишечная трубка. Зародыш достигает размера 0,8 см. На пятые сутки закладываются зубная железа, желудок, появляются зачатки скелета. Аллантоис достигает границ воздушной камеры. Длина эмбриона превышает 1 см. На шестые сутки начинает формироваться клюв. Аллантоис достигает скорлупы. Кровеносная система включается в дыхание с поглощением кислорода из внешней среды. Обособляются пальцы на ногах и крыльях. Эмбрион вырастает до 1,5 см. Седьмые сутки

полностью уходят на дифференцирование пола. С восьмого дня начинается окостенение скелета, появляются зачатки перьев, начинают работать почки. На девятые – десятые сутки происходит ороговение клюва. Одинадцатые сутки – контрольный момент в развитии. Аллантаис покрывает все содержимое яйца и замыкается в остром конце. Появляются когти. Постоянные почки включаются в работу. Зародыш достиг 3,6 см. На двенадцатые сутки появляются зачатки перьев вдоль спины и хвоста, веки начинают покрывать роговицу, образуя овальное открытое отверстие. На тринадцатые сутки пух покрывает все тело, когти полностью роговеют к 15-му дню. На девятнадцатые сутки начинают атрофироваться аллантаис и втягиваться желточный мешок. Открываются глаза. На двадцатые сутки желточный мешок полностью втягивается в брюшную полость. Пупочное кольцо закрывается. Начинаются легочное дыхание и проклев скорлупы.

Проклев цыпленок совершает круговыми движениями головы против часовой стрелки вокруг продольной оси в тупом конце яйца. Отсутствие доступа к кислороду вынуждает цыпленка к одновременному переходу на легочное дыхание (W. L. Bakhuis, 1974). Мышцы для вывода питаются исключительно анаэробным способом, очень хорошо обеспечены гликогеном и имеют специальную нервную систему для координации движений (Т. М. John, J. C. George Jr., E. T. Moran, 1987). Максимальная васкуляризация в области, прилегающей к воздушной камере на 14–19-е сутки эмбрионального развития, также способствует ослаблению скорлупы в данном районе из-за высвобождения кальция.

Разорвав подскорлупные оболочки, цыпленок пытается разогнуться, опираясь головой и шеей в скорлупу тупого конца, а ногами – в скорлупу острого конца. Скорлупа разламывается надвое, и цыпленок выходит из нее.

Развитие зародышей яиц других видов птицы происходит по той же схеме, что и куриных. Разница лишь в скорости развития отдельных органов, так как продолжительность инкубационного периода также разная (Г. Соловьева, 2009).

К примеру, перепелиное яйцо имеет инкубационный период 17 суток против 21 суток у куриного. Эмбрион перепелки быстрее развивается, а индейки и водоплавающих – медленнее. Поэтому одни и те же ростовые признаки у них проявляются в разные сроки (Г. А. Бобылева, 2005; Б. Ф. Бессарабов, 2010).

Но наибольшее различие в скорости развития зародышей, несмотря на одновременный старт, отмечается в конце первой недели инкубации

и особенно после замыкания аллантаоиса. Замыкание аллантаоиса у зародышей разных видов птицы происходит в следующие сроки: у перепела – на 10-й день, у курицы на 11-й, у индейки и утки – на 13-й, у гуся – на 14-й. После этого белок начинает интенсивно использоваться зародышем, после чего аллантаоис исчезает у перепела на 13-й день инкубации, у курицы – на 17-й, у индейки – на 21-й, у утки – на 20–1, у гуся – на 22-й. Таким образом, чем длиннее период инкубации, тем больше времени требуется на полное использование белка (Г. Соловьева, Д. Жилиянов, 2009).

Аналогичная зависимость характерна и для втягивания желточного мешка в полость тела зародыша. С началом проклева скорлупы на втягивание желточного мешка у перепела и курицы уходит около суток, а у индейки, утки и гуся – более двух суток. Замедленное развитие зародыша приводит к удлинению сроков инкубации: у курицы до 21 суток, у перепела – до 16,5, у индеек и уток – до 27, у гуся – до 30 (И. И. Кочиш, М. Г. Петраш, С. Б. Смирнов, 2004).

Но при анализе сроков развития зародыша необходимо учитывать условия хранения инкубационных яиц до закладки, а также соблюдение режима инкубации (Г. А. Бобылева, 2005).

Поскольку развитие зародыша происходит вне развития организма матери, он питается за счет содержимого яйца – белка, желтка и скорлупы. Составными элементами его рациона являются углеводы, белки, жиры и минеральные вещества, причем использование их неравномерно. Питательные вещества для роста зародыша поступают из желтка и белка. Переносчиком кислорода в этот период развития является примитивный гемоглобин. Кислород лимитирован и поступает только путем диффузии через поры в скорлупе. Энергия для растущего организма обеспечивается путем гликолиза доступной глюкозы. Глюкоза накапливается в наружном жидком слое белка в период перед формированием скорлупы в маточном отделе яйцевода (E. T. Moran Jr., 2007).

У птиц, так же как и у других животных, наиболее метаболически активным органом является печень. В период непосредственно перед выводом, когда наблюдается дефицит кислорода, ткани печени играют важную роль в синтезе глюкозы путем глюконеогенеза (T. R. Scott, W. A. Jonson, D. G. Satterlee, 1981).

В первую неделю инкубации зародыш питается в основном углеводами. По мере их использования запас углеводов пополняется за счет распада жиров до глюкозы. В печени эмбриона создается запас углеводов (гликогенов). Именно в гликогене эмбрион черпает силы для работы

мышц и выхода из яйца. Запасы гликогена играют важную роль в питании позднего эмбриона до начала потребления корма, так как являются основным источником энергии (A. L. Romanoff, 1967; Z. Uni, P. R. Ferket, E. Tako, O. Kedar, 2005). При его недостатке эмбрион не в состоянии выйти из своей колыбели.

Гликолиз и глюконеогенез имеют много общих ферментов, которые обладают двойной активностью в ходе всего эмбрионального развития в зависимости от обеспеченности организма питательными веществами. На последних стадиях развития, когда наблюдается нехватка кислорода (фаза плато), и до внешнего проклева эти энзимы наиболее активны (J. De Oliveira, Z. Uni, P. R. Ferket, 2008; D. L. Nelson, M. M. Cox, 2004).

Для построения тела эмбриона строительным материалом выступают белки. Уже с третьих суток инкубации эмбрион начинает активно использовать протеины, в первую очередь белок яйца (И. И. Кочиш, М. Г. Петраш, С. Б. Смирнов, 2004).

Начиная с 6-х суток в виде энергетического питания зародыш использует жиры, а с 16-х суток жир становится основным источником питания. Однако к концу инкубации не все запасы жиров желтка используются эмбрионом: примерно 30 % остается в остаточном желтке у выведенного молодняка и служит ему первоначальным источником питания (Г. Соловьева, 2009).

Для образования костной ткани скелета в первые дни используются минеральные вещества из содержимого яйца, а начиная с 13-го дня они поступают зародышу из скорлупы (в основном кальций). Во всех процессах обмена веществ в период роста эмбриона активную роль играет вода. В начале развития в зародыше содержится почти 98 % воды, а к выводу ее содержание сокращается до 80 %. И вся эта вода в основном – содержимое яйца (Б. Ф. Бессарабов, 2010).

В период развития эмбриона между ним и внешней средой постоянно происходит перемещение жидкости – воды. Основная часть воды вместе с питательными веществами до 12-х суток инкубации поступает в организм эмбриона через кровеносную систему, а после – через пищеварительный тракт.

Испарение воды из яйца происходит неравномерно и возрастает к концу инкубации. В целом потеря воды составляют 10–13 % (И. И. Кочиш, М. Г. Петраш, С. Б. Смирнов, 2004).

Нельзя не упомянуть о дыхании эмбриона, механизм которого в процессе всего развития неодинаков и изменяется несколько раз: до третьих

суток зародыш «дышит» кислородом желтка, с развитием кровеносной системы – при помощи желточного мешка, а уже с 5-дневного возраста дыхание происходит через аллантаоис. Накануне вывода, т. е. 19-го дня инкубации, эмбрион переходит на легочное дыхание атмосферным воздухом, вначале содержащимся в воздушной камере (туда же отводятся и отработанные газы). Для разных газов проницаемость через скорлупу и подскорлупную оболочку разная: быстрее всего проникает водород, затем углекислота, азот, а медленнее всего – кислород (Г. А. Бобылева, 2005; Б. Ф. Бессарабов, 2010).

Уровень потребления кислорода и выделения углекислоты зависит от условий инкубации. При высокой температуре и низкой влажности воздуха в инкубаторе дыхание эмбриона усиливается (С. Б. Смирнов, 2004).

За время инкубации куриное яйцо выделяет около 3,5 л углекислоты и поглощает 4–5 л кислорода. Жизнедеятельность зародыша связана с образованием тепла. За весь период яйцо выделяет 20–23 ккал тепла. Но до четвертого дня зародыш больше поглощает тепла, чем яйцо выделяет. Поэтому в это время и температура яйца ниже, чем в инкубаторе. Со временем это соотношение меняется, и уже к 11-му дню температура яйца достигает температуры воздуха инкубатора, а в последующие дни – превышает на 2–3 °С (Г. Соловьева, 2009).

На протяжении всего периода он протекает неравномерно: на начальном этапе идет быстрее, и масса зародыша увеличивается в несколько раз. В конце инкубации относительная скорость роста снижается.

Изменяется и положение зародыша в яйце. В начальном периоде зародыш находится ближе к тупому концу яйца и лежит вдоль его малой оси.

В начале второй половины зародыш перемещается к продольной оси, ногами к острому концу, а головой – к тупому. К завершению инкубации эмбрион с прижатыми ногами занимает почти все подскорлупное пространство. Голова находится под правым крылом, клюв обращен в сторону воздушной камеры (И. И. Кочиш, М. Г. Петраш, С. Б. Смирнов, 2004).

Наличие в онтогенезе птиц эмбрионального периода развития за счет питательных веществ яйца определяет биологическую и пищевую ценность яйца как продукта питания человека и определяет их товарные качества.

Птица имеет ряд биологических особенностей: быстрый рост, высокую физиологическую скороспелость, относительно высокую температуру тела (40–42 °С), развитие эмбриона вне тела матери, своеобразное строение кожного покрова и его производных и другие. В связи с этим

физиология организма птицы во многом отличается от таковой у млекопитающего животного (Г. А. Мелехин, И. Я. Гридин, 1977).

Сразу после вылупления цыпленка могут по слуху отыскать свою мать в темноте на расстоянии до 15 м (А. Н. Голикова, 1991).

Органы зрения в жизни птиц играют важную роль, поэтому получили хорошее развитие. Куры имеют цветное зрение, однако голубой, синий и фиолетовый цвета они не различают. Куры способны различать оттенки красок, размеры, форму и количество предметов. Они могут отличать один ящик от другого, три горизонтальных линии от серого поля и черного пятна. С помощью органов зрения курица может научиться склевывать каждое второе или третье зерно. Куры и другие сельскохозяйственные птицы не видят в сумерках и в темноте. Глаз птицы отличается способностью к быстрой и точной аккомодации, которая осуществляется за счет изменения кривизны хрусталика и формы роговицы (Н. У. Базанова, З. К. Кожебеков, 1991).

Дыхание у птиц в морфофункциональном отношении отличается от дыхания у млекопитающих животных. У них относительно длинная трахея, легкие прочно прикреплены к ребрам, отсутствует диафрагма.

У птиц, кроме легких, имеются хорошо развитые воздухоносные мешки, расположенные в грудной и брюшной полостях и проникающие в трубчатые кости. В воздухоносных мешках газообмен не происходит, но они играют роль резервуаров воздуха, облегчают полет птиц, предохраняют их от перегревания (М. Ф. Мещерякова, Г. В. Паршутин, Н. А. Сафонов, 1991). Наличие воздухоносных мешков позволяет организму птицы регулировать количество кислорода, использующегося в процессах жизнедеятельности, а также поддерживать кислородную обеспеченность клеток органов и тканей. Это создает основу для преимущественного протекания обменных процессов в аэробных условиях, что позволяет максимально извлекать энергию из окисляющихся субстратов.

Поэтому птицы чувствительны к недостатку кислорода в окружающей среде. Например, у уток сильная одышка возникает при снижении содержания его в воздухе на 1–2 % (А. Н. Голикова, Н. У. Базанова, З. К. Кожебеков, М. Ф. Мещерякова, Г. В. Паршутин, Н. А. Сафонов, 1991).

В отличие от пресмыкающихся у птиц полностью разобщены большой и малый круги кровообращения: венозные и артериальные потоки крови нигде не смешиваются, правая (венозная) половина сердца полностью отделена от левой (артериальной). Сердце четырехкамерное, состоит из двух предсердий и двух желудочков (А. Н. Голикова, Н. У. Базанова, 1991).

Венозная система птиц похожа на венозную систему пресмыкающихся, отличается лишь частичной редуцией воротной системы почек. Характерная особенность птиц – относительно большие размеры сердца: у многих масса сердца составляет около 1 % от массы тела, а у видов с быстрым маневренным полетом – даже до 1,5–2 %; у мелких видов относительные размеры сердца больше, чем у крупных. Все особенности кровеносной системы птиц соответствуют высокому уровню их метаболизма. Большой объем сердца и частый пульс создают быструю циркуляцию крови по организму, что наряду с особенностями крови (высокая кислородная емкость и значительная буферность, большое количество сахаров) обеспечивает непрерывное и интенсивное насыщение всех органов и тканей кислородом и питательными веществами и удаление из них продуктов метаболизма (В. А. Гудин, В. Ф. Лысов, В. И. Максимов, 2010).

Пищеварительная система у птиц имеет ряд отличительных особенностей. Основные сведения о физиологии пищеварения у сельскохозяйственных птиц получены благодаря использованию метода хронических фистул, разработанного И. П. Павловым и его школой (О. А. Гуменюк, 2006). С помощью фистул, которые накладывали на разные участки пищеварительного тракта, довольно подробно изучены пищеварительные процессы в зобе, желудке, кишечнике, секреция желчи и поджелудочного сока.

Желудочно-кишечный тракт птиц хорошо приспособлен к быстрому и эффективному перевариванию кормов с небольшим содержанием клетчатки. Коэффициент переваримости корма и скорость прохождения кормовой массы через пищеварительный канал у них выше, чем у млекопитающих, это связано с меньшей протяженностью кишечника и более интенсивным расщеплением питательных веществ (В. Г. Скопичев, 2003).

Желудок птиц состоит из двух отделов – железистого и мышечного. Содержимое зоба через нижний отдел пищевода поступает в железистый желудок и вызывает усиленную секрецию его сока, который содержит соляную кислоту, муцин, ферменты. По данным многих авторов (О. А. Гуменюк, 2006), у птиц осуществляются три фазы желудочной секреции: сложно-рефлекторная, гуморальная и кишечная.

Половой процесс птиц имеет ряд характерных черт. В этой связи особое значение приобретает физиология репродуктивного аппарата домашних птиц, таких как куры-несушки, основная хозяйственно полезная ценность которых связана именно с деятельностью органов размножения (В. Г. Скопичев, 2003).

Половое созревание яйценоских пород кур завершается к 4–5-месячному возрасту, более крупных мясных – к 6–8-месячному, петушки созревают несколько раньше. Длительность половой деятельности домашней птицы следующая: петух – до 4 лет, курица – до 6, индюк – до 3, индейка – до 5, селезень и утка – до 4, гусак – до 5, гусыня – до 8 лет (И. И. Кочиш, М. Г. Петраш, С. Б. Смирнов, 2004). Однако в промышленных условиях куры-несушки используются только один технологический цикл, продолжительность которого специфична для каждого кросса птиц. Например, куры кросса Ломан Уайт используются в среднем до 80–82-недельного возраста, а некоторых кроссов – только до 65–70-недельного возраста. Срок эксплуатации птицы определяется адаптационными возможностями ее организма. При этом использование адаптационных резервов регулируется с помощью эндокринных желез.

Таким образом, особенностью онтогенеза кур является наличие эмбрионального периода, протекающего в яйце за счет питательных и биологически активных веществ, содержащихся в составе белка и желтка яиц. Витальные запасы организма цыплят в ранние периоды постнатального онтогенеза обеспечивают его адаптацию к новым условиям существования, а также перестройку его физиологических систем.

В организме более взрослой птицы основными видами обмена веществ являются углеводный и белковый, которые обеспечивают процессы жизнедеятельности и продуктивность кур необходимыми субстратами и энергией. При этом яйценоскость несушек определяется генетическим потенциалом кросса, но при условии сбалансированного кормления.

1.2. ХАРАКТЕРИСТИКА СТРЕССА И СТРЕСС-ФАКТОРОВ

Перевод птицеводства на промышленную основу и интенсификация отрасли обуславливается большой концентрацией птицы на сравнительно малых площадях, что ведет к появлению определенных трудностей, связанных с возникновением стрессовых ситуаций.

По Г. Селье, стресс – совокупность всех неспецифических изменений, возникающих в организме под влиянием любых неблагоприятных и повреждающих факторов (стрессоров). Именно канадский физиолог Ганс Селье открыл стресс в 1935 г. в своих опытах над крысами.

П. Д. Горизонтов (1974) рассматривает стресс как неспецифическую реакцию организма на действие чрезвычайного по силе раздражителя, вызывающего включение нервных и гуморальных звеньев адаптации.

Б. М. Федоров (1979) определяет стресс как генерализованную реакцию напряжения, возникающую в связи с действием факторов, угрожающих организму или требующих интенсивной мобилизации его адаптационных возможностей со значительным превышением диапазона его повседневных колебаний.

Однако А. В. Вальдамин (1987) относит к стрессам только те реакции, для которых характерно перенапряжение психологических и адаптационных процессов.

Стресс, переходный период от здоровья к болезни, от физиологических параметров организма к патологическим. Для стресса характерна стадийность течения (Л. А. Китаев-Смык, 1983; И. Д. Ладанов, 1989; А. Н. Гуськов, 1994).

Г. Селье выделил три стадии стресса:

ПЕРВАЯ СТАДИЯ – РЕАКЦИЯ ТРЕВОГИ – наступает сразу после воздействия стресс-фактора. В стадии тревоги происходит уменьшение размеров тимуса, селезенки, лимфатических узлов. Стадия длится от 6 до 48 часов после воздействия стрессора. Она протекает в две фазы – «шок» и «противошок».

Во время «шока» снижается артериальное давление, уменьшается частота дыхательных движений и сокращений сердечной мышцы, снижаются температура тела, тонус скелетных мышц, содержание глюкозы в крови, повышается проницаемость стенок капилляров, сгущается кровь, что сопровождается распадом белков и преобладанием катаболических реакций.

Шок сменяется «противошоком» – включением механизмов противодействия повреждению: начинается мобилизация защитных сил организма, учащается сердцебиение, восстанавливаются кровоснабжение, доставка питательных веществ кислорода в мозг, сердце, скелетные мышцы. У животных восстанавливаются привесы тела. Активизируется функция гормонов коры надпочечников.

Устойчивость организма к повреждающему фактору на стадии тревоги временно снижается.

Если повреждающий фактор не был слишком серьезным, то начинают действовать факторы, снижающие секрецию глюкокортикоидов и уровень инсулина в крови. Организм переходит на новый уровень регуляции. Восстанавливается равновесие между катаболизмом и анаболизмом, наступает стадия резистентности.

Вторая стадия – стадия резистентности, или выравнивания нарушенного равновесия, – наступает через 6–48 часов после действия стрессора. Важно отметить, что стресс, вызванный одним раздражителем, на данной стадии повышает устойчивость организма к действию других раздражителей. Стадия характеризуется гипертрофией коры надпочечников с устойчивым повышением секреции глюкокортикоидов. Снижается потребление глюкозы (восстановление запасов) и возрастает – липидов (энергетически более выгодно) (Л. Х. Гаркави, Е. Б. Квакина, Т. С. Кузьменко, 1998).

В период стадии резистентности важным источником углеводов является глюконеогенез, когда на энергетические нужды расходуются безазотистые продукты дезаминированных аминокислот. Поскольку количество углеводов ограничено, основным энергетическим материалом являются свободные жирные кислоты. Наступает замена углеводного типа энергетического обмена на липидный, создаются условия для экономии углеводов, особенно в мышцах.

Повторные стрессорные воздействия производят тренирующий эффект, но при этом истощаются защитные силы организма, вследствие чего даже слабые раздражители обуславливают развитие тяжелых заболеваний.

Данная стадия может длиться от нескольких часов до нескольких дней и даже недель.

Третья стадия адаптационного синдрома – стадия истощения. На этой стадии устойчивость вновь снижается и в организме появляются изменения, похожие на те, что происходят при старении. Наблюдается

снижение холестерина в надпочечниках, атрофия надпочечников. Именно эта стадия носит защитно-приспособительный характер, однако именно она может способствовать последующим патологическим изменениям в организме. Именно на стадии истощения снижается неспецифическая и специфическая резистентность и затормаживаются процессы метаболизма. Появляются реакции, характерные для фазы шока (Ф. З. Меерсон, 1993; М. И. Ковальчук, 1986; Н. Н. Данилова, 1985; С. А. Грикшас, 1998).

С развитием стресс-реакции кортикостероиды начинают взаимодействовать в крови с особым белком транскортином, их поступление в гипоталамус задерживается. Контроль в мозге над содержанием кортикостероидов снижается, в то время как выработка этого гормона усиливается, что приводит к истощению гипоталамо-гипофиз-надпочечниковой системы. В это время почти прекращается образование адреналина. Имеет место все большее истощение коры надпочечников, процессы катаболизма преобладают, идет усиленный распад жиров и белков, это ведет к дистрофическим процессам (А. А. Филаретов с соавт., 1993; J. Haller, 1998).

Если стрессирующий фактор продолжит свое влияние, то все предыдущие адаптационные усилия могут оказаться напрасными. Стресс, с которым организм не может справиться, требует большого количества энергии. Установившееся равновесие нарушается, в ходе чего наступает необратимая фаза истощения, которая ведет к неминуемой смерти. Смерть наступает при явлениях глубокой гипогликемии.

Также имеются труды других авторов, которые приводят четыре стадии стресса:

1. Катаболическая, которая характеризуется возбуждением рецепторов адрен-, норадрен-, дофаминергических структур, щитовидной железы, выделение липотропина, глюкагона.
2. Переходная – характеризуется блокадой вышеуказанных рецепторов и уменьшением выделения гормонов щитовидной железы, липотропина, глюкагона.
3. Анаболическая – показывает возбуждение рецепторов холин-, серотонин-, гистамин-, ГАМК-ергических структур, выделение АКТГ, инсулина, эндорфинов, энкефалинов.
4. В эффекторной фазе восстанавливаются гомеостаз, синтез белков, иммунные реакции, адаптация, тренированность или патология.

В последние годы особый интерес вызывают реакции стресса у животных. Ведущее место отводится технологическому стрессу, который возни-

кает при отъеме, перегруппировке, транспортировке и т. п. (Л. Е. Панин, 1983; А. И. Робу, 1989; К. В. Судаков 1989, 1992).

Чаще всего стресс получает свое название от тех или иных экстремальных ситуаций: транспортный, адаптационный, кормовой, технологический, психический, температурный и т. д.

К технологическим стрессам относятся отъемный, транспортный, эмоционально-болевого, вакцинальный стресс и другие.

ОТЪЕМНЫЙ СТРЕСС. Проявляется в снижении массы тела, нарушении биохимических реакций организма, снижении факторов естественной резистентности организма и фагоцитоза. В крови увеличивается концентрация катохламинов и кортизона, снижается уровень гормонов щитовидной железы.

ТРАНСПОРТНЫЙ СТРЕСС. Связан с транспортировкой животных. На животных действует ряд факторов: изменение условий содержания и кормления, смена помещения, перегруппировки. Характерно снижение живой массы и угнетение роста. Транспортный стресс имеет более продолжительный характер, наблюдается развитие гипоксии мышечных и паренхиматозных тканей (В. В. Храмцов, Г. П. Табаков, 2004; И. И. Кошиш с соавт., 2004).

ЭМОЦИОНАЛЬНО-БОЛЕВОЙ СТРЕСС. К нему относятся зооветеринарные манипуляции: кастрация, взвешивание, дебикирование. Сопровождается снижением факторов естественной резистентности, изменением биохимического баланса и снижением показателей продуктивности. В последующем постепенное восстановление всех биологически и продуктивных показателей. Установлено, что длительное эмоционально-стрессорное воздействие повреждает сердце и снижает его резистентность к гипоксии (Ф. З. Меерсон, 1988).

В промышленном животноводстве также важное место занимает шумовой стресс. Он наиболее присущ промышленному птицеводству. Проявляется по типу хронического стресса. Установлено что при данном виде стресса наблюдаются глубокие перестройки в гормональном, иммунном, биохимическом и микробном балансе организма (Р. Т. Маннапова, А. А. Ахметова, 2013; Р. Т. Маннапова, Р. А. Рапиев, 2014).

При сильном стрессоре и слабом иммунном статусе за фазой шока может начаться развитие патологических реакций и возможно клиническое проявление болезней (С. А. Грикшас, 1998).

А. С. Кашин (1981) говорит о важности двух категорий стресс-факторов:

1. Физические, химические, микробные.

2. Психогенные, провоцирующие эмоционально-психогенные реакции.

К физическим стрессам могут относиться шумы, ушибы, транспортировка и т. д.

Химические факторы – повышенные концентрации азота, аммиака, углекислоты и других вредных газов.

Биологические стрессоры – ветеринарные обработки, недостаток или избыток корма и воды, испорченные комбикорма.

Психические факторы – одиночество или увеличение плотности популяции, борьба за лидерство, испуг, беспокойство и т. д.

Птицеводы-практики подразумевают под стрессом реакцию птиц на отлов, пересадку, транспортировку и т. д. Физиологи понимают это как изменение картины крови, функции нейрогуморальной системы. Исходя из этого стресс соотносят с активизацией гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы.

Стресс может иметь положительное действие. Если он имеет неинтенсивный характер воздействия, то приводит к адаптации, повышению жизненной активности, вследствие чего повышается продуктивность.

Механизм воздействия стресса на организм состоит в том, что рецепторы (нервные окончания) принимают сигнал и передают его в гипоталамус – орган, который обладает функциями нервной системы и эндокринной железы. В свою очередь, гипоталамус выделяет особое вещество – кортикотропный рилизинг – фактор КРФ, который с кровью поступает в гипофиз. Именно от КРФ отходит команда гипофизу к выбросу адренокортикотропного гормона (АКТГ). При поступлении АКТГ в надпочечники они начинают усиленно продуцировать кортикостероиды (кора надпочечников) и катехоламины – дофамин, норадреналин и адреналин. Помимо этого, выделяется повышенное количество предшественников адреналина дофаминовыми рецепторами нервной системы (Е. А. Юматов, 1983; С. П. Кропотов, В. Н. Цыган, В. Е. Дикань, 1990; В. В. Довгуша, И. Д. Кудрин, М. Н. Тихонов, 1995; А. И. Карпущенко, 1995).

При воздействии различных стресс-факторов может формироваться адаптация к ним или развиваться патология в физиологических процессах органов и систем организма. В дальнейшем это может привести к развитию нарушений в нервной и эндокринной системах и, как следствие, к развитию психопатологических заболеваний (М. М. Одинак с соавт., 1991; Н. Б. Суворов с соавт., 1994).

По мнению некоторых авторов, нарушение функций органов и систем фиксируется, прежде всего, там, где действовал стресс-фактор. Сначала в организме развиваются изменения со стороны нервной и эндокринной систем. Затем сердечно-сосудистая и иммунная системы включаются в процесс перестройки с последующим включением всех остальных систем организма. (Э. К. Шхинек, В. А. Лесников, Е. Е. Фомичева, 1991). Происходит усиление процессов перекисного окисления липидов. Угнетаются функции иммунитета. В крови наблюдается снижение тканевых антиоксидантов (витамины С, Е). Развивается состояние вторичного иммунодефицита (А. А. Новицкий, 1993).

Индикаторами стресса могут служить уменьшение холестерина и аскорбиновой кислоты в надпочечниках (К. Г. Сухомлин, В. В. Стрельников, Л. В. Катрич, 2001), а также гиперфункция надпочечников и, как следствие, дегенерация лимфоидной ткани.

В ходе действия стресса значительно уменьшается масса бурсы, селезенки, тимуса, имеет место повышение количества антител, вызванное угнетением метаболизма гамма-глобулинов (В. Р. Ivannik, 2000).

В крови повышается уровень катехоламинов и кортикостероидов, что ведет к анорексии (потере аппетита), гипотрофии половых желез и прекращению яйцекладки (Saleh, Sohair, 1984).

1.3. ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАНСПОРТНОГО СТРЕССА

В промышленном птицеводстве одним из основных видов стресса является транспортный стресс, связанный с перегруппировкой и пересадкой (С. М. Сулейманов, 1997). Установлено, что его избежать невозможно, так как он является частью технологии содержания птицы (П. Ф. Сурай, В. И. Фисинин, 2011).

Транспортировка является одним из самых тяжелых стресс-факторов промышленного животноводства, которым подвергаются животные (М. Ковальчикова, К. Ковальчик, 1978; Д. А. Устинов, 1976; С. Л. Тихонов, 2007; А. В. Степанов, 2005).

При изучении транспортного стресса установлено, что на птицу действует не расстояние транспортировки, а время, которое затрачено на транспортировку (С. И. Плященко, В. Т. Сидоров, 1987). В холодное время года возможно увеличение потерь от транспортного стресса. Транспортному стрессу свойственны большие потери массы тела, потери последующей продуктивности, а птицы стрессчувствительных линий и пород могут просто погибнуть.

Установлено, что при транспортировке животных значительно повышается уровень глюкозы в крови (А. Я. Косенков, 1978), имеют место изменения активности ферментов, концентрации белков и витаминов (М. Демчук, 1990; А. С. Зеньков, С. И. Лосьмакова, З. И. Ковалева, 1979).

Если транспортный стресс у кур протекает на фоне использования препаратов витамина Е, то α -токоферол способствует нормализации гуморальных факторов иммунитета, снижению уровня ПОЛ, потенцирует активность ферментативного звена антиоксидантной защиты организма и нормализует неферментативную антиоксидантную защиту (В. С. Бузлама, 1987).

Транспортный стресс формируется из различных факторов. Ф. И. Фурдуй и Г. М. Бабарэ (1976) отдают ведущую роль такому фактору, как психическая нагрузка, особенно при небольших перевозках. Сам фактор погрузки является для животных необычным. Находясь в течение всей жизни в знакомом помещении, имея контакт только с работниками предприятия, животные отказываются покинуть свое привычное место обитания и сопротивляются погрузке. При безвыгульном содержании для животных сам выгон из помещения, затем погрузка, а по прибытии – разгрузка приводят животных к сильнейшему возбуждению и, как следствие, к стрессу.

Во время транспортировки имеют место физические нагрузки, скученность, тряска, что также истощает силы животных.

Физические нагрузки зависят в значительной степени от времени транспортировки, вида транспортного средства, состояния дороги и режима езды. Большие нагрузки на мышечный аппарат возникают непосредственно при движении транспортных средств. Статистическая мышечная напряженность, направленная на поддержку животного при транспортировке, дополняется повышенной напряженностью различных мышечных групп, противостоящих силе инерции при изменении скорости и направлений движения транспортного средства и обеспечивающих равновесие тела. Во время крутых поворотов, больших подъемов и спусков животных бросает из стороны в сторону, они прижимаются к бортам, друг к другу, падают (Л. П. Марин, В. П. Тонкоглас, 1982). Все это может привести к большому проценту травм среди животных. Прежде всего это касается животных, которые выращиваются в промышленных комплексах, лишены ежедневной нормальной двигательной активности и, как следствие, имеют нетренированный мышечный аппарат.

Также имеет место такой фактор, как температура окружающей среды. Ее диапазоны от низких до высоких могут выступать в качестве сильнейших стресс-факторов при транспортировке животных, особенно в условиях повышенной влажности воздуха и при плохой вентиляции в транспортных средствах (Л. П. Марин, В. П. Тонкоглас, 1982).

Установлено, что при перевозке или переводе животных в новое общество заметно меняется их поведение и снижается продуктивность (П. Ф. Сурай, 2015).

Установлено, что чем моложе животное, тем меньше относительные потери живой массы при транспортировке на одинаковые расстояния (Ф. И. Фурдуй, 1982).

Как показали исследования, для развития транспортного стресса имеет значение время суток, в которое осуществляется транспортировка. Доказано, что вечерняя транспортировка оказывает меньшее воздействие на организм животных, чем утренняя. Связано это с суточным колебанием уровня кортикостероидов, а также с изменением соотношения различных адаптивных гормонов (П. Е. Ладан, 1977).

Транспортировка животных приводит к значительному повышению уровня глюкозы в крови (А. Я. Косенков, 1978), максимум достигается через 2–3 часа, далее начинает снижаться. При этом кривая уровня глюкозы будет напоминать динамику изменения содержания корти-

костероидов надпочечников (Ю. П. Фомичев, Л. А. Сергеева, Н. М. Семянеченко, 1974).

Потери живой массы при транспортировке связаны с освобождением желудочно-кишечного тракта и обезвоживанием тканей вследствие повышенного расхода в организме углеводов и жиров (С. И. Плященко, 1987).

Как показали исследования, после транспортировки у животных наблюдается повышение температуры тела, частоты дыхания и пульса (А. Сало, 2008; Г. В. Павленко, 2008). При длительной транспортировке первоначальное возбуждение животного сменяется угнетением и сопровождается снижением барьерных функций печени и селезенки, резким падением общей резистентности организма. В организме активизируется патогенная микрофлора дыхательных органов и пищеварительного тракта, подавляется деятельность пищеварительных желез (Л. П. Марин, В. П. Тонкоглас, 1982).

Факторы, сопутствующие транспортировке животных, следует рассматривать как стрессоры, которые ведут к глубоким изменениям физиологических функций и, как следствие, развитию стресса (С. И. Плященко, В. Т. Сидоров, 1987).

Определить стресс при транспортировке можно по сдвигам гормональной активности гипофиза и коры надпочечников, щитовидной железы, а также по изменению состава крови.

Так, в организме птиц при транспортировке значительно увеличивается концентрация адаптивных гормонов, а также выделение их метаболитов с мочой. Это является результатом повышения функциональной активности коры надпочечников (В. М. Freeman, 1976; А. J. Pearson, 1977).

Установлено, что у животных с пониженной стрессоустойчивостью уже через 30 минут после начала транспортировки в крови возрастет уровень кортикостероидов, достигая максимума через 1–2 часа. В дальнейшем, несмотря на продолжающееся действие стресс-фактора, содержание гормона или нормализуется, или опускается ниже нормы. К концу транспортировки некоторые животные впадают в состояние прострации (Л. П. Марин, В. П. Тонкоглас, 1982; Г. К. Волков, 1978; А. С. Кашин, 1973).

Таким образом, транспортный стресс включает воздействие на организм нескольких стресс-факторов, что, соответственно, отражается на физиологическом состоянии животных, функциональной активности органов и тканей организма.

1.4. ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЖИВОТНЫХ ПРИ СТРЕССЕ

Одной из наиболее характерных особенностей всех живых организмов является способность поддерживать постоянство внутренней среды вопреки изменениям во внешней среде. Даже при различных условиях и в самых разнообразных обстоятельствах физическое состояние и химический состав жидкостей и тканей тела остаются почти неизменными. Поэтому в условиях физиологической адаптации параметры, отражающие функциональное состояние физиологических систем, колеблются в пределах границ нормы.

В последние годы экспериментально доказано, что стресс имеет свои закономерности развития и стадии (Д. А. Устинов, 1976). Поэтому при воздействии на организм животных различных стресс-факторов наблюдаются сдвиги в функциональной активности физиологических систем организма, что отражается на состоянии здоровья животных и их продуктивных качествах.

Согласно данным Д. А. Устинова (1976), единство организма со средой обеспечивается прежде всего центральной нервной системой, которая регулирует все функции жизнеобеспечения. При воздействии стресс-факторов происходит раздражение периферических рецепторных зон, импульсы от которых по нервным путям достигают головного мозга, после их обработки включаются механизмы защиты организма. Поэтому одним из основных звеньев адаптации организма являются постоянно наблюдаемые и быстро возникающие неспецифические гормональные реакции в оси «гипофиз – кора надпочечников». Эти эндокринные реакции главным образом характеризуются повышенным образованием и секрецией в передней доле гипофиза АКГТ, биологические эффекты которого усиливают деятельность коры надпочечников, способствуя быстрому выбросу в кровь кортикостероидных гормонов. Данные сдвиги наблюдаются в организме в первые минуты после воздействия стресс-фактора.

Аналогичные стрессорные изменения происходят и в организме кур. В пользу этого вывода свидетельствует тот факт, что при окислительном стрессе в головном мозге птиц регистрируются обширные гистологические изменения, такие как вакуолизация и ядерная конденсация нейронов (J. Cheng, 2016).

В срочную защиту организма при действии стресс-факторов включается и адреналин, гормон мозгового слоя надпочечников, однако его вы-

деление не связано с функцией передней доли гипофиза. Синтез гормона осуществляется рефлекторным путем – через симпатическую нервную систему. В обычных условиях адаптация организма реализуется при участии коры головного мозга с одновременным вовлечением симпатической нервной системы, которая обладает адаптационно-трофическими функциями. Импульсы из высших отделов головного мозга через симпатическую нервную систему воздействуют на мозговое вещество надпочечников и стимулируют повышенное образование гормона тревоги – адреналина. Первым видимым признаком выброса адреналина в кровь является учащенное сердцебиение. Одновременно импульсы поступают в гипоталамус, стимулируя выделение АКГТ и кортикостероидных гормонов, уровень которых в крови при стрессе значительно больше.

Для осуществления стресс-реакций необходимы неповрежденные нервные пути, связывающие очаг воздействия стрессора с центральной нервной системой (J. Cheng, 2016).

Стадия тревоги, или стадия мобилизации, – первая кратковременно протекающая фаза стресса – представляет собой общую мобилизацию организма для противодействия отрицательным факторам среды. Установлено, что основная роль стадии тревоги в адаптационных реакциях заключается в мобилизации энергии, за счет которой восстанавливается нормальное состояние организма. Очень важную роль при этом играет центральная нервная система, координирующая действие соматомоторной, висцеромоторной и эндокринной систем. К соматомоторным рефлексам относятся изменения мышечного тонуса и питательные реакции, обеспечивающие уклонение и защиту от вредного агента. К висцеромоторным рефлексам относится активизация вегетативных центров, то есть симпатической нервной системы и блуждающего нерва. Благодаря этому изменяется тонус гладкой мускулатуры (прежде всего стенок кровеносных сосудов), повышается кровяное давление, ускоряется сокращение сердца. Стимуляция симпатической нервной системы усиливает выделение гормонов мозгового вещества надпочечников – адреналина и норадреналина. Адреналин первым мобилизует энергетические запасы путем расщепления гликогена. Одновременно извлекаются из жировой ткани карбоновые кислоты. И глюкоза, и карбоновые кислоты являются источником энергии. Во время реакции тревоги немедленно стимулируется гипоталамус, который начинает вырабатывать антидиуретический гормон, повышающий реабсорбцию воды из почечных канальцев, что способствует сохранению объема внутренней среды в условиях

развивающейся нагрузки. Красные кровяные тельца выбрасываются в кровяной поток, чтобы помочь системе дыхания поглощать кислород. У животного напрягаются мышцы, расширяются зрачки, сужаются кровеносные сосуды, бледнеет кожа. Клинико-физиологическим проявлением начинающейся адаптации являются изменения в деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем (учащение частоты работы сердца и дыхания.) Наряду с этим наблюдаются изменения температуры тела и наружных покровов, морфологического состава крови, функции желудочно-кишечного тракта, водно-солевого обмена, в частности, соотношения внутриклеточной и внеклеточной воды, и др.

Установлено, что различные воздействия, например холод, тепло, эмоциональное возбуждение, мышечная работа, токсические вещества и возбудители инфекции, вызывают выделение адреналокортикотропного гормона и глюкокортикоидов, что и дало основание называть совокупность всех этих реакций общим адаптационным синдромом.

Как при гомеостазе, так и при реакции тревоги речь идет о включении одних и тех же систем регуляции – нервной и гормональной. Вероятно, в обоих случаях речь идет о включении разных компонентов обеих систем и о различной интенсивности их участия. Поэтому между гомеостазом и реакцией тревоги нет четкой границы.

ФАЗА КОНТРОЛЛА представляет собой переходный этап к следующей стадии общего адаптационного синдрома стадии резистентности (stage of resistance). В стадию резистентности, или стадию усиленного сопротивления нагрузке, нормализуется обмен веществ в организме, выравниваются сдвиги, которые наступили при неблагоприятном воздействии стрессора. Наблюдается разжижение крови, нормализуется содержание клеток белой крови и кортикостероидных гормонов. Эта стадия характеризуется повышением общей неспецифической устойчивости организма, то есть устойчивости к другим раздражителям.

После адаптации организма к действующему фактору наблюдается невосприимчивость по отношению к другим стрессорам – так называемая перекрестная резистентность. Однако возможны и такие случаи, когда действие одного стрессора повышает чувствительность организма к действию другого и возникает перекрестная сенсбилизация, например, повышенная адаптация.

Стадия резистентности характеризуется перестройкой защитных систем организма, адаптацией к действию стрессора. Резистентность организма поднимается выше нормы не только к агенту, явившемуся

причиной стресса, но и к другим патогенным раздражителям. Это свидетельствует о неспецифичности стресс-реакций. В этой стадии устанавливаются новые межэндокринные взаимоотношения. Продолжается усиленная выработка адаптивных гормонов – катехоламинов, глюкокортикоидов, хотя уровень их секреции снижается по сравнению с первой стадией (А. Ш. Зайчик, А. П. Чурилов, 2001).

Во второй стадии физиологической адаптации содержание глюкокортикоидов (кортизола, кортикостерона), катехоламинов достигает наибольших величин, а минералокортикоида альдостерона остается сниженным, как и в начале адаптации; устойчиво повышается концентрация биогенных аминов в крови, надпочечниках, увеличивается количество адреналина, норадреналина, диоксифенилаланина. На фоне катаболической реакции глюкокортикоиды реализуют в печени синтез белков, ответственных за неоглюкогенез, трансаминирование и синтез белка из плазмы крови (Н. А. Юдаев, 1976; Г. Н. Кассиль, 1973). Накапливаются факты, позволяющие предположить, что такой эффект перераспределения структурных ресурсов в форме аминокислот и, возможно, нуклеотидов составляет характерную черту стресс-синдрома (Ф. З. Меерсон, 1981). По имеющимся данным, любое достаточное стрессорное воздействие вызывает активизацию синтеза белка и нуклеиновых кислот в большинстве или даже во всех органах и тканях. Организм приобретает свойство устойчивой адаптации. В последующем нормализуются и усиливаются функции симпатoadреналовой и вагоинсулярной систем, уровень гормонов в крови и тканях возвращается к исходным показателям. Характерным является не истощение организма, как это наблюдается при стрессе в третьей стадии, а восстановление жизнеспособности и биоэнергетики.

Стрессовые гормоны в зависимости от стадии развития стресса прежде всего оказывают регулирующее влияние на обмен органических веществ в организме животных, увеличивая образование легкоусвояемых и ценных в энергетическом отношении продуктов, таких как глюкоза, молочная и жирные кислоты. Повышение гормональных реакций при стрессе предотвращает нарушение гомеостаза в организме животных.

Определенная роль в становлении стресс-реакции принадлежит глюкагону, секреция которого повышается под влиянием катехоламинов. В то же время избыток катехоламинов тормозит продукцию другого гормона поджелудочной железы – инсулина. При стрессе закономерно

отмечается повышение уровня паратгормона, благодаря которому из костей мобилизуется кальций, являющийся универсальным стимулятором внутриклеточных процессов (Ф. З. Меерсон, 1973, 1981).

Также имеются исследования, в которых отмечено изменение окислительного статуса организма при воздействии стресс-факторов. Например, при тепловом стрессе, инициированном воздействием температуры воздуха 29 °С, статус в крови птиц резко уменьшается концентрация гормона Т₃ на фоне повышения уровня холестерина и глюкозы, что способствует функционированию антиоксидантных систем организма в границах физиологической нормы. Только при воздействии температуры воздуха, равной 33 °С, увеличивалось в плазме крови птиц содержание малонового альдегида, активность общей супероксиддисмутазы (СОД). Хотелось бы отметить, что острые и продолжительные тепловые нагрузки не влияли на уровень кортикостерона в организме птиц (J. Xie, 2015).

В то же время имеются работы, в которых, наоборот, в условиях теплового стресса у птиц отмечено повышение уровня кортикостерона, а также норадреналина и адреналина, выброс которых сдерживает секрецию и распространение стероидных и гонадотропных гормонов и тем самым регулирует физиологические процессы, имеющие основополагающее значение для стероидогенеза, развития и роста фолликулов и овуляции (A. Yakubu, 2007; Y. Song, 2009; O. M. Alabi, 2010).

Таким образом, состояние готовности организма к «чрезвычайной ситуации» характеризуется не только мобилизацией дыхания, кровообращения, но и значительным сужением сосудов органов брюшной полости и неактивных мышц при одновременном расширении сосудистого русла активных мышц (А. В. Вальдман, 1976). Эти данные свидетельствуют о том, что возникающий избыток кислорода, глюкозы, жирных кислот избирательно направляется в те системы, которые должны осуществить повышенную функцию. Эта неравномерность распределения энергетических ресурсов выступает в роли глюкокортикоидов, т. е. в мышечной, лимфоидной, соединительной ткани эти гормоны тормозят синтез белка и нуклеиновых кислот и активизируют распад белка, вследствие чего в крови возрастает уровень свободных аминокислот.

Стрессовая реакция у птиц проявляется различными физиологическими изменениями. Установлено, что после воздействия стресс-фактора наблюдается снижение массы фабрициевой сумки и тимуса, но увеличивается масса надпочечников. В то же время размеры селезенки остаются неизменными. Параллельно с имеющимися изменениями развиваются

признаки акцидентальной инволюции, свидетельствующие об угасании лимфоцитопоэза (А. А. Ибрагимов, В. А. Ибрагимов, 1990), что сопровождается усиленной миграцией и гибелью лимфоидных элементов. Мигрирующие лимфоциты оседают в костном мозге и стимулируют миелоцитопоэз (П. Д. Горизонтов, 1981). Имеет место расширение кровеносных сосудов кожи, сережек и гребешков (R. U. Khan, 2012).

Доказано, что при влиянии транспортного стресса в организме птиц снижается масса печени, селезенки и бурсы, а в периферической крови изменяется соотношение между гетерофилами и лимфоцитами за счет увеличения количества лимфоцитов (E. Matur, 2015).

По данным Г. Селье (1979), одним из постоянных признаков стрессового состояния у животных является наличие кровоизлияний и язв определенной локализации в желудочно-кишечном тракте. В желудке большей частью они обнаруживаются в привратниковой зоне, имея довольно редкие проявления в других его частях. Особенно сильные повреждения обнаруживаются в двенадцатиперстной кишке, остальные отделы тонкого кишечника не содержат кровоизлияний. Кровоизлияния обнаруживаются и в области перехода тонкого отдела кишечника в толстый, на слизистой оболочке слепой и прямой кишок. Объясняется локализация кровоизлияний в желудочно-кишечном тракте тем, что на него имеют непосредственное влияние реакции, происходящие в нервной системе организма при воздействии различных неблагоприятных факторов. Согласно данным Y. A. Attia (2009), при стрессе снижается секреция ферментов поджелудочной железы, таких как трипсин, химотрипсин и амилаза.

При воздействии теплового стресса у птиц наблюдается уменьшение массы кишечника на 22–23 % и на 19 % всасывающей поверхности ворсинок (A. J. Carlisle, 1992). Доказано наличие четкой взаимосвязи между степенью кишечных поражений, активностью мозга и уровнем кортикостерона в сыворотке крови у цыплят при тепловом стрессе (A. S. Calefi, 2016).

Однако высокая температура окружающей среды влияет также на эндокринную, репродуктивную системы и яйцекладку (I. Rozenboim, 2007).

По имеющимся исследованиям, в лейкоцитарной формуле крови животных при стрессе происходят, главным образом, изменения только у трех видов клеток: эозинофилов, лимфоцитов и нейтрофилов. Количество эозинофилов в крови при стрессе достаточно резко снижается. Как правило, при этом наблюдается снижение числа лимфоцитов и некото-

рое увеличение числа нейтрофилов. Однако характер данной реакции зависит от мощности и силы стрессора на организм. Сильные по своему характеру стрессы приводят к эозинопении, лимфопении или нейтрофилезу (П. Д. Горизонтов, 1983).

Согласно данным И. Р. Мазгарова (2005), при транспортном стрессе в организме крупного рогатого скота происходит перераспределение лимфоцитов в зобной железе (в корковом слое их уровень уменьшается, а в мозговом – увеличивается) и наблюдаются сдвиги в клеточном и биохимическом составе крови. Количество эритроцитов увеличивается на 5,3 %, лейкоцитов – на 3,9 %, гемоглобина – на 16 %, общего белка – на 7,6 %. Такие изменения в первую очередь свидетельствуют об обезвоживании организма. Наблюдаются изменения и в состоянии резистентности организма животных. Так, бактерицидная активность сыворотки крови после транспортировки уменьшается на 16,7 %, лизоцима – на 29,4 %, комплемента – на 3,7 ед/мл. В то же время имеет место увеличение бета-лизинов на 7 %. Следовательно, под влиянием стресс-факторов при транспортировке угнетаются как гуморальные, так и клеточные факторы неспецифического иммунитета.

При изучении гематологической картины кур после воздействия стресса было выявлено наличие атипичных клеток, имеющих отличительные цитоплазматические вакуоли, – клеток Мотовского (Mott cells). Они были обнаружены в качестве компонента лейкоцитоза, их наличие в крови сопоставляют с воздействием стресс-факторов (Р. F. Cotter, 2015).

Система крови играет важную роль в реализации эффектов стресса на организм животных за счет изменения пролиферации тучных клеток. Известно, что тучные клетки (мастоциты), представленные во всех органах и тканях, секретируют биологически активные вещества и за счет этого участвуют в адаптации организма. Кроме этого, тучные клетки влияют на процесс кроветворения, так наряду с макрофагами, играют важную роль в регуляции функции коры надпочечников, осуществляя централизованное действие реакции на стресс (Б. Г. Юшков, 2002). При иммобилизационном стрессе количество тучных клеток в костном мозге снижается. Однако имеются данные, что после иммобилизационного стресса у крыс тучные клетки осуществляли миграционные процессы в обратном направлении – из костного мозга и тимуса в периферические ткани и органы, в результате чего в печени количество тучных клеток увеличилось, что проявлялось выбросом в межклеточное пространство гистамина и кислых гликозаминогликанов, содержащихся в их

гранулах. Посредством такого механизма тучные клетки оказывают регулирующее влияние на кроветворные клетки на тканевом уровне (Б. Г. Юшков, 2002).

По исследованиям Р. F. Cotter (2015), соотношение гетерофилов и лимфоцитов – это не единственный показатель стресса в организме птиц. Например, при увеличении плотности посадки птиц в клетке было установлено повышение в периферической крови, как общего количества лейкоцитов, так и всех лейкоцитарных клеток, в том числе и атипичных, что впоследствии приводило к полимикробной бактериемии и фунгемии.

В последние годы для снижения потребления энергии птицефабрики начали переходить на альтернативные источники освещения (LED), заменяя простые лампы накаливания. Смена светового режима также может быть охарактеризована как стресс-фактор. Н. А. Olanrewaju, J. L. Purswell, S. D. Collier et. al. (2015) в своих исследованиях установили наличие взаимосвязи между различиями в спектральном распределении освещения и физиологическими показателями крови бройлеров. Авторы выяснили, что лампы нового поколения могут не только существенно снизить затраты на производство, но и не вызывают физиологического стресса.

Имеются данные, что внутриутробный стресс инициирует возникновение стрессорных реакций после рождения. При этом его последствия могут проявляться через поколения (В. О. Braastad, 1998; S. Kaiser, 2005). В частности, у птиц способ инкубации яиц оказывает влияние на уровень материнской заботы куриц. Доказано, что уровень кортикостерона в крови цыплят, полученных в инкубаторе выше, чем у цыплят, выведенных наседкой (I. C. G. Weaver, 2007). Кроме этого, при разведении кур инкубационным путем цыплята подвержены большему количеству стрессов, таких как транспортировка, влияние тепла и холода (М. С. Appleby, 2004).

Исследования различных видов животных показали, что поведенческие и эндокринные эффекты раннего стресса часто связаны с продолжительностью эпигенетических изменений в головном мозге (P. Jensen, 2013; L. Frésard, 2013).

Доказано, что ранний стресс может иметь долгосрочные фенотипические эффекты. Так, воздействие стресс-фактора на односуточных цыплят инициирует снижение ниже границ нормы тестостерона в крови. В организме петухов пониженный тестостерон замедляет половое созревание (М. Elfwing, 2015).

Результаты исследований свидетельствуют о том, что стрессирование цыплят в первые 7 дней жизни увеличивает функциональную активность

гипоталамус-гипофиз-надпочечниковой системы и симпатическую деятельность нервной системы, что приводит к долговременной дисфункции иммунных реакций (A. Borsoi, 2015).

Основываясь на приведенных выше данных, логично предположить, что транспортный стресс в анамнезе импортных цыплят, оказывает влияние на физиологические и биотехнологические показатели их потомства.

Таким образом, воздействие стресс-факторов возбуждает адренергические центры головного мозга, детерминирующие стресс и увеличивающие секрецию рилизинг-гормонов, которые активируют синтез тропных гормонов в гипофизе, выход кортикостероидов и катехоламинов из надпочечников. Данные гормоны обеспечивают протекание адаптивных реакций на уровне клеток органов и тканей посредством регуляции активности ферментов и, соответственно, скорости обменных процессов. Длительность стадии тревоги и ее переход в стадию резистентности определяет адаптационный потенциал организма животных.

1.5. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЯИЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КУР-НЕСУШЕК

В связи с интенсивной репродукцией половая система у птицы усиленно функционирует. Она оказывает определенное влияние на форму, функции других органов и систем, испытывая, соответственно, и их влияние (Л. Ю. Киселев, В. Н. Фатеев, 2005). У птицы действует только левый яичник. Специализация клеток половой системы происходит на первых стадиях развития зародыша. К моменту овуляции пол у птицы уже предопределен. Во время инкубации левый яичник и яйцевод будущих самок начинают развиваться быстрее, а правый прекращает расти. Например, у эмбрионов кур пол можно различить на 4–5-е сутки инкубации (Б. В. Балобин, 1998).

При удалении левого яичника в первые дни жизни правый становится семенником и может продуцировать сперму. Однако из-за отсутствия спермиопровода выделение спермы не происходит. При удалении левого яичника в более позднем возрасте правый яичник развивается, могут образовываться фолликулы и даже желтки, но формирование и выделение яйца невозможно. В случаях дегенерации яичника или семенника во взрослом состоянии курица или петух приобретают признаки противоположного пола, включая вторичные половые признаки (особенности оперения, формы гребня, голоса и другие) (В. Н. Бурдашкина, Н. В. Розенкова, 2004).

Рост яичника и яйцевода до периода полового созревания птицы идет медленно, а в период полового созревания – интенсивно. Если у курочки в возрасте 3 месяцев яйцевод и яичник имеют массу 0,3–0,5 г, то у 5-месячной масса этих органов колеблется в пределах 7–29 г, а после снесения первого яйца составляет 38–115 г (И. И. Кочиш, М. Г. Петраш, С. Б. Смирнов, 2004).

Во время яйцекладки яичник у несушек в 10–15 раз больше, чем в период покоя. У курицы в начале первого цикла яйцекладки яичник в 5–7 раз тяжелее, чем при линьке или при прекращении яйцекладки (А. П. Коноплева, 1987).

В яичнике птицы в фолликулярной зоне наружного (коркового) слоя расположено большое количество яйцеклеток. Каждая яйцеклетка находится в отдельном фолликуле, оболочка которого соединена со стромой яичника. Так, в яичнике диких кур и уток насчитывают до 500 видимых невооруженным глазом зачатков яиц – ооцитов; у яичных кур – около

3–4 тысяч, а при микроскопическом исследовании – до 12 тысяч. Чем больше таких зачатков, тем выше потенциальная яйценоскость птицы, но ни у диких, ни у домашних видов птицы она никогда полностью не реализуется. Задача ученых и практиков – до минимума сократить различия между потенциальной и реальной плодовитостью (Н. В. Розенкова, 2004).

Первичные фолликулы представляют собой по структуре яйцеклетку без желтка. Во вторичных фолликулах желток постепенно накапливается за счет питательных веществ, поступающих через кровеносную систему. Фолликулы увеличиваются не одновременно, а один за другим, достигая размера желтка яйца. У птицы, относящейся к породам, отличающимся высокой яйценоскостью, например у кур яичных пород и уток хаки-кемпбелл, в яичнике больше зрелых фолликулов, чем у одновозрастных с ними кур и уток мясных пород (В. Н. Бурдашкина, 2004).

Ооцит в организме птицы растет довольно медленно. Значительно ускоряется его развитие лишь за 9 дней до овуляции, причем в последние 6 дней диаметр ооцита увеличивается примерно в 5–6 раз. При нарушении условий кормления и содержания птицы быстро снижается скорость образования яиц, а следовательно, и яйценоскость (В. Ф. Каравашенко, 1986). Возможна даже дегенерация созревающих яйцеклеток. Восстановление нормального процесса формирования яиц и яйцекладки, наоборот, требует некоторого времени. Поэтому необходимо постоянно поддерживать оптимальные условия внешней среды, соответствующие требованиям организма птицы для сохранения высокой продуктивности (Ю. З. Буртов, Ю. С. Галдин, И. П. Кривопишин, 1980).

В процессе образования яйца по мере увеличения массы желтка относительное количество воды в нем уменьшается. Яйцо обогащается жирами, протеинами, минеральными веществами и витаминами (В. Фисинин, А. Л. Штеле, Г. Ерастов, 2008).

Окраска желтка в значительной степени обусловлена поступающими с кровью пигментами: каротиноидами, особенно ксантофиллом, и каротином. При скармливании птице кормов, богатых каротиноидами, окраска желтка более интенсивная. Каротин и криптоксантин действуют, как провитамин А. По окраске желтка можно судить о содержании в нем каротиноидов, следовательно, о витаминной ценности яйца, характеризующей его пищевые и инкубационные качества (Ю. З. Буртов, Ю. С. Галдин, И. П. Кривопишин, 1980).

Процессы роста яйца в яичнике находятся под влиянием гормональной деятельности организма и регулируются нервной системой. Иссле-

дованиями установлено, что ведущую роль в яйцеобразовании играет система «среда – рецепторы – кора головного мозга – гипоталамус – гипофиз – яичник – яйцевод». Гипоталамус при участии гипофиза регулирует температуру тела, количество воды и крови в тканях, расход углеводов, белков, жиров и минеральных солей, ритм сердца и состояние сосудов (А. А. Оножаев, 1984).

Введение в организм гормонов гипофиза способствует быстрому и одновременному увеличению размеров и массы нескольких яйцеклеток. Воздействие света и некоторых других факторов внешней среды стимулирует обмен веществ птицы, ускоряет образование желтков и, следовательно, яйценоскость (А. И. Ламакин, 1991).

Ритм работы гипоталамуса, секретирующего рилизинг-гормоны, в конечном счете определяет ритм формирования яиц и сезонную изменчивость яйценоскости. Аденогипофиз (передняя доля гипофиза) выделяет гормоны (фолликулостимулирующий, лютеинизирующий, пролактин, соматотропный, тиреотропный, адренкортикотропный), оказывающие наиболее активное влияние на деятельность половых желез. Нейрогипофиз (задняя доля гипофиза) выделяет три гормона (аргинин-вазотоксин, окситоцин и антидиуретин), влияющих на процесс яйцеобразования и снесения яиц (Я. Х. Туракулов, Т. П. Ташходжаева, 1986).

Кроме того, следует особо подчеркнуть, что под воздействием гормонов гипофиза яичник сам становится секреторным органом и выделяет свои гормоны (Н. П. Гончаров, 1995).

В последнюю фазу роста яйцеклетки на поверхности желтка под фолликулярной оболочкой формируется эластичная желточная оболочка, через которую питательные вещества продолжают поступать в яйцеклетку. Когда желток достигает в диаметре 35–40 мм, происходит овуляция. Желток освобождается из фолликула вследствие разрыва оболочки последнего вдоль белой линии, или рубчика (истонченная часть фолликулярной оболочки, обращенная в полость тела) (В. Н. Бурдашкина, Н. В. Розенкова, 2004).

После овуляции кровеносные сосуды фолликула сжимаются, приток крови значительно сокращается. Этим, по-видимому, изъясняется отсутствие кровотечения в овулировавшем фолликуле. В то же время происходят морфофизиологические изменения в кровеносной системе, ведущие к усилению кровоснабжения другого очередного фолликула, подготавливающегося к овуляции (В. Н. Бурдашкина, 2004; И. И. Кочиш, М. Г. Петраш, С. Б. Смирнов, 2004).

Под влиянием нейрогуморальных факторов овулировавшая яйцеклетка с большим запасом питательных веществ попадает в воронку яйцевода, прилегающую к яичнику. Здесь при наличии достаточного количества жизнеспособных спермиев происходит ее оплодотворение.

Яйцевод птицы представляет собой относительно длинную извилистую, очень эластичную трубку, передний конец которой открывается в полость тела вблизи яичника, а другой – в клоаку. Диаметр яйцевода при прохождении яйца увеличивается. Брыжейка, на которой подвешен яйцевод, допускает значительные его движения. В зависимости от физиологического состояния и продуктивности птицы размер и масса яйцевода сильно изменяются. Так, у несущейся курицы длина яйцевода около 15 см, во время интенсивной яйцекладки – 75 см и более, а ширина увеличивается от 0,5 до 10 см (И. И. Кочиш, М. Г. Петраш, С. Б. Смирнов, 2004).

В яйцеводе различают воронку, белковую часть, перешеек, матку и влагалище. У курицы, прекратившей яйцекладку, воронка, матка и влагалище уменьшаются в 2,5–3,5 раза, а белковая часть – в 6 раз (Б. Ф. Бесарабов, 2010).

Стенка яйцевода состоит из наружной серозной оболочки, продольных мышц; соединительной ткани с большим количеством кровеносных сосудов; кольцевых мышц; слизистой оболочки (с интенсивно развитыми кровеносными сосудами и железами), образующей мелкие и большие складки. Слизистая оболочка покрыта реснитчатым эпителием. Секреторную функцию яйцевода выполняют клетки эпителия и трубчатых желез слизистой оболочки (Г. А. Бобылева, 2005).

За счет перистальтических движений стенок яйцевода и их складчатости яйцо совершает вращательное движение вдоль продольной оси. Вокруг желтка яйца прежде всего наслаивается наружный плотный белок, состоящий из тончайшей сети волокон муцина. Плотный белок у острого и тупого концов яйца образует спиралеобразные градинки (халазы), которые удерживают желток в центре яйца. При дальнейшем движении яйца по яйцеводу появляется слой среднего плотного белка. Между ними постепенно накапливается внутренний жидкий белок из секрета трубчатых желез слизистой оболочки яйцевода. Вращение яйца приводит к выделению жидкого белка внутрь плотного (В. Н. Бурдашкина, Н. В. Розенкова, 2004).

В белковом отделе яйцевода образуется 40–50 % белка, а остальная часть секретуруется в першейке и матке.

В перешейке яйцевода формируются белковая и подскорлупная оболочки, состоящие в основном из белка, выделяемого железами этой части яйцевода. Кроме того, в яйцо продолжают поступать растворимые в воде неорганические вещества (Б. В. Балобин, 1998).

В матке яйцевода образуется скорлупа, следовательно, выделяется большое количество минеральных веществ, главным образом кальция (около 5 г за 20 ч) и фосфора. Перед яйцекладкой и во время ее, содержание кальция в крови несушек возрастает в 2–3 раза; увеличивается и количество фосфора. При недостатке кальция в корме организм птицы мобилизует его из костяка. Если этого оказывается недостаточно, то птица несет яйца без скорлупы («литые яйца»). В результате нарушения обмена веществ яйцекладка может прекратиться (А. Л. Штеле, 1980).

При образовании скорлупы сначала на поверхности яйца появляются лишь отдельные отложения кальция, которые постепенно увеличиваются. Среди них находятся небольшие количества органических веществ в основном белкового характера. Это способствует образованию сосочкового слоя скорлупы. Основание каждого сосочка связано с подскорлупной оболочкой. Сосочки постепенно увеличиваются, боковые стенки их соприкасаются друг с другом, но между ними остаются небольшие поры, через которые в яйцо проникает воздух. Железами передней части матки выделяется протеин, который в виде волокон располагается на сосочковом слое матки (И. И. Кочиш, М. Г. Петраш, С. Б. Смирнов, 2004).

Пространство между сетью протеиновых волокон заполняется кристаллами выделяющихся солей кальция, что в итоге приводит к образованию плотного и крепкого губчатого слоя скорлупы. Причем губчатая структура слоя становится видной лишь при удалении солей кальция (В. Н. Бурдашкина, Н. В. Розенкова, 2004).

Готовое к снесению яйцо через влагалище выталкивается наружу, проходя по яйцеводу, формирующееся яйцо растягивает стенки яйцевода, создавая этим биоэлектрический потенциал, стимулирующий синтез простагландинов, которые вместе с аргинин-вазотоцином и прогестероном вызывают сокращение гладкой мускулатуры яйцевода и перемещение образующегося яйца на новый участок полового пути (И. И. Кочиш, М. Г. Петраш, С. Б. Смирнов, 2004).

Скорость формирования яйца у птицы разных видов, а также у низко- и высокопродуктивных особей различна. У высокопродуктивных, ежедневно несущихся кур средняя продолжительность формирования яйца составляет 24–25 часов. У хороших несушек примерно через

30–40 минут после снесения яйца наступает новая овуляция, которая проходит в основном в период от 6 до 15 часов дня (Б. В. Балобин, 1998).

Отмечена возможность формирования нормальных яиц у кур за 18–21 час. Путем селекции удалось уменьшить срок формирования яиц на 3 часа 53 минуты. Наследуемость энного признака высокая (0,66–0,75), но быстро уменьшающаяся с возрастом птицы (Г. Соловьева, Д. Жилиянов, 2009).

Сокращение времени образования яйца в яйцеводе связано в основном с более ранним началом формирования скорлупы и большей скоростью ее минерализации, которая определяется интенсивностью обмена кальция в организме и содержанием его в крови. Уровень кальция в сыворотке крови у высокопродуктивных несушек составляет 24–26 мг/% (Ю. З. Буртов, Ю. С. Галдин, И. П. Кривопишин, 1990).

Установлено, что чем меньше времени затрачивает несушка на формирование яйца, тем длиннее у нее циклы (серии) яйценоскости (А. Л. Штеле, 1980).

Циклом яйценоскости называют число яиц, снесенных несушкой без интервала, то есть подряд. Длина циклов – наследуемая особенность птицы. Циклы могут составлять от одного до нескольких десятков яиц. Между циклами образуются интервалы, выражаемые числом непродуктивных дней. Длинные циклы с короткими интервалами характеризуют хороших несушек, короткие циклы с длинными интервалами – плохих. Во время длинных циклов снесение яиц происходит почти в одни и те же часы, за исключением нескольких дней в начале и в конце цикла. Отмечены случаи снесения курицей двух яиц в сутки (А. И. Ламакин, 1991).

В практике и племенного, и промышленного птицеводства принято использовать кур в течение 52 недель продуктивного периода или 70 недель жизни (А. Л. Штеле, 2011). Оценка яйценоскости на начальное поголовье кур позволяет контролировать сохранность птицы. Для современных яичных кроссов характерны сходные показатели яичной продуктивности кур (Б. Ф. Бессарабов, 2005). У белых и коричневых молодых курочек возраст половой зрелости и достижения 50-процентной яйценоскости практически одинаковы, так же как яйценоскость и масса яиц.

Постоянное давление селекции на увеличение яичной продуктивности сопряжено со снижением живой массы птицы. В определенной мере эти показатели нивелируются в селекционных программах компаний (и фирм), а в племенных хозяйствах ограничиваются яйценоскость

и масса яиц прародительских и родительских линий. Это позволяет поддерживать высокую яичную продуктивность при скрещивании линий у гибридных кур промышленного стада. Сегодня формирование яичной продуктивности кур во многом определяется строго контролируемой живой массой. От суточного возраста до завершения продуктивного периода заданная живая масса стала главным показателем роста, развития и физиологического состояния организма птицы (А. Л. Штеле, 2011).

Таким образом, куриное яйцо как биологический объект и натуральный продукт питания имеет присущие ему морфологические признаки (строение), физико-химические свойства и биохимический состав (Б. Ф. Бессарабов, 2005). Биологически полноценное яйцо включает зрелую яйцеклетку (половую гамету) на поверхности желтка и многослойный белок в прочной скорлупе (А. Л. Штеле, 2011). При сбалансированном кормлении кур в полноценном яйце содержатся белки (незаменимые аминокислоты), липиды и жирные кислоты, незначительно (около 1%) углеводы, витамины и микроэлементы, другие биологически активные вещества (В. Ф. Каравашенко (1986), С. Буров, И. Контарев, А. Бочков, 2009).

1.6. ВЛИЯНИЕ ТИРЕОИДНОГО ФОНА НА ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА ЖИВОТНЫХ И ПТИЦ

Тиреоидный фон в организме животных обусловлен влиянием гормонов щитовидной железы.

Гормоны щитовидной железы у птиц, так же как и у млекопитающих, стимулируют рост и развитие (О. Т. Фойе, Z. Uni, J. P. McMurtry, P. R. Ferket, 2006).

Гормоны присутствуют в сыворотке крови как в свободной, так и в связанной формах, при этом гормональной активностью обладают только свободные Т₄ и Т₃, их доля в периферической крови очень мала: свободного Т₄ – 0,09, Т₃ – 0,3 % от их общего содержания в сыворотке крови (Я. Х. Туракулов, 1992). Основное количество Т₄ и Т₃ прочно связано с транспортными белками и прежде всего с тироксинсвязывающим глобулином, на долю которого приходится 75 % связанного Т₄ и более 80 % связанного Т₃ (Д. Т. Кригер, 1985; А. И. Кубарко, S. Vamashita, 1998). Единственным источником Т₄ служит щитовидная железа: за сутки секретируется 90–110 мкг Т₄ и 5–10 мг Т₃ (Л. Г. Лейбсон, 1981). Эти гормоны участвуют во многих метаболических процессах, обеспечивающих жизнедеятельность животных, рост, развитие и в конечном счете продуктивность, качество продукции.

Тиреоидные гормоны увеличивают метаболическую активность практически всех тканей организма. На фоне повышенной секреции гормонов уровень основного обмена может возрасти на 60–100 %. Резко возрастает использование различных веществ в энергетических процессах. В то же время, несмотря на стимуляцию тиреоидными гормонами синтеза белка, скорость его распада также увеличивается. Отмечено существенное увеличение скорости роста и продуктивности у животных (Д. Т. Кригер, 1985).

По мнению С. В. Булатова, Л. Н. Марвина, А. А. Рудных (2000), клеточные и молекулярные механизмы, используемые щитовидной железой для биосинтеза, накопления и секреции тиреоидных гормонов в течение прошлых 3–4 десятилетий, изучены достаточно полно благодаря объединенным усилиям большого числа исследователей. Подробности этих исследований содержатся в ряде исчерпывающих обзоров.

Основными тиреоидными гормонами являются йодтиронины – тетраiodтиронин (тироксин, Т₄) и 3,5,3-триiodтиронин (Т₃), которые образуются из йодированных тирозиновых предшественников. Они состоят

из йодтирозина (моно- или дийодированного) и йодированного фенольного кольца, объединенных 4,1-эфирной связью. Эти два йодтиронина вместе с йодтирозиновыми предшественниками составляют примерно 90 % органического или белковосвязанного йода в щитовидной железе, причем на долю Т₄ и Т₃ приходится 99 % секретлируемого органического йода. Процессы образования и секреции тиреоидных гормонов включают несколько этапов, часть которых отличается своеобразием и характерна только для щитовидной железы (Н. П. Гончаров, 1995).

Главными веществами, используемыми в синтезе тиреоидных гормонов, являются йод и тирозин. Щитовидная железа отличается высокоэффективным механизмом захвата йода из крови, а в качестве источника тирозина она синтезирует и использует крупный гликопротеин – тироглобулин. Если тирозин в организме содержится в большом количестве и поступает как из пищевых продуктов, так и из распадающихся эндогенных белков, то йод присутствует лишь в ограниченном количестве и поступает только из пищевых продуктов. Йод всасывается из кишечника в форме йодида и в этой форме циркулирует в крови в свободном (несвязанном) состоянии (А. А. Оножаев, 1984).

Секреция тиреоидных гормонов – процесс, происходящий в ответ на метаболические потребности и опосредуемый действием тиротропного гормона (ТТГ) на тиреоидные клетки, – предполагает высвобождение гормонов из тироглобулина. Это происходит на апикальной мембране путем поглощения коллоида, содержащего тироглобулин (процесс, известный под названием эндоцитоза). Тироглобулин затем гидролизует в клетке под влиянием протеаз, а высвобождаемые таким образом тиреоидные гормоны выделяются в циркулирующую кровь (Е. Г. Матвиенко, В. Ф. Горобец, В. А. Цыпляева, 1987).

Продуктивность птиц самым непосредственным образом зависит от работы щитовидной железы, которая представляет собой орган, состоящий из двух обособленных долей.

Она расположена вентрально при входе в грудную полость между артерией каротис и трахеей. Нормальная ее величина – с булавочную головку. В результате того, что грудная кость и мускулатура закрывают щитовидную железу, ее невозможно пропальпировать. Активность щитовидной железы взаимосвязана с гормонами гипофиза (А. И. Кубарко, 1998).

Гормоны, вырабатываемые щитовидной железой, влияют на образование тепла, на окислительные процессы в тканях, на различные виды

обмена (В. М. Кретьова, В. И. Еременко, 2007). Но главное – эта железа влияет на продуктивность кур-несушек.

По мнению Н. П. Гончарова (1995), низкая температура вызывает усиление функции этой железы, что вызывает частичную линьку и снижает продуктивность. Линька – это периодическая смена оперения и структурных элементов эпидермиса кожи. Она включает в себя полное отмирание и выпадение старого пера и отрастание нового. В ходе линьки происходят утилизация и выведение из организма балластных веществ, которые накопились; утилизация жировых запасов, повышение активности надпочечников, гормонов щитовидной железы трийодтиронина (Т₃) и тироксина (Т₄), понижение активности половых желез, лютеинизирующего гормона (ЛН), прекращение функций репродуктивных органов, повышение уровня соматотропного гормона в крови и тканях. Такие изменения приводят к повышению у кур скорости обменных процессов, ускорению синтеза белка, необходимого для роста нового пера и производства яиц.

Как известно, при гипотиреозе – заболевании, обусловленном сниженной функцией щитовидной железы, у людей возникают психические расстройства. Возникают они и у птиц – это усугубляет состояние больной птицы, тем самым снижая ее продуктивность.

Таким образом, тиреоидные гормоны Т₃ и Т₄ участвуют в ряде физиологических процессов, включая регуляцию теплопродукции, мобилизацию запасов гликогена, рост мышц эмбриона, и влияют на продуктивность птиц (К. Nobikuni, К. О. Koga, Н. Nishiyama, 1989; J. W. Lu, J. P. McMurtry, С. N. Coon, 2007).

1.7. СОСТАВ И ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ЯИЦ

Одним из основных продуктов птицеводства является яйцо. Большое разнообразие питательных веществ, содержащихся в яйце, делает его ценным питательным продуктом. Оно способствует поддержанию здоровья взрослого человека, усиливает рост и развитие детей, играет важную роль при лечении многих расстройств питания, включая витаминную недостаточность и различные виды малокровия (Г. А. Бобылева, 2005). Ценность яиц в том, что в них содержатся полноценные белки и жиры, минеральные соли, витамины, а также биологически ценные вещества.

Энергетическая ценность яйца служит своего рода эталоном перед другими продуктами питания (А. Л. Штеле, 2011). Она представлена 150 ккал (12,5 г белков, 10,05 г жиров, 1,22 г углеводов).

Яйцо представляет собой яйцеклетку, окруженную желтком и белком с их оболочками и скорлупой (В. Щербатов, Л. Сидоренко, Т. Пахомова, 2005). При содержании без самца птица несет яйца с неоплодотворенной яйцеклеткой, которые по пищевым достоинствам не отличаются от оплодотворенных.

Соотношение белка, желтка и скорлупы зависит от генетических особенностей птицы, вида, возраста, породы и продуктивности, условий содержания и кормления (А. А. Старшков, 1978).

В яйцах кур содержится 6 весовых частей белка (54–60 %), 3 желтка (28–32 %) и 1 часть скорлупы (11–14 %). В яйцах молодых кур содержится меньше желтка и больше белка, а с возрастом масса желтка увеличивается.

Основную массу съедобной части яйца составляет белок. Он состоит из 4 неоднородных по плотности слоев: наружного жидкого – 23 %, наружного плотного – 57 %, внутреннего жидкого – 17 % и внутреннего плотного – 3 % (А. Л. Штеле, 2011).

В наружном и внутреннем жидком белке почти нет волокон муцина, тогда как в среднем плотном они составляют его основу в виде переплетающейся ячеистой сети, заполненной жидким белком. Градиновый слой состоит из густого белка коллагена, лежащего непосредственно на поверхности желточной оболочки и заканчивающегося закрученными тяжами – градинками. Содержание плотного белка принято считать одним из основных показателей качества яиц, так как по мере хранения количество его уменьшается (Г. А. Бобылева, 2005).

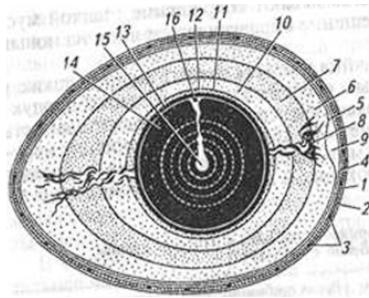


Рис. 1. Строение куриного яйца (А. Л. Штеле, 2011):

1 – надскорлупная оболочка; 2 – скорлупа; 3 – поры; 4 – подскорлупная оболочка; 5 – белковая оболочка; 6 – наружный слой жидкого белка; 7 – наружный слой плотного белка; 8 – градинки; 9 – воздушная камера; 10 – внутренний слой жидкого белка; 11 – внутренний слой плотного белка; 12 – желточная оболочка; 13 – светлый слой желтка; 14 – темный слой желтка; 15 – латекра; 16 – зародышевый диск

При хранении яиц белок постепенно разжижается и становится водянистым.

Белок заключен в белочную оболочку, которая плотно прилегает к подскорлупной оболочке и только в области тупого конца яйца эти оболочки расходятся, образуя воздушную камеру.

Наиболее важная часть в пищевом отношении – желток (С. Буров, И. Контарев, А. Бочков, 2009). Это густая масса, заключенная в тонкую прозрачную оболочку. Желток представляет собой шар неправильной формы и удерживается в центре яйца градинками, которые с одной стороны прикреплены к поверхности желтка, а с другой переплетены с волокнами в белке. На поверхности желтка находится зародышевый диск, представляющий собой небольшое белковое пятно диаметром 3–5 мм.

Цвет желтка может быть от бледно-желтого до темно-оранжевого, что обусловлено содержанием в нем каротиноидов, поступающих в организм с кормами (С. Буров, 2009).

Желток состоит из чередующихся темно-желтых и светло-желтых слоев. В центре желтка расположена более светлая латекра.

Скорлупа – известковая оболочка, которая состоит из двух слоев: внутреннего, или сосочкового, составляющего одну треть скорлупы, и наружного, или губчатого. Толщина скорлупы колеблется от 0,311 до 1,588 мм и зависит от вида птицы. Скорлупа пронизана многочисленными порами (И. И. Кочиш, М. Г. Петраш, С. Б. Смирнов, 2004).

Скорлупа предохраняет содержимое яйца от повреждений и служит источником минеральных веществ, которые расходуются на образование скелета (Г. А. Бобылева, 2005).

Цвет скорлупы зависит от вида и породы птицы. У кур яичных пород она белая, у мясных имеет различные оттенки – от соломенно-желтого до коричневого (А. А. Усов, 2005).

Поверхность скорлупы покрыта надскорлупной оболочкой (кутикулой), состоит из муцина, который обволакивает яйцо при выходе его из половых органов птицы. Кутикула играет роль своеобразного бактериального фильтра для яйца. В процессе хранения кутикула разрушается, а поверхность яйца по мере старения становится блестящей.

Вещества, которые входят в состав яйца, обладают высокой пищевой и биологической ценностью (И. И. Кочиш, М. Г. Петраш, С. Б. Смирнов, 2004).

Пищевая ценность яиц сельскохозяйственной птицы получает высокую оценку специалистов и потребителей, а яйца кур относят к диетическим продуктам (Б. Ф. Бессарабов, Н. П. Мишуров, А. А. Усов, 2005). В первую очередь это основывается на содержании и высокой усвояемости их белков и аминокислот. Усвояемость белков яиц является наиболее высокой – 94 %. В то время как усвояемость белков молока равна 85 %, свинины – 74 %, говядины – 69 %. Хотя в яйце много полноценных белков, было бы не совсем объективным считать, что оно является лишь сугубо белковым продуктом. Яйца считаются также очень хорошим натуральным источником высокоценных жиров (в том числе и ненасыщенных жирных кислот), витаминов и минеральных веществ, в значительной степени обеспечивающих ежедневную потребность человека (А. Л. Штеле, 2011). Употребление одного яйца покрывает суточную потребность взрослого человека в протеине на 10 %, витаминах и микроэлементах: рибофлавине – на 15 %, В12 – 8 %, А – 6 %, фолиевой кислоте (В6) – 4 %, Е – 3 %, тиамине – 2 %, цинке и железе – 4 %, селене – 10 %.

Липиды (жиры) яйца представлены фосфолипидами и триглицеридами в количестве около 13 г на 100 г желтка. Таким образом, липиды и протеины цельного яйца располагаются примерно в равных пропорциях, что обеспечивает комплексность этих важных для человеческого организма пищевых веществ. В состав яичных липидов входят полиненасыщенные и мононенасыщенные жирные кислоты, а также холестерин и лецитин, которые располагаются в наиболее благоприятной пропорции – 6 : 1 (А. Л. Штеле, 2011).

Витамины в яйце представлены жирорастворимыми и водорастворимыми витаминами, причем в желтке содержатся только жирорастворимые витамины. Желток богат витаминами А, Е, К, D и его провитамином. Состав витаминов колеблется в зависимости от времени года и качества питания птиц (В. Щербатов, Л. Сидоренко, Т. Пахомова, 2005).

Минеральный состав съедобной части яйца представляют фосфор, сера, калий, натрий, магний, кальций, встречаются также йод, медь, цинк, железо, марганец. Процент усвоения кальция и железа весьма высок.

Содержание воды в цельном яйце составляет 73–75 %, калорийность 100 г съедобной части – 657,5–816,7 кДж (158–195 ккал) (Б. Ф. Бессарабов, Н. П. Мишуров, А. А. Усов, 2005).

Исследования последних лет убедительно свидетельствуют о том, что количество потребляемых яиц не имеет прямой связи с уровнем холестерина в крови. Яйца даже полезны для поддержания сердечной деятельности благодаря присутствию в них лецитина, который препятствует накоплению холестерина в организме человека. По последним данным экспертов по питанию человеку рекомендуется употреблять 12–14 яиц в неделю (И. И. Кочиш, М. Г. Петраш, С. Б. Смирнов, 2004).

Таким образом, яйцо птицы имеет сложное строение. Размер, масса, морфологические признаки, химический состав и физические свойства яйца зависят от генетических особенностей птицы (вида, породы, линии, кросса), возраста, условий содержания и кормления.

Качество яйца и продуктивность птиц самым непосредственным образом зависит от работы щитовидной железы. Гормоны щитовидной железы – тироксин, трийодтиронин и тиреотропный гормон – влияют на ряд физиологических процессов, происходящих в организме птиц: на обменные процессы, образование тепла и энергии, рост и развитие.

Таким образом, приведенные выше литературные данные свидетельствуют, что достаточно хорошо изучены биологические особенности спицы и процессы эмбрионального развития цыплят, регуляция биологических и продуктивных качеств несушек за счет включения в состав рационов кормления различных биологически активных веществ. Однако процессы нейрогуморальной регуляции как обменных процессов при стрессе, так и продуктивных качеств кур мало изучены.

Глава 2

ВЛИЯНИЕ СТРЕССА НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЦЫПЛЯТ РАЗНОЙ СЕЛЕКЦИИ

.....

Объектом исследования служили 40-суточные цыплята (♀) кросса Ломан Уайт и куры-несушки разного возраста (периода яйценоскости), принадлежащие ОАО «Челябинская птицефабрика». Птицу подбирали в группы по принципу аналогов с учетом происхождения, живой массы, пола и клинического состояния; до начала эксперимента выдерживали в условиях вивария в течение 2 недель, поддерживая условия содержания в соответствии с технологией выращивания кросса.

В ходе экспериментальной работы было выполнено 2 серии исследований с цыплятами:

I СЕРИЯ – изучение адаптационных возможностей организма двухлинейных цыплят.

В качестве объекта исследований использовали 40-суточных курочек (♀CD), генотип которых был сформирован при сочетании линий С и D кур породы белый леггорн. Цыплята в суточном возрасте были завезены на птицефабрику из Германии фирмой Lohmann Tierzucht, поэтому подвергнуты длительному транспортному стрессу, включающему авиационный перелет, автомобильную транспортировку с последующей пересадкой в птичник.

II СЕРИЯ – оценка адаптационных резервов организма четырехлинейных цыплят кросса Ломан Уайт, полученных в условиях птицефабрики.

В данной серии эксперимента объектом исследований служили 40-суточные курочки (♀ABCD) финального гибрида. Генотип птиц был сформирован при сочетании четырех линий (А, В, С, D) кур породы белый леггорн. Курочки являлись потомками птиц, ввезенных на птицефабрику из-за рубежа.

2.1. ХАРАКТЕРИСТИКА КРОССА ЛОМАН УАЙТ

Кросс Ломан Уайт (Ломан LSL) является четырехлинейным, он селекционирован фирмой Lohmann Tierzucht (Германия) на основе сочетания линий породы кур белый леггорн. Схема селекции кросса имеет следующий вид:

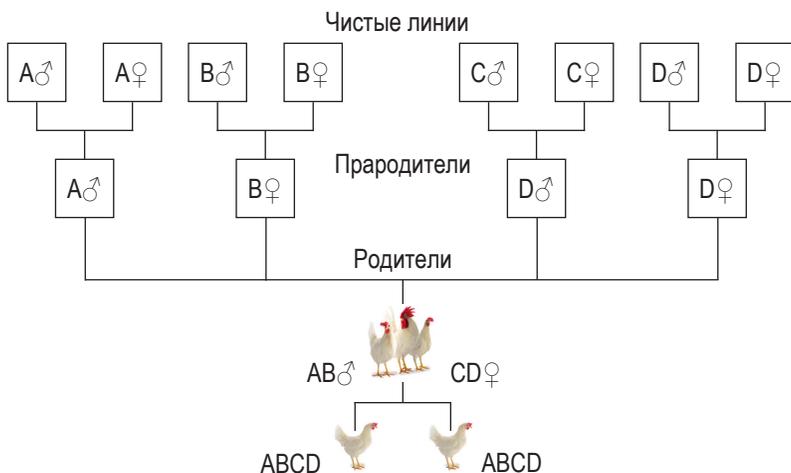


Рис. 2. Схема селекции кросса Ломан Уайт

Кросс Ломан Уайт обладает высоким генетическим потенциалом продуктивности: 302–312 яиц на начальную несушку за 72 недели жизни, выходом яичной массы 21,2–22,2 кг и конверсией корма на килограмм яичной массы 20,0–2,2 кг (С. М. Чемезов, 2004).

Куры финального гибрида обладают высоким гетерозисом. У четырехлинейных гибридов (ABCD) листовидный гребень, плотное белое оперение. Крылья широкие, небольшие, плотно прилегающие. Грудь выпуклая, ноги крепкие, желтые. Птица обладает крепкой конституцией. Выживаемость птицы в период выращивания составляет 97–98 %.

Для получения финального гибрида на птицефабрику завозятся двухлинейные родительские формы (AB♂ и ♀CD) в 1-суточном возрасте из Германии. Согласно паспорту кросса, выживаемость кур родительского стада в период выращивания составляет 96–98 %.

В нашей работе в I серии эксперимента был изучен адаптационный потенциал двухлинейных курочек (♀CD), а во II серии – четырехлинейных (♀ABCD) по стресс-реакции, инициированной шуттелированием.

2.2. ПОКАЗАТЕЛИ ЛЕЙКОГРАММЫ ЦЫПЛЯТ И ЛЕЙКОЦИТАРНЫЕ ИНДЕКСЫ КАК ИНДИКАТОР АДАПТАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ОРГАНИЗМА ЦЫПЛЯТ

Комплекс реакций, возникающих в живом организме в ответ на воздействие дестабилизирующих факторов, направленный на их нейтрализацию и сохранение гомеостаза, протекает стадийно и назван адаптацией (Ф. З. Меерсон, 1981). Общепризнанными методами исследования адаптационных реакций у животных и птиц является анализ лейкоцитов крови. Поэтому их часто используют для диагностики стресса и характеристики адаптационных процессов (Л. Х. Гаркави, 2006; Л. К. Бусловская, А. Ю. Ковтуненко, 2009; Л. К. Бусловская, А. Ю. Ковтуненко, Е. Ю. Беляева, 2010; М. А. Дерхо, Т. И. Середа, О. А. Хижнева, 2014). Основанием для этого является то, что морфологический состав крови отражает состояние организма животных и птиц, так как взаимосвязан с большинством гомеостатических функций. Поэтому по динамике лейкоцитарных клеток можно судить о степени напряженности каждой из фаз общего адаптационного синдрома («срочная адаптация», «долгосрочная адаптация») (Л. К. Бусловская, А. Ю. Ковтуненко, 2009; В. А. Лукичева, 2009; М. А. Дерхо, Т. И. Середа, О. А. Хижнева, 2014; В. В. Пономаренко, А. В. Мифтахутдинов, 2015). При этом под «срочной адаптацией» организма понимают стресс-реакцию, обеспечивающую его жизнедеятельность в условиях действия стрессора, ее длительность взаимосвязана с его адаптационным потенциалом (И. Л. Цветков, 2009), так как в ходе ее развития протекают физиологические и биохимические процессы, обеспечивающие мобилизацию пластических и энергетических резервов.

Считается, что система крови и ее клеточный состав являются одним из факторов врожденной устойчивости организма к стрессам, так как он очень быстро изменяется в условиях реализации стресс-реакции (Л. Х. Гаркави, 2006; И. Л. Цветков, 2009). В связи с этим нами изучены особенности изменений лейкоцитарного состава крови у курочек в I и II сериях эксперимента в ходе развития стресс-реакции.

Мы установили, что до стресса у двухлинейных (I серия эксперимента) и четырехлинейных цыплят (II серия эксперимента) параметры лейкограммы соответствовали границам нормы, что отражало физиологический уровень общей резистентности организма. Однако в кровеносном русле курочек, полученных на птицефабрике, количество лейкоцитов составило $27,10 \pm 0,93 \cdot 10^9/\text{л}$, базофилов, эозинофилов, сегментоядер-

ных псевдоэозинофилов, лимфоцитов и моноцитов – соответственно $1,20 \pm 0,37$; $7,20 \pm 0,37$; $30,40 \pm 0,93$; $54,80 \pm 0,97$ и $6,40 \pm 0,68$ %. В крови двухлинейных птиц, ввезенных на птицефабрику из Германии, число лейкоцитов было равно $23,10 \pm 1,02 \cdot 10^9/\text{л}$, эозинофилов – $4,00 \pm 0,71$ %, сегментоядерных псевдоэозинофилов – $27,40 \pm 0,97$ %, лимфоцитов – $56,80 \pm 1,07$ %, моноцитов – $9,20 \pm 0,38$ % (таблица 1).

Анализ параметров лейкограммы позволил констатировать, что у курочек, ввезенных из-за рубежа, по сравнению с цыплятами, полученными на птицефабрике, общая резистентность организма складывалась за счет преобладания в лейкограмме лимфоцитов и моноцитов, то есть клеток, участвующих в функционировании факторов специфического иммунитета. Наоборот, в лейкограмме четырехлинейных курочек по сравнению с двухлинейными, доминировали эозинофилы и сегментоядерные псевдоэозинофилы, определяющие уровень неспецифической резистентности организма.

Реакция организма цыплят на шуттелирование проявлялась в виде развития стресс-реакции, соответствующей в общем адаптационном синдроме этапу срочной адаптации. Наши результаты согласуются с данными Л. К. Бусловской, А. Ю. Ковтуненко (2009), Л. К. Бусловской, А. Ю. Ковтуненко, Е. Ю. Беляевой (2010), которые тоже отмечали развитие стресс-реакции у кур при вибрационном воздействии с частотой колебаний 140 и 160 в минуту.

Формирование стресс-реакции сопровождалось сдвигами в клеточном составе крови, которые были типичны для действия любого стресс-фактора. Согласно Л. И. Зеличенко, Г. В. Порядину (2009), однотипность изменений лейкоцитарного состава крови при стрессе сопряжена с гиперпродукцией глюкокортикоидных гормонов, которые подавляют иммунные реакции и регулируют продукцию колониестимулирующих факторов клетками иммунной системы и макрофагами.

Так, у цыплят II серии эксперимента сразу и через 1 час после моделированного стресса (таблица 1) повышалось общее количество лейкоцитов на $13,35$ – $20,14$ % ($p < 0,05$). В лейкограмме было отмечено по сравнению с фоном уменьшение числа эозинофилов и лимфоцитов соответственно на $30,55$ – $38,88$ % ($p < 0,001$) на $13,14$ – $13,58$ % ($p < 0,001$) на фоне увеличения процентной доли базофилов ($16,66$ – $66,66$ %), моноцитов ($12,50$ – $15,60$ %) и сегментоядерных псевдоэозинофилов (на $27,63$ %). При этом максимальные изменения наблюдались через 1 час после действия стресс-фактора.

Таблица 1

Лейкограмма цыплят (n = 5), X ± Sx

Показатели	Серия эксперимента	Фон (до стресса)	После шутелирования			
			Сразу	Через 1 час	Через 4 часа	Через 24 часа
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	I	23,10 ± 1,02	26,86 ± 0,83*	27,20 ± 0,73*	28,20 ± 0,73***	29,20 ± 0,86***
	II	27,10 ± 0,93	30,72 ± 0,88*	32,56 ± 0,58*	29,70 ± 0,61	28,84 ± 0,65
Базофилы, %	I	2,60 ± 0,24	2,20 ± 0,37	1,80 ± 0,20	1,20 ± 0,37*	1,20 ± 0,20**
	II	1,20 ± 0,37	2,00 ± 0,32	1,40 ± 0,30	0,80 ± 0,20	1,00 ± 0,32
Эозинофилы, %	I	4,00 ± 0,71	5,60 ± 0,60	4,00 ± 0,45	3,40 ± 0,24	3,20 ± 0,37
	II	7,20 ± 0,37	4,40 ± 0,40***	5,00 ± 0,32***	5,80 ± 0,48	6,20 ± 0,37
Сегментные псевдоэозинофилы, %	I	27,40 ± 0,97	28,60 ± 0,51	29,80 ± 0,58	34,20 ± 0,73***	38,20 ± 1,24***
	II	30,40 ± 0,93	38,80 ± 0,86***	38,80 ± 0,73***	36,60 ± 0,75***	33,80 ± 0,73*
Лимфоциты, %	I	56,80 ± 1,07	56,00 ± 0,84	55,80 ± 1,35	50,80 ± 0,96***	47,20 ± 1,36***
	II	54,80 ± 0,97	47,40 ± 1,29***	47,60 ± 1,32***	50,80 ± 0,86*	52,80 ± 0,97
Моноциты, %	I	9,20 ± 0,38	7,60 ± 0,40*	8,60 ± 0,568	10,40 ± 0,51	10,20 ± 0,58
	II	6,40 ± 0,68	7,40 ± 0,75	7,20 ± 0,58	6,00 ± 1,14	6,60 ± 0,81

Примечание. *p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001 по сравнению с величиной «фон».

Следовательно, количество линий в генотипе птицы влияло на состав клеток в лейкограмме и общее число лейкоцитов.

Однако уже через 4 часа после шуттелирования направленность изменений лейкоцитарных клеток становилась противоположной: снижалось общее количество лейкоцитов, базофилов, сегментоядерных псевдоэозинофилов, моноцитов на фоне увеличения эозинофилов и лимфоцитов.

Данные по характеру изменений клеток в лейкограмме птиц после шуттелирования согласуются с результатами Л. К. Бусловской, А. Ю. Ковтуненко (2009); В. А. Лукичевой (2009); Л. К. Бусловской, А. Ю. Ковтуненко, Е. Ю. Беляевой (2010). Однако авторы их регистрировали в более поздние сроки исследований.

О. Л. Ковалева (2008) в своей работе также отмечала, что анализ лейкограммы позволяет диагностировать признаки стресса, определять тип адаптационных реакций и уровень реактивности организма, то есть адаптационные возможности.

В I серии эксперимента состав крови цыплят на фоне моделированного стресса имел изменения однотипные тем, что были установлены нами у курочек (♀ABCD) в первый час после шуттелирования. При этом сдвиги нарастали постепенно и достигали максимума только через 24 часа после действия стресс-фактора (таблица 1).

Для подтверждения стрессового воздействия шуттелирования, а также оценки активности и длительности стресс-реакции в организме цыплят I и II серий эксперимента нами были рассчитаны общепринятые лейкоцитарные индексы:

1) соотношение между сегментоядерными псевдоэозинофилами (гетерофилами) и лимфоцитами (Г/Л) (Л. Х. Гаркави, 2006);

2) показатель состояния (ПС) по формуле: $ПС = k \frac{Б+Э+Лим+М}{Г \cdot Лей}$, где k – нормализующий коэффициент, равный 100; Б, Э, Лим, М, Г – количество базофилов, эозинофилов, лимфоцитов, моноцитов, гетерофилов (соответственно) в лейкограмме, %; Лей – количество лейкоцитов, $10^9/л$ (М. А. Дерхо, 2004; М. А. Дерхо, С. Ю. Концевая, П. А. Соцкий, 2013).

Мы установили, что соотношение гетерофилов и лимфоцитов, а также значение показателя состояния позволяют установить наличие стресса в организме цыплят, а также длительность стресс-реакции (этапа срочной адаптации). Так, во II серии эксперимента продолжительность стресс-реакции составила 1 ч, что сопровождалось увеличением значения Г/Л в 1,46 раза ($p < 0,05$) и уменьшением ПС в 1,78 раза ($p < 0,001$) (рис. 3, 4).

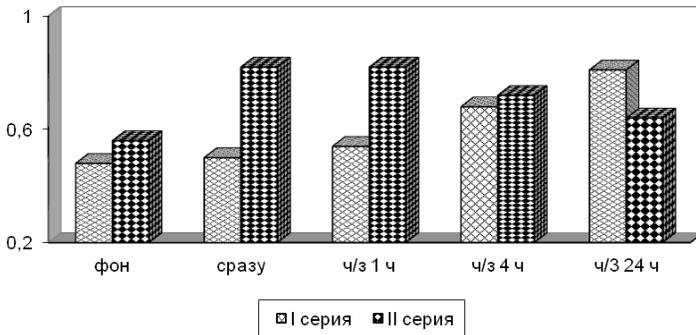


Рис. 3. Динамика соотношения Г/Л (усл. ед.) после шуттелирования

Уже через 4 часа после воздействия стресс-фактора в организме курочек происходил переход фазы «срочной адаптации» в фазу «долгосрочной адаптации», что обеспечивало приспособление птиц к действию стрессора и способствовало сохранению и поддержанию состояния здоровья. Следовательно, четырехлинейные цыплята, полученные на птицефабрике, характеризовались высоким адаптационным потенциалом и адаптационными резервами.

Результаты исследований согласуются с работой О. Л. Ковалевой (2008). Автор установила, что соотношение Г/Л достоверно изменяется в организме птиц как при остром, так и при хроническом стрессе за счет снижения миграционной активности лейкоцитов и может служить стресс-маркером.

Информативность соотношения Г/Л в подтверждении стрессового влияния фактора на организм птиц, а также реактивности их организма выявлена и в работе А. А. Термана (2013). Автор установил, что транспортировка влияет на величину показателя Г/Л за счет повышения уровня гетерофилов и снижения количества лимфоцитов.

В I серии эксперимента в организме двухлинейных курочек стресс-реакция была вялотекущей и более длительной во времени, так как величина соотношения Г/Л (рис. 3) возрастала постепенно и достигала максимальной величины только через 24 часа после воздействия стресс-фактора. Аналогичная динамика была характерна и для показателя состояния, только его значение, наоборот, снижалось до минимума через 24 часа от начала опыта (рис. 4).

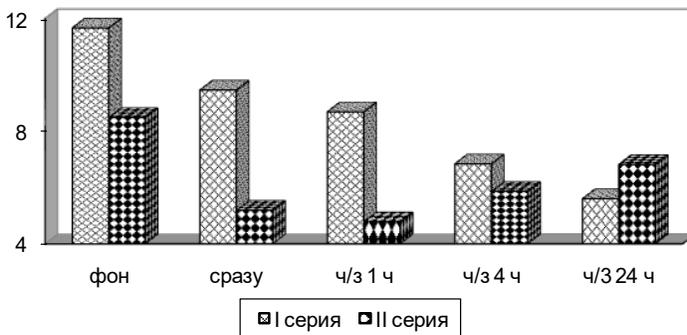


Рис. 4. Динамика ПС (усл. ед.) после шуттелирования

Следовательно, у птиц в обозначенный период признаки стресс-реакции не купировались, а это дает основание утверждать, что цыплята, ввезенные из-за рубежа, обладали низким адаптационным потенциалом и их организм не был способен быстро мобилизовать пластические и энергетические резервы. Поэтому воздействие стресс-фактора вызывало напряжение механизмов приспособления, что задерживало формирование адаптации.

Если исходить из данных (Е. Н. Летягина, 2004), согласно которым устойчивость организма к неблагоприятным условиям взаимосвязана с продуктивными качествами животных, реализация которых является огромным напряжением для организма, то импортные цыплята, характеризующиеся высокой реактивностью к тормозным воздействиям и поэтому имеющие длительную стресс-реакцию, вряд ли будут отличаться высокими продуктивными качествами.

Результаты исследований показали, что экспериментальный производственный стресс перегруппировки и транспортировки инициировал в организме двух- и четырехлинейных курочек развитие стресс-реакции, для которой были характерны стандартные изменения лейкоцитарного состава крови и лейкоцитарных индексов (Г/Л, ПС), выявляющиеся при действии любого стресс-фактора. Однако у птиц, полученных на птицефабрике, фаза «срочной адаптации» отличалась высокой напряженностью, что свидетельствовало о высоком адаптационном потенциале цыплят собственного воспроизводства.

В организме цыплят, ввезенных из Германии, наблюдалась менее активная и поэтому более длительная стресс-реакция, признаки кото-

рой нарастали постепенно и достигали максимума через 24 часа после воздействия стресс-фактора.

Считаем, что выявленные особенности являются следствием не столько различий в генотипе птицы, сколько наличия в анамнезе импортных цыплят транспортировки в 1-суточном возрасте, которая, несомненно, инициировала в их организме развитие транспортного стресса. Поэтому особи, которые впоследствии адаптировались к условиям российской птицефабрики, все равно обладали низкими адаптационными возможностями организма.

Одним из наиболее интересных аспектов изучения стресса является анализ процесса реагирования организма на экстремальное воздействие. Физиологическая «плата» за адаптацию очень сильно зависит от адаптационного потенциала организма животных и птиц (А. В. Дерюгина, 2012; М. А. Дерхо, Т. И. Середа, О. А. Хижнева, 2014). Установлено, что в ходе приспособления к воздействию антропогенных, климатических, технологических факторов расширяются физиологические границы отклонений (Н. А. Агаджанян, 1983; Е. Н. Летягина, 2004; Ф. А. Бичкаева, Л. П. Жилина, О. С. Власова, 2009; Е. А. Ткаченко, М. А. Дерхо, 2014). При этом уровень сдвигов свидетельствует как о силе воздействия стресс-фактора, так и об адаптационных возможностях организма. Очевидно, что расширение лимитов ограничено пределами видовых норм, «выход» за их пределы ведет к снижению резервных возможностей обменных процессов организма (Ф. А. Бичкаева, Л. П. Жилина, О. С. Власова, 2009).

Была проведена оценка информативности лейкоцитарных индексов, рассчитанных по параметрам лейкограммы, в оценке стрессового воздействия шуттелирования и адаптационных ресурсов организма цыплят в первой и второй сериях эксперимента. При этом исходили из того, что количественный и качественный состав периферической крови поддерживается на определенном уровне в определенных соотношениях и отражает физиологическое состояние организма, степень его реактивности и устойчивости к действию внешних факторов.

Ранее было отмечено, что двух- и четырехлинейные цыплята в 40-суточном возрасте имели различия по уровню защитных сил организма, определяемых лейкоцитами крови. Так, в кровеносном русле птиц, завезенных на птицефабрику из Германии, по сравнению с курочками, полученными на птицефабрике, циркулировало в 1,17 раза меньше лейкоцитов, а также в 1,21 раза было ниже соотношение между гранулоцитами и агранулоцитам (таблица 1, рис. 3). Если исходить из того, что лейкоци-

тарные клетки являются «диффузной эндокринной системой», программирующей стрессорную реакцию в ответ на разнообразные изменения гомеостаза (Л. Г. Мухамедьярова, 2010), то организм двух- и четырехлинейных курочек перед началом эксперимента обладал разным адаптационным потенциалом. При этом стресс-реакция в организме цыплят, ввезенных из-за рубежа, протекала менее активно и более длительно.

Для подтверждения данного вывода, а также оценки напряженности системы естественной защиты организма птиц, как индикатора адаптационных ресурсов были рассчитаны лейкоцитарные индексы.

Индекс Кребса (ИК) характеризует отношение сегментоядерных нейтрофилов (гетерофилов) и лимфоцитов (Е. А. Ткаченко, М. А. Дерхо, 2014). Данный индекс, во-первых, позволил установить стрессорное воздействие шуттелирования на организм цыплят, во-вторых, охарактеризовать длительность стресс-реакции.

В организме цыплят, полученных на птицефабрике (II серия), величина ИК возростала сразу после воздействия стресс-фактора в 1,46 раза ($p < 0,001$) и сохранялась на этом уровне в течение 1 часа, что свидетельствовало о стрессировании птиц и развитии в их организме стресс-реакции. Уже через 4 часа после шуттелирования было отмечено уменьшение значения индекса Кребса. Значит, продолжительность стресс-реакции составила менее 4 часов.

У курочек, завезенных на птицефабрику из Германии (I серия), величина индекса Кребса достигла максимального значения только через 24 часа после моделирования стресса (таблица 2), что свидетельствует о достаточно низком уровне общей реактивности организма птиц.

Аналогичный характер изменений имел **лейкоцитарный индекс (ЛИ)**, представляющий собой отношение количества лимфоцитов к нейтрофилам (таблица 2).

Лейкоцитарный индекс интоксикации (ЛИИ) характеризует соотношение нейтрофилов (гетерофилов) и суммы лимфоцитов, моноцитов, эозинофилов и базофилов (В. К. Островский, А. В. Мащенко, Д. В. Янголенко, 2006; М. А. Дерхо, Е. С. Самойлова, 2011) и позволяет определить наличие в организме птиц интоксикационных процессов, а значит, и напряженность протекания стресс-реакции (Л. К. Бусловская, А. Ю. Ковтуненко, 2009).

В I серии экспериментальной работы значение ЛИИ, рассчитанное по параметрам лейкограммы, нарастало постепенно, достигая наивысшей величины через 24 часа после шуттелирования (табл. 2). Следовательно,

интоксикационные процессы, инициированные в организме цыплят моделированием производственного стресса, прогрессировали постепенно, отражая уровень защитных сил организма.

Во II серии эксперимента у цыплят величина ЛИИ имела максимальное значение через 1 час после шуттелирования. Она составила $0,63 \pm 0,01$ усл. ед., что в 1,43 раза ($p < 0,001$) больше фонового значения. Показатель и через 24 часа после воздействия стресс-фактора не восстанавливался, хотя достоверно не отличался от фоновой величины. Значит, клетки крови птиц очень быстро реагировали на изменение эндокринного статуса организма, определяя высокую напряженность адаптационных реакций.

Результаты исследований согласуются с данными М. С. Галицкая (2003), Л. К. Бусловская, А. Ю. Ковтуненко (2009), в которых тоже установлено возрастание значения ЛИИ под воздействием стресс-фактора как результат развития в организме животных интоксикационных процессов.

Лимфоцитарно-гранулоцитарный индекс (ИЛГ) представляет собой отношение уровня лимфоцитов к общему количеству гранулоцитов (Е. А. Ткаченко, М. А. Дерхо, 2014).

Величина ИЛГ у цыплят, полученных на птицефабрике (II серия), максимально уменьшалась (в 1,34 раза, $p \leq 0,001$) через 1 час эксперимента, что было следствием увеличения в лейкограмме доли гранулоцитов. Следовательно, шуттелирование специфически стимулировало лейкопоэтическую функцию кроветворных органов и вызывало выброс в кровотока гранулоцитов на фоне уменьшения лимфоцитов.

В организме курочек, ввезенных на птицефабрику в суточном возрасте из-за рубежа (I серия), реакция со стороны органов лейкопоэза была замедленной, так как величина ИЛГ планомерно уменьшалась после воздействия стресс-фактора и достигала минимальной величины только через 24 часа после шуттелирования (таблица 2).

Ядерный индекс Г. Д. Даштаянца (ЯИ) отражает соотношение (%) моноцитов и палочкоядерных нейтрофилов к уровню сегментоядерных нейтрофилов, характеризует скорость их регенерации и продолжительность циркуляции в кровяном русле (Т. В. Кобец, В. Н. Некрасов, А. К. Мотрич, 2003; В. К. Гринь, Э. Я. Фисталь, И. И. Сперанский, 2006; Е. А. Ткаченко, М. А. Дерхо, 2014).

В первой серии исследований значение ядерного индекса имело минимальное значение через 24 часа после моделирования производственного стресса, что характеризовало пролиферацию гетерофилов и моноцитов, а также скорости их элиминации из кровеносного русла (таблица 3).

Таблица 2

Лейкоцитарные индексы ($n = 5$), $\bar{X} \pm Sx$

Показатели	Серия эксперимента	Фон (до стресса)	После шутелирования			
			Сразу	Через 1 час	Через 4 часа	Через 24 часа
Индекс Кребса, усл. ед.	I	0,48 ± 0,02	0,51 ± 0,01	0,54 ± 0,02	0,68 ± 0,02***	0,82 ± 0,05***
	II	0,56 ± 0,03	0,82 ± 0,04***	0,82 ± 0,03***	0,72 ± 0,02***	0,64 ± 0,02
ЛИИ, усл. ед.	I	0,38 ± 0,02	0,40 ± 0,01	0,43 ± 0,01	0,52 ± 0,02***	0,62 ± 0,03***
	II	0,44 ± 0,02	0,63 ± 0,02***	0,63 ± 0,01***	0,58 ± 0,01***	0,51 ± 0,02
ИЛГ, усл. ед.	I	18,20 ± 0,89	16,39 ± 0,37	16,58 ± 0,76	13,54 ± 0,45***	11,51 ± 0,72***
	II	14,60 ± 0,47	11,01 ± 0,50***	10,91 ± 0,53***	11,89 ± 0,37*	13,20 ± 0,55
ЛИ, усл. ед.	I	2,08 ± 0,10	1,96 ± 0,06	1,88 ± 0,07	1,49 ± 0,05***	1,24 ± 0,07***
	II	1,81 ± 0,08	1,22 ± 0,06***	1,23 ± 0,06***	1,39 ± 0,04***	1,56 ± 0,06

Примечание. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ по сравнению с величиной «фон».

Динамика лейкоцитарных индексов ($n = 5$), $X \pm Sx$

Показатели	Серия эксперимента	Фон (до стресса)	После шутелирования			
			Сразу	Через 1 час	Через 4 часа	Через 24 часа
ЯИ, усл. ед.	I	0,71 ±0,08	0,51 ±0,07	0,51 ±0,11	0,39 ±0,08	0,28 ±0,02***
	II	0,47 ±0,07	0,27 ±0,05	0,24 ±0,09*	0,31 ±0,04	0,49 ±0,06
ИСНМ, усл. ед.	I	3,01 ±0,22	3,79 ±0,16	3,46 ±0,25	3,29 ±0,20	3,74 ±0,30
	II	4,75 ±0,64	5,24 ±0,53	5,39 ±0,46	6,10 ±1,59	5,12 ±0,69
ИСЛМ, усл. ед.	I	6,21 ±0,26	7,36 ±0,46	6,69 ±0,68	4,94 ±0,29*	4,67 ±0,25***
	II	9,11 ±1,31	6,40 ±0,56*	6,61 ±0,60*	8,40 ±2,19	9,05 ±0,76
ККП, усл. ед.	I	0,52 ±0,03	0,57 ±0,01	0,56 ±0,02	0,64 ±0,02*	0,74 ±0,05***
	II	0,63 ±0,02	0,83 ±0,02***	0,83 ±0,04***	0,76 ±0,03*	0,69 ±0,03

Примечание. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ по сравнению с величиной «фон».

Величина ЯИ у птиц второй серии эксперимента уменьшалась сразу после шуттелирования, достигая минимальной величины через 1 час, что было следствием уменьшения в общем кровотоке палочкоядерных и повышения сегментоядерных нейтрофилов (гетерофилов).

Индекс соотношения нейтрофилов и моноцитов (ИСНМ), показывающий равновесие (%) между количеством нейтрофилов (гетерофилов) и моноцитов. ИСНМ позволяет судить о соотношении компонентов микрофагально-макрофагальной системы (Т. В. Кобец, В. Н. Некрасов, А. К. Мотрич, 2003; В. К. Гринь, Э. Я. Фисталь, И. И. Сперанский, 2006; Е. А. Ткаченко, М. А. Дерхо, 2014). Величина ИСНМ достоверно не изменялась как в I, так и во II сериях работы, что свидетельствовало об отсутствии прогностической значимости данного индекса в выявлении активности стресс-реакции в организме цыплят (таблица 3).

Индекс соотношения лимфоцитов и моноцитов (ИСЛМ) отражает баланс между лимфоцитами и моноцитами крови (М. А. Дерхо, Е. С. Самойлова, 2011; Е. А. Ткаченко, М. А. Дерхо, 2014). Величина ИСЛМ во второй серии достоверно уменьшалась в 1,38 ($p > 0,05$) по сравнению с фоновой величиной через 1 час после шуттелирования, что было результатом снижения количества лимфоцитов и увеличения моноцитов.

Аналогичные сдвиги наблюдались через 24 часа после моделированного стресса у цыплят в I серии эксперимента.

Установлено, что моноциты крови в тканях организма дифференцируются в макрофаги, а затем совместно с лимфоцитами участвуют в иммунологических реакциях. Значит, в условиях развития стресс-реакции недостаток лимфоцитов компенсировался моноцитами, но скорость данного процесса определялась адаптационными возможностями двух- и четырехлинейных птиц (таблица 3).

Кровно-клеточный показатель (ККП) представляет собой отношение (%) числа гранулоцитов к сумме одноядерных клеток (лимфоциты + моноциты) (Е. А. Ткаченко, М. А. Дерхо, 2014). У птиц, ввезенных из Германии (I серия), индекс повышался планомерно и наивысшего значения достигал через 24 часа после шуттелирования. Величина ККП у курочек, полученных на птицефабрике (II серия), возрастала сразу после воздействия стресс-фактора и сохранялась на этом уровне в течение часа (таблица 3).

Таким образом, изменения величин лейкоцитарных индексов, возникающие в организме птиц после моделированного производствен-

ного стресса, независимо от количества линий в их генотипе позволяют установить:

1. Стрессовое воздействие шуттелирования на цыплят и скорость развития типовых защитных и компенсаторно-приспособительных реакций организма, характеризующих его адаптационные возможности. При этом сдвиги в морфологическом составе крови типичны для действия любого стресс-фактора (В. К. Гринь, Э. Я. Фисталь, И. И. Сперанский, 2006; Л. К. Бусловская, А. Ю. Ковтуненко, Е. Ю. Беляева, 2010; М. А. Дерхо, Т. И. Середа, О. А. Хижнева, 2014; Т. В. Кобец, В. Н. Некрасов, А. К. Мотрич, 2003; В. В. Пономаренко, А. В. Мифтахутдинов, 2015).
2. Иммунные сдвиги в организме цыплят являются результатом реакции органов лейкопоза на стрессирование и отражают уровень реактивности организма. У четырехлинейных курочек (II серия) изменения лейкоцитарного состава крови развиваются сразу после воздействия шуттелирования и максимально выражены через 1 час эксперимента. У двухлинейных птиц сдвиги в составе лейкоцитов крови формируются постепенно и максимально проявляются только через 24 часа. Следовательно, количество линий в генотипе гибридной птицы, а также наличие/отсутствие транспортного стресса в 1-суточном возрасте определяет уровень иммунологической реактивности организма.
3. Для оценки адаптационных резервов организма курочек независимо от линейности и страны-производителя можно использовать лейкоцитарные индексы: индекс Кребса, ядерный индекс Даштаянца, лейкоцитарный индекс интоксикации, лимфоцитарно-гранулоцитарный индекс, кровно-клеточный показатель, величина которых сопряжена с активностью и длительностью стресс-реакции.

2.3. ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Морфофизиологический статус как совокупность морфологических и гематологических показателей объективно отражает физиологическое состояние организма животных. Поэтому влияние стресса на клеточный состав крови не ограничивается только изменением количества лейкоцитарных клеток, а отражается и на уровне эритроцитов. Это связано с тем, что эритроциты не только определяют реологические свойства крови и выполняют дыхательную функцию, но и транспортируют на своей поверхности аминокислоты, холестерин, глюкозу, витамины (Е. А. Черницкий, А. В. Воробей, 1981; И. Ю. Смирнов, О. А. Чирикова, 2005; Р. А. Горев, З. Ш. Смагулова, С. Г. Макарушко, 2005), участвуют в осуществлении гуморальной регуляции адаптационных процессов в норме и при патологии (О. К. Гаврилов, Г. И. Козинец, Н. Б. Черняк, 1985; Н. А. Трошкина, В. И. Циркин, С. А. Дворянский, 2007). Данные функции реализуются за счет того, что на мембране эритроцитов имеются рецепторы инсулина, соматотропного гормона, ацетилхолина, катехоламинов и т. д., что и определяет их участие в стресс-реакции и формировании адаптационного потенциала организма животных.

Проведена оценка особенности дыхательной функции крови в организме цыплят в ходе развития стресс-реакции при выполнении I и II серий эксперимента.

Было установлено, что до стресса (фон) в крови двухлинейных курочек (I серия) количество эритроцитов составило $3,25 \pm 0,06 \cdot 10^{12}/л$, гемоглобина – $67,61 \pm 2,49$ г/л, среднее содержание гемоглобина в эритроците – $19,56 \pm 0,52$ пг. Повышение степени гибридности птицы отражалось на интенсивности дыхательной функции крови. Так, у четырехлинейных курочек (II серия) количество эритроцитов в периферической крови было равно $3,80 \pm 0,06 \cdot 10^{12}/л$, гемоглобина – $83,91 \pm 1,86$ г/л, что определяло величину МСН, характеризующую интенсивность синтеза гемоглобина и размеры эритроцитов.

Оценка фоновых показателей крови цыплят в I и II сериях эксперимента свидетельствовала, что они имели разную интенсивность газообмена, что отражалось на кислородной обеспеченности организма.

Действие стресс-фактора в виде шуттелирования инициировало снижение концентрации эритроцитов в кровеносном русле цыплят независимо от серии исследований. Уровень клеток у гибридных птиц, полу-

ченных на птицефабрике, уменьшался по сравнению с фоном на 12,36 % ($p < 0,01$), а ввезенных из Германии – на 15,38 %.

Согласно данным О. В. Гавриловой (2007), потеря клеток из кровеносного русла происходит за счет кровоизлияний и их внутриклеточного гемолиза. При этом уменьшается концентрация эритроцитов в селезенке на фоне ограничения скорости их утилизации. Основной причиной распада клеток является снижение резистентности мембран эритроцитов (М. Г. Пшенникова, 2001). Изменения структуры мембранного скелета эритроцитов было отмечено и при окислительном стрессе, что отражалось на способности клеток к быстрому ответу на внешнее механическое воздействие и инициировало нарушение транспортных функций крови (М. Н. Стародубцева, 2009).

Аналогичные данные получены О. Л. Ковалевой (2008) при хроническом стрессе кур и В. А. Лукичевой (2009) при шуттелировании цыплят.

Ограничение подвижности крыс при иммобилизационном стрессе в течение 1, 3, и 6 часов также приводило к уменьшению количества эритроцитов в среднем на 15–26 % по сравнению с исходными цифрами (И. И. Дигурова, А. Г. Гушин, Ю. В. Карева, 2007), что улучшало текучесть крови и было проявлением приспособительных реакций в организме животных.

Снижение количества эритроцитов в периферической крови цыплят сразу после воздействия стресс-фактора отражалось на уровне гемоглобина (таблица 4). В I серии эксперимента у двухлинейных курочек количество Hb снижалось на 17,51 % ($p < 0,001$) по сравнению с исходным значением на фоне сохранения средней концентрации гемоглобина в эритроците и, как следствие, его объема. У птиц, полученных на птицефабрике (II серия), концентрация дыхательного пигмента уменьшалась на 15,52 % ($p < 0,001$) по сравнению с величиной «до стресса», а величина МСН тоже сохранялась. Следовательно, реакция эритроцитов и органов эритропоэза на действие стрессора была однотипной у двух- и четырехлинейных курочек: двухчасовое шуттелирование инициировало гемолиз эритроцитов, но не сказывалось на пролиферативной активности органов кроветворения, что согласуется с данными О. В. Гавриловой (2007).

Таблица 4

Гематологические показатели ($n = 5$), $\bar{X} \pm Sx$

Показатели	Серия эксперимента	Фон (до стресса)	После шутелирования			
			Сразу	Через 1 час	Через 4 часа	Через 24 часа
Эритроциты, $10^{12}/л$	I	$3,25 \pm 0,06$	$2,75 \pm 0,06^{**}$	$2,75 \pm 0,04^{***}$	$3,20 \pm 0,04$	$3,35 \pm 0,06$
	II	$3,80 \pm 0,06$	$3,33 \pm 0,08^{**}$	$3,73 \pm 0,08$	$3,99 \pm 0,07$	$3,87 \pm 0,05$
Гемоглобин, г/л,	I	$67,61 \pm 2,49$	$55,77 \pm 1,00^{**}$	$59,48 \pm 2,82^{***}$	$111,15 \pm 3,42^{***}$	$115,73 \pm 0,93^*$
	II	$83,91 \pm 1,86$	$70,88 \pm 2,25^{***}$	$101,45 \pm 2,83^{***}$	$107,25 \pm 2,23^{***}$	$88,22 \pm 2,45$
MHC, Пг	I	$19,56 \pm 0,52$	$20,28 \pm 0,18$	$21,62 \pm 1,04$	$34,73 \pm 0,99^{***}$	$34,55 \pm 0,73^{***}$
	II	$21,73 \pm 0,13$	$21,28 \pm 0,56$	$27,19 \pm 0,27^{**}$	$26,87 \pm 0,59^{**}$	$22,73 \pm 0,42$

Примечание. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ по сравнению с величиной «фон».

Результаты наших исследований подтверждают данные О. В. Гавриловой (2007), М. Г. Пшенниковой (2001), согласно которым стимуляция эритропоэза в постстрессовый период является механизмом, позволяющим возместить потерю эритроцитов с низкой резистентностью мембран.

В. А. Лукичева (2009) связывает прирост концентрации гемоглобина и эритроцитов в крови цыплят с усилением катаболических реакций при стрессе, инициирующих повышенные потребности организма в кислороде.

Согласно данным В. Д. Новикова (1990), Г. И. Козинца, В. А. Макарова (1997), R. L. Hauger, M. A. Millan, M. Lorang (1988), активация эритропоэза при стрессе является следствием стимуляции катехоламинами синтеза эритропоэтина. В то же время Л. И. Зелинечинко, Г. В. Порядин (2009) считают, что дыхательная функция крови – это отражение биологических эффектов глюкокортикоидов, которые регулируют активность кроветворения в костном мозге и состав периферической крови.

Хотелось бы отметить, что в крови четырехлинейных птиц через 24 часа после шуттелирования уровень эритроцитов, гемоглобина и МСН достоверно не отличался от фоновых показателей (таблица 4).

В I серии эксперимента в организме курочек, ввезенных из Германии, через 1 час после воздействия стресс-фактора сохранялись признаки внутритканевого гемолиза эритроцитов без стимуляции пролиферативной активности органов кроветворения, как и сразу после шуттелирования. Только через 4 часа эксперимента наблюдалась интенсификация процессов кроветворения, за счет чего восстанавливался в кровеносном русле уровень эритроцитов, повышался гемоглобин и МСН. Аналогичная картина сохранялась и через 24 часа после воздействия стресс-фактора в виде шуттелирования.

Результаты наших исследований показали, что эритроциты и органы эритропоэза, как и лейкоциты и органы лейкопоэза, в организме двух- и четырехлинейных цыплят обладали высокой реактивностью. При этом дефицит кислорода был результатом гемолиза клеток уже в ходе воздействия стресс-фактора, что определяло последующую активацию органов эритропоэза и мобилизацию красных клеток в кровеносное русло. Однако в крови появлялись красные клетки с большим объемом (макроциты), что позволяло им содержать повышенное количество гемоглобина и обеспечивать потребности организма в кислороде.

Результаты наших исследований согласуются с данными М. А. Дерхо, С. Ю. Концевой (2004), П. А. Соцкого, М. А. Дерхо (2009). В своей рабо-

те авторы тоже отмечали увеличение объема эритроцитов в процессе адаптации животных к воздействию экстремальных и токсических стресс-факторов.

Согласно данным А. В. Новожилова (2007), показатели красной крови, отражающие интенсивность ее дыхательной функции, играют большую роль в резистентности организма при стрессе. Это является следствием того, что при дефиците кислорода увеличивается мобилизация резервных субстратов из тканей организма и, соответственно, возрастает скорость катаболических процессов. Автор считает, что прирост количества эритроцитов в кровеносном русле происходит за счет выхода клеток из кроветворных органов (селезенки) под действием сигналов симпатической системы. Однако увеличение количества эритроцитов в крови негативно сказывается на их гемолитической стойкости. Так, при стрессе повышается внутрикапиллярный гемолиз красных клеток, что способствует активации реакций ПОЛ.

Следовательно, воздействие стресс-факторов сопряжено со срочной мобилизацией всех компонентов красной крови, что характеризует напряженность адаптивных реакций организма и, как следствие, его адаптационный потенциал. Исходя из этого положения можно утверждать, что эритроциты и органы эритропоэза в организме цыплят, полученных на птицефабрике (II серия), обладали высокой реакционной способностью, что позволяло организму быстро компенсировать недостаток кислорода и субстратов метаболизма, а за счёт этого восстанавливать состояние гомеостаза. У курочек, ввезенных из Германии, реактивность кроветворных органов была снижена. Считаем, что это было следствием не столько влияния линейности кросса, сколько наличия транспортной в 1-суточном возрасте.

2.4. СТРЕСС-ИНДУЦИРОВАННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ БЕЛКОВОГО ОБМЕНА В ОРГАНИЗМЕ ЦЫПЛЯТ

Установлено, что здоровье является результатом непрерывного приспособления живых организмов к изменяющимся условиям внешней среды (Н. А. Агаджанян, 2005). Поэтому адаптационный потенциал организма животных является мерой здоровья, отражает функциональное состояние его физиологических систем и, как следствие, определяет степень реализации продуктивных качеств. В этой связи хотелось бы отметить, что стресс-индуцирующие воздействия могут иметь различную природу, однако живой организм реагирует на них набором стереотипных биохимических и физиологических реакций, именуемых стресс-реакцией (М. А. Дерхо, 2004; И. Л. Цветков, 2009; А. В. Мифтахутдинов, 2011; О. А. Хижнева, М. А. Дерхо, Т. И. Середа, 2014).

К одним из факторов, определяющим эффективность адаптации животных к действию стресс-факторов, относятся белки крови, мобильность которых отражает степень ресурсных затрат организма. Это обусловлено тем, что белки крови находятся в тесной взаимосвязи с тканевыми белками и очень тонко реагируют на изменения метаболических процессов в органах птиц (Т. И. Середа, М. А. Дерхо, Л. М. Разумовская, 2009). Поэтому степень вовлечения белков в адаптационные реакции сказывается на их концентрации в кровеносном русле. При этом уровень сдвигов свидетельствует как о силе воздействия стресс-фактора, так и об адаптационных возможностях организма.

Поэтому были изучены особенности белкового обмена в организме курочек кросса Ломан Уайт, ввезенных из Германии (I серия) и полученных на птицефабрике (II серия), формирующиеся в ходе развития стресс-реакций на фоне моделированного производственного стресса перегруппировки и транспортировки.

При выборе белкового обмена в качестве критерия оценки адаптационного потенциала двух- и четырехлинейных цыплят мы исходили из того, что данный вид обмена в животном организме приоритетен, широко специфичен и определяет интенсивность других видов обмена веществ. Кроме этого, борьба за азотистый потенциал – это один из факторов обеспечения генетического фонда организма (Т. И. Середа, М. А. Дерхо, Л. М. Разумовская, 2009).

Таблица 5

Белки крови курочек в I серии эксперимента ($n = 5$), $\bar{X} \pm Sx$

Показатели	Фон (ДОСТРЕССА)	После шутелирования			
		СРАЗУ	ЧЕРЕЗ 1 ЧАС	ЧЕРЕЗ 4 ЧАСА	ЧЕРЕЗ 24 ЧАСА
Общий белок, г/л	30,47 ±1,35	43,30 ±0,86***	45,37 ±0,11***	41,29 ±0,54***	40,52 ±0,28**
Альбумины, г/л	17,13 ±0,56	22,46 ±0,84*	18,52 ±0,77	32,21 ±0,37***	30,91 ±0,31***
Альбумины, %	56,22 ±1,92	51,87 ±1,82	40,82 ±1,65***	78,01 ±1,45***	76,28 ±1,10***
Глобулины, г/л	13,34 ±1,05	20,84 ±0,95***	26,85 ±0,72***	9,08 ±0,52**	9,61 ±0,50**
Alb/Gl, усл. ед.	1,28 ±0,09	1,11 ±0,11	0,69 ±0,05***	3,55 ±0,32***	3,21 ±0,19***
Мочевина, ммоль/л	0,75 ±0,06	3,59 ±0,07***	4,81 ±0,04***	3,46 ±0,03***	2,17 ±0,07***
ОБ/мочевина, усл. ед.	40,62 ±2,98	12,06 ±0,33**	9,43 ±0,06***	11,93 ±0,16***	18,67 ±0,52

Примечание. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ по сравнению с величиной «фон».

Шуттелирование инициировало развитие в организме цыплят стресс-реакции (И. М. Донник, М. А. Держо, С. Ю. Харлап, 2015; С. Ю. Харлап, М. А. Держо, Т. И. Середа, 2015), которая сопровождалась сдвигами в белковом обмене.

В крови цыплят, ввезенных из Германии, концентрация общего белка и через 24 часа после шуттелирования превышала исходную величину в 1,33 раза ($p < 0,01$), отражая прирост скорости протеолиза тканевых белков. На этом фоне происходила мобилизация и направленное перераспределение ресурсов белкового резерва. Сразу и через 1 час после шуттелирования снижалась доля альбуминов в общем белке крови на 7,74–27,39 % ($p < 0,001$) по сравнению с фоном, обеспечивая уменьшение величины коэффициента Alb/Gl (таблица 5). Это было результатом угнетения синтеза белка в клетках печени и избыточной траты альбуминов в покрытии энергозатрат организма через глюконеогенез.

Однако уже через 4 часа после шуттелирования наблюдался прирост как абсолютного (в 1,80–1,88 раза, $p < 0,001$), так и относительного (в 1,34–1,36 раза, $p < 0,001$) количества альбуминов в кровеносном русле, за счет чего повышалась величина коэффициента Alb/Gl (таблица 5), свидетельствуя о восстановлении биосинтетических процессов в гепатоцитах, повышении востребованности протеина в транспорте низкомолекулярных соединений, обеспечении вязкости крови с целью усиления ее циркуляции по кровеносным сосудам.

Хотелось бы отметить, что перераспределение фракций в общем белке крови происходило на фоне избыточных трат белковых резервов организма птиц, определяющих формирование в нем отрицательного азотистого баланса. Поэтому в крови цыплят концентрация мочевины превышала исходный уровень в 2,81–6,41 раза ($p < 0,001$), снижалась величина соотношения между общим белком и мочевиной (ОБ/мочевина) в 2,17–4,31 раза ($p < 0,001$).

Следовательно, в организме цыплят, ввезенных из Германии, в течение 24 часов после шуттелирования активно протекала стресс-реакция. Это дало основание утверждать, что цыплята обладали низким адаптационным потенциалом и их организм не был способен быстро мобилизовать пластические и энергетические резервы с целью развития структурных изменений в системах, ответственных за адаптацию. Поэтому воздействие стресс-фактора вызывало напряжение механизмов приспособления, что задерживало формирование адаптации.

В крови цыплят, полученных на птицефабрике (II серия), сразу и через 1 час после воздействия стресс-фактора повышался уровень общего белка по сравнению с исходной величиной в 1,48–1,69 раза ($p < 0,001$), свидетельствуя об активном высвобождении тканевых белков из клеток органов и тканей в результате их протеолиза. При этом в общем белке крови резко снижалась доля альбуминов (в 1,34–2,08 раза, $p < 0,001$), особенно через 1 час после шуттелирования, что было следствием активного использования белка в качестве источника свободных аминокислот. На этом фоне в общем белке крови возрастало содержание глобулинов в 2,01–2,911 раза ($p < 0,001$), что обуславливало уменьшение величины коэффициента Alb/Gl. Диспротеинемия на раннем этапе развития стресс-реакции была следствием катаболической направленности белкового обмена в организме курочек. Это подтверждалось, во-первых, увеличением концентрации мочевины в крови птиц (на 11,59–30,43 %, $p < 0,05$), во-вторых, увеличением величины соотношения между общим белком и мочевиной (ОБ/мочевина) в 1,13–1,51 раза ($p < 0,01$) как результат возрастания доли белков, подвергающихся распаду до конечных продуктов азотистого обмена (таблица 6). Следовательно, ранний этап стресс-реакции характеризовался отрицательным азотистым балансом в организме четырехлинейных цыплят.

Однако через 4 часа после шуттелирования в организме цыплят, полученных на птицефабрике, появлялись признаки перехода катаболической направленности белкового обмена в анаболическую, являющуюся основой формирования положительного азотистого баланса за счет преобладания в обмене белков реакций синтеза. Данный вывод подтверждался снижением в крови птиц концентрации общего белка с $52,82 \pm 0,86$ г/л (через 1 час после шуттелирования) до $20,93 \pm 0,46$ г/л, отражая уровень накопления белков в клетках органов и тканей. При этом в общем белке крови увеличивалась доля альбуминов с $27,94 \pm 0,87$ до $52,84 \pm 2,38$ %, что, во-первых, обеспечивало повышение скорости циркуляции крови по кровеносным сосудам, во-вторых, возможность активации обменных процессов. Кроме этого, восстановление относительного количества альбуминов в кровотоке отражало степень снижения затрат белка как источника аминокислот для процессов глюконеогенеза. О формировании в организме цыплят положительного азотистого баланса свидетельствовало и уменьшение концентрации мочевины в крови до $1,24 \pm 0,03$ ммоль/л, что обеспечивало снижение величины соотношения ОБ/мочевина до $16,87 \pm 0,61$ усл. ед. (таблица 6).

Таблица 6

Белки крови цыплят (II серия эксперимента) ($n = 5$), $\bar{X} \pm Sx$

Показатели	Фон (до стресса)	ПОСЛЕ ШУТТЕЛИРОВАНИЯ			
		СРАЗУ	ЧЕРЕЗ 1 ЧАС	ЧЕРЕЗ 4 ЧАСА	ЧЕРЕЗ 24 ЧАСА
Общий белок, г/л	31,33 ± 0,35	46,36 ± 0,43***	52,82 ± 0,86***	20,93 ± 0,46***	30,17 ± 0,53
Альбумины, г/л	18,24 ± 0,54	20,10 ± 0,61	14,76 ± 0,40***	11,06 ± 0,38***	21,27 ± 0,23**
Альбумины, %	58,22 ± 2,35	43,36 ± 0,99***	27,94 ± 0,87***	52,84 ± 2,38	70,50 ± 0,47***
Глобулины, г/л	13,09 ± 0,88	26,26 ± 0,29***	38,06 ± 1,02***	9,87 ± 0,68*	8,90 ± 0,29***
Alb/Gl, усл. ед.	1,39 ± 0,14	0,76 ± 0,03***	0,39 ± 0,02***	1,12 ± 0,11	2,39 ± 0,05***
Мочевина, ммоль/л	1,38 ± 0,03	1,80 ± 0,06***	1,54 ± 0,02*	1,24 ± 0,03	1,35 ± 0,13
ОБ/мочевина, усл. ед.	22,70 ± 0,32	25,76 ± 0,63**	34,30 ± 0,57***	16,87 ± 0,61*	22,34 ± 2,18

Примечание. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ по сравнению с величиной «фон».

Следовательно, организм четырехлинейных цыплят обладал высоким адаптационным потенциалом, что позволяло ему уже через 4 часа после шуттелирования восстановить энергетический гомеостаз и купировать процесс использования белковых резервов (мышечных белков) для покрытия энергозатрат. На этом фоне активировался синтез белков в клетках органов и тканей, ответственных за приспособление физиологических систем организма к действию стресс-фактора и стресс-реакция переходила в физиологическую адаптацию. Поэтому показатели белкового метаболизма крови уже через 24 часа после шуттелирования достоверно не отличались от фоновых величин.

Таким образом, результаты наших исследований показали, что динамика белков крови является важным компонентом общей гомеостатической системы организма и изменения белкового профиля крови отражают способности организма к адаптации. Мы установили, что особи в пределах одного кросса, но различающиеся по количеству линий обладают различным уровнем резистентности из-за отличий в ходе индивидуального развития. Организм гибридных курочек, полученных на птицефабрике, характеризовался высоким адаптационным потенциалом, позволяющим ему в течение 4 часов после шуттелирования купировать признаки стресс-реакции и обеспечить ее переход в адаптацию. Белковый метаболизм отличался высокой напряженностью, что было результатом наличия значительных белковых ресурсов в клетках печени в виде альбуминов, мобилизация и направленное использование которых позволяло поддерживать энергетический гомеостаз. Организм гибридных цыплят, ввезенных из Германии, отличался более низкой способностью к мобилизации белковых резервов. Поэтому стресс-реакция, развивающаяся у птиц после шуттелирования, была более длительной. При этом признаки катаболического характера белкового метаболизма купировались постепенно и не исчезали через 24 часа после воздействия стресс-фактора. Следовательно, наличие в индивидуальном развитии цыплят транспортировки в 1-суточном возрасте изменяло адаптивную норму организма птиц данного кросса.

2.5. РОЛЬ ФЕРМЕНТНЫХ СИСТЕМ ПЕЧЕНИ В АДАПТАЦИОННОМ СТАТУСЕ ЦЫПЛЯТ

Мы уже отмечали, что адаптивный потенциал как сумма возможностей приспособления наиболее ярко проявляется в ходе развития стресс-реакции, длительность которой определяется генетически обусловленным запасом пластических и энергетических резервов в организме (А. Ю. Ковтутнеко, 2009; С. В. Винник, 2010).

В данном разделе нашей работы представлены особенности изменений ферментов в печени организма птиц кросса Ломан Уайт, развивающиеся в ходе стресс-реакции.

Результаты наших исследований показали, что стресс-реакция в экспериментальных условиях при шуттелировании развивалась в организме цыплят как на клеточном (активность ферментов), так и на органном (печень) уровнях, что, конечно, отражалось и на общем состоянии птиц. При этом использование в качестве клеточных маркеров активности каталитических белков, характеризующихся различной внутриклеточной локализацией (АЛАТ (аланинаминотрансфераза) – в цитоплазме, АсАТ (аспартатаминотрансфераза) – в митохондриях, ЩФ (щелочная фосфатаза) – в плазматической мембране), позволяло оценить степень клеточных повреждений при действии стресс-фактора.

Мы установили, что двух- и четырехлинейные цыплята до начала эксперимента различались по уровню ферментов в плазме крови и супернатанте печени (таблицы 7, 8), что отражалось на интенсивности обмена веществ и запасе пластических и энергетических ресурсов в их организме, определяющим в дальнейшем активность и длительность фаз стресс-реакции.

Так, в плазме крови и супернатанте печени курочек, завезенных из-за рубежа, концентрация ферментов АЛАТ и АсАТ была значительно меньше, чем у гибридов, полученных на птицефабрике. Это свидетельствовало о разной скорости использования свободных аминокислот в процессах анаболизма и катаболизма, так как АсАТ обеспечивает цикл трикарбонных кислот, АЛАТ – глюконеогенез аминокислотными субстратами, поддерживая энергетический баланс в организме птиц (Т. И. Середа, М. А. Дерхо, 2014). На фоне недостаточности биологических эффектов ферментов переаминирования повышалась роль ЩФ в сохранении энергетического гомеостаза, что проявлялось более высокой активностью фермента в клетках печени двухлинейных цыплят (таблица 7).

Таблица 7
 Ферменты крови и супернатанта печени в организме цыплят, введенных из Германии (1 серия) ($n = 5$), $X \pm Sx$

ПОКАЗАТЕЛИ	ФОН (ДО СТРЕССА)	ПОСЛЕ ШУТТЕЛИРОВАНИЯ			
		СРАЗУ	ЧЕРЕЗ 1 ЧАС	ЧЕРЕЗ 4 ЧАСА	ЧЕРЕЗ 24 ЧАСА
ПЛАЗМА КРОВИ					
АсАТ, мкмоль/ч-мл	1,51 ± 0,03	6,36 ± 0,24 ^{***}	6,95 ± 0,31 ^{***}	6,08 ± 0,17 ^{***}	5,26 ± 0,31 ^{***}
АлАТ, мкмоль/ч-мл	0,75 ± 0,02	9,75 ± 0,37 ^{***}	7,10 ± 0,33 ^{***}	5,88 ± 0,24 ^{***}	4,38 ± 0,18 ^{***}
Козэффициент де Ритиса, усл. ед.	1,95 ± 0,02	0,66 ± 0,03 ^{***}	1,00 ± 0,06 ^{***}	1,05 ± 0,04 ^{***}	1,21 ± 0,08 ^{***}
ЩФ, Ед/л	1950,08 ± 9,31	1729,49 ± 27,59 ^{***}	1015,79 ± 11,19 ^{***}	575,71 ± 10,41 ^{***}	558,98 ± 15,72 ^{***}
СУПЕРНАТАНТ ПЕЧЕНИ (НА 1 Г ВЛАЖНОЙ ТКАНИ)					
АсАТ, мкмоль/ч-мл	17,67 ± 0,51	4,51 ± 0,12 ^{***}	10,25 ± 0,21 ^{***}	11,91 ± 0,69 ^{***}	13,97 ± 0,39
АлАТ, мкмоль/ч-мл	11,89 ± 0,89	1,51 ± 0,04 ^{***}	3,08 ± 0,07 ^{***}	3,11 ± 0,07 ^{***}	3,13 ± 0,09 ^{***}
Козэффициент де Ритиса, усл. ед.	1,59 ± 0,17	3,00 ± 0,13 ^{***}	3,34 ± 0,04 ^{***}	3,86 ± 0,26 ^{***}	4,49 ± 0,16 ^{***}
ЩФ, Ед/л	1505,32 ± 76,44	919,51 ± 70,75 ^{***}	958,64 ± 52,42 ^{***}	1302,56 ± 27,80	2295,65 ± 58,26 ^{***}

Примечание. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ по сравнению с величиной «фон».

Ферментативный профиль крови и супернатанта печени в ходе развития стресс-реакции в организме двух- и четырехлинейных курочек соответствовал трем фазам: 1) латентная фаза с критическим минимумом; 2) фаза реабилитации; 3) фаза мобилизации (Г. В. Беньковская, 2009). Это служило проявлением неспецифического характера изменений в клетках печени.

Первая фаза ответной реакции организма на действие стресс-фактора характеризовалась снижением интенсивности обмена, в первую очередь аминокислот, что на уровне гепатоцитов проявлялось во временном подавлении биосинтеза каталитических белков. Следовательно, печень стремилась сохранить внутриклеточный гомеостаз путем снижения интенсивности биохимических процессов. Аналогичные данные были получены А. Н. Голиковым, Н. В. Голиковым (1987); И. Н. Тодоровым, Г. И. Тодоровым (2003). Авторы отмечали, что первая фаза стресс-реакции (латентная фаза стадии тревоги) характеризуется уменьшением биосинтеза нуклеиновых кислот и основной массы белков, является как бы переломным моментом, который в ходе развития адаптационной реакции совпадает с минимумом каждого конкретного показателя.

Это возможно благодаря тому, что экспрессия генов ферментов определяется действием стресс-факторов и лимитируется процессами транскрипции (E. Sabban, R. Kvetnansky, 2001).

В организме курочек, ввезенных на птицефабрику из Германии, латентная фаза стресс-реакции с критическим минимумом обнаруживалась сразу после шуттелирования, проявляясь максимальным уменьшением в супернатанте печени активности АсАТ и АлАТ соответственно в 3,92 и 7,87 раза ($p < 0,001$), ЩФ – в 1,64 раза ($p < 0,001$) по сравнению с фоновой величиной (таблица 7). При этом в большей степени подавлялся биосинтез аланинаминотрансферазы, что инициировало повышение значения коэффициента де Ритиса. Кроме этого, увеличивалась проницаемость клеточных мембран, как гепатоцитов, так и митохондрий, за счет чего резко возрастала концентрация каталитических белков в плазме крови (рис. 5, 7, б). Исходя из того, что реализация срочного этапа адаптации возможна только благодаря тем резервам организма, которые обусловлены генетически, за счет ранее сформированных физиолого-биохимических механизмов (Ф. З. Меерсон, М. Г. Пшенникова, 1988), можно сделать вывод: организм гибридных птиц (♀CD) обладал незначительным запасом пластических и энергетических ресурсов, который исчерпывался уже во время действия стрессора.

Динамика изменений аминотрансфераз в супернатанте печени соответствовала фазе реабилитации, которая хотя и выявлялась уже через 1 час после шуттелирования, но была мало активна и продолжительна во времени, так как и к концу эксперимента уровень АсАТ и АлАТ не достигал фоновых значений. Значит, и через 24 часа после воздействия стресс-фактора биосинтез ферментов не восстанавливался до исходного уровня. При этом активность АсАТ значительно преобладала над АлАТ, что сказывалось на значении коэффициента де Ритиса. Фаза реабилитации протекала на фоне постепенного восстановления проницаемости клеточных мембран, обеспечивающее снижение активности ферментов в плазме крови цыплят. Это подтверждалось характером изменений величин КЦР для аминотрансфераз (рис. 5).

Для щелочной фосфатазы супернатанта печени курочек (♀CD) фаза реабилитации составила 4 часа. В течение этого времени активность фермента была восстановлена практически до исходного уровня, а через 24 часа превышала фоновое значение в 1,52 раза ($p < 0,001$), что соответствовало фазе мобилизации в стресс-реакции. В то же время активность ЩФ в плазме крови птиц и через 24 часа не достигала исходного уровня (таблица 7), так как гепатоциты резко ограничивали вытек фермента из клеток в кровь (рис. 5, 6, 6).

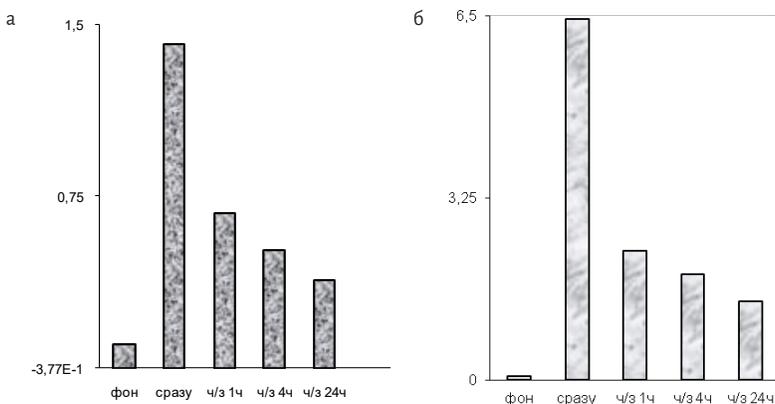


Рис. 5. Динамика КЦР (коэффициента цитолитической реакции) (усл. ед.) в ходе развития стресс-реакции в организме цыплят, ввезенных на птицефабрику из-за рубежа: а) для АсАТ; б) для АлАТ

Совокупность изменений ферментов, участвующих в обеспечении энергией организма цыплят, ввезенных на птицефабрику из Германии, свидетельствовала, что в условиях дефицита глюкозы, синтезирующей путем глюконеогенеза (АлАТ), и субстратов цикла Кребса (АсАТ) щелочная фосфатаза играла важную роль в поддержании энергетического баланса печени в ходе стресс-реакции, обеспечивая гидролиз макроэргических фосфатов. Медленная скорость восстановления активности АсАТ и АлАТ в гепатоцитах, вероятно, являлась, с одной стороны, реакцией генов ферментов на воздействие стресс-фактора, с другой стороны, недостаточного количества пластического и энергетического материала.

Таким образом, в I серии эксперимента динамика ферментов в супернатанте печени и крови гибридных курочек (♀CD) в ответ на действие стрессора свидетельствовала о нарушении нормального развития адаптивной реакции. Стресс-реакция развивалась в условиях недостаточной мобилизации систем, ответственных за приспособление организма к стрессирующему фактору. Это характерно для организмов с низким уровнем резистентности (E. Sabban, R. Kvetnansky, 2001). В этих условиях достаточно высока вероятность перехода стресс-реакции в дистресс, что повлияет на срок использования птиц и их продуктивные качества.

В организме курочек, полученных на птицефабрике (II серия эксперимента), длительность первой фазы стресс-реакции составила 1 час (таблица 8). Для нее была характерна минимальная активность АсАТ, АлАТ и ЩФ в супернатанте печени. При этом из ферментов переаминирования в наибольшей степени ограничивался синтез аланинаминотрансферазы, что сказывалось на значении коэффициента де Ритиса. Одним из путей поддержания концентрации ферментов в супернатанте печени явилось уменьшение проницаемости клеточных мембран гепатоцитов и их оргanelл. Поэтому значения коэффициентов цитолитической реакции (КЦР), отражающих соотношение между активностью ферментов в плазме крови и супернатанте печени, снижались (АлАТ, АсАТ) или практически не изменялись (ЩФ) (рис. 5, 6, а), что сказывалось на уровне каталитических белков в крови цыплят.

Через 4 часа после шуттелирования в организме курочек (♀ABCD) функциональная активность гепатоцитов соответствовала или фазе реабилитации, или фазе мобилизации стресс-реакции (таблица 8). Так, активность щелочной фосфатазы в супернатанте печени достигала фоновой величины (фаза реабилитации), а АсАТ и АлАТ превышала (фаза мобилизации) соответственно в 1,55 и 3,21 раза ($p < 0,001$).

Хотелось бы отметить, что уровень аминотрансфераз в гепатоцитах был практически одинаковым (значение коэффициента де Ритиса $0,99 \pm 0,04$), что отражало достижение некоего баланса между функциональной активностью митохондрий и интенсивностью глюконеогенеза в клетках органа. В условиях активирования биосинтеза каталитических белков проницаемость плазматических мембран органелл и клеток печени планомерно возвращалась к исходному уровню (рис. 6, 7, а), способствуя увеличению (АлАТ, АсАТ) и нормализации (ЩФ) концентрации каталитических белков в гепатоцитах.

Через 24 часа после воздействия стресс-фактора в супернатанте печени и плазме крови цыплят (♀ ABCD) увеличивалась активность АсАТ, АлАТ и ЩФ, значительно превышая фоновую величину, что было результатом не столько корректировки проницаемости гепатоцитов, сколько гиперактивации синтеза каталитических белков (таблица 8; рис. 6, 7, а).

Логично предположить, что в этих условиях источником увеличения активности сывороточных аминотрансфераз не являлась печень.

Результаты наших исследований по динамике аминотрансфераз и щелочной фосфатазы в организме цыплят совпадают с данными других авторов.

Увеличение сывороточной активности АсАТ, АлАТ и снижение ЩФ в клетках организма животных отмечалось при физическом, шумовом, иммобилизационном стрессе и стрессе «принудительного плавания» (С. В. Винник, 2010; О. В. Евдокимова, И. В. Городецкая, 2013; Р. А. Рапиев, Р. Т. Маннапова, 2013; G. E. Helal, F. Eid, M. T. Neama, 2011; A. Marjani, 2012; F. H. Al-Hashem, 2012).

Анализ данных, полученных во II серии эксперимента, позволяет констатировать следующее. Изменение активности ферментов в ходе развития стресс-реакции имело такую тенденцию, которая позволяла обеспечить мобилизацию энергетических и пластических ресурсов в печени и организме в целом, а за счет этого перейти на новый уровень обменных процессов, адекватный изменившимся условиям, что соответствует представлениям об эустрессе. Следовательно, организм гибридных птиц, полученных на птицефабрике, обладал высоким адаптационным потенциалом.

Результаты оценки характера изменений ферментативного профиля гепатоцитов согласовывались с динамикой массы печени в ходе развития стресс-реакции в организме гибридных курочек (таблица 9).

Таблица 8

Ферменты крови и супернатанта печени в организме цыплят, полученных на птицефабрике (II серия) (n = 5). X ± Sx

Показатель	Фон (до стресса)	После шутелирования			
		Сразу	Через 1 час	Через 4 часа	Через 24 часа
Плазма крови					
АсАТ, мкмоль/ч·мл	5,91 ± 0,21	4,99 ± 0,13*	2,43 ± 0,14 ^{***}	7,20 ± 0,22*	9,28 ± 0,22 ^{**}
АлАТ, мкмоль/ч·мл	2,45 ± 0,11	0,92 ± 0,03 ^{***}	0,83 ± 0,05 ^{***}	5,55 ± 0,33 ^{***}	7,71 ± 0,09 ^{***}
Коэффициент де Ритиса, усл. ед.	2,51 ± 0,23	5,55 ± 0,37 ^{***}	3,03 ± 0,25	1,33 ± 0,09 ^{**}	1,26 ± 0,01 ^{**}
ЩФ, Ед/л	2057,05 ± 20,89	1626,00 ± 40,15	1143,29 ± 57,28 ^{***}	1383,60 ± 20,06 ^{***}	1562,08 ± 23,17 ^{***}
СУПЕРНАТАНТ ПЕЧЕНИ (НА 1 Г ВЛАЖНОЙ ТКАНИ)					
АсАТ, мкмоль/ч·мл	28,46 ± 0,37	27,98 ± 1,15	23,64 ± 0,51 ^{***}	44,23 ± 1,95*	58,23 ± 2,83 ^{***}
АлАТ, мкмоль/ч·мл	14,09 ± 0,47	7,12 ± 0,14 ^{***}	6,95 ± 0,27 ^{***}	45,18 ± 2,41 ^{***}	63,00 ± 1,93 ^{***}
Коэффициент де Ритиса, усл. ед.	2,05 ± 0,09	3,91 ± 0,10 ^{**}	2,41 ± 0,48	0,99 ± 0,04*	0,92 ± 0,04 ^{***}
ЩФ, Ед/л	917,11 ± 10,52	677,09 ± 18,28 ^{***}	460,30 ± 8,81 ^{***}	918,05 ± 23,77	1343,26 ± 55,65 ^{***}

Примечание. * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001 по сравнению с величиной «фон».

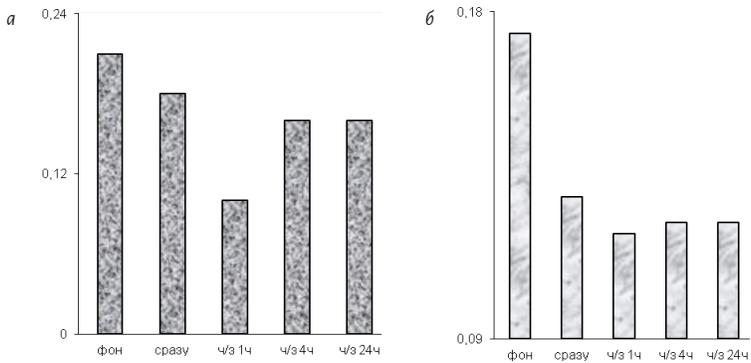


Рис. 6. Динамика КЦР (усл. ед) в ходе развития стресс-реакции в организме курочек, полученных на птицефабрике: а) для АсАТ; б) для АлАТ

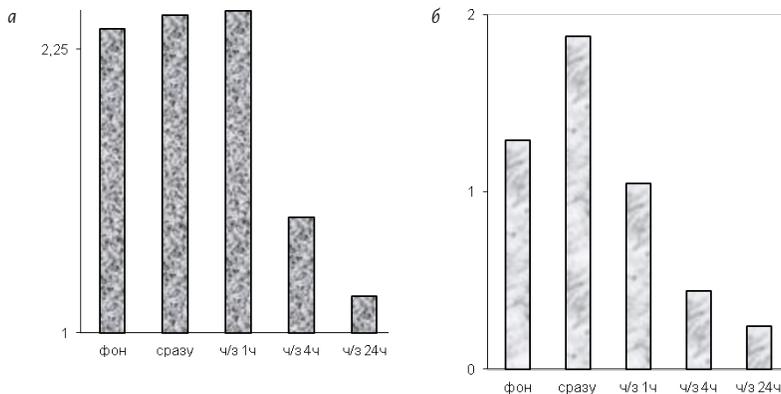


Рис. 7. Динамика КЦР (ЩФ) (усл. ед) в ходе развития стресс-реакции в организме курочек в: а) II серии эксперимента; б) I серии эксперимента

Таблица 9

Масса печени курочек ($n = 5$), $X \pm Sx$

Показатели	Фон (до стресса)	После шуттелирования			
		Сразу	Через 1 час	Через 4 часа	Через 24 часа
I серия	9,90 ± 0,11	11,75 ± 0,09***	13,25 ± 0,07***	12,85 ± 0,08***	12,50 ± 0,13***
II серия	7,22 ± 0,10	8,87 ± 0,04***	9,09 ± 0,09***	11,71 ± 0,11***	9,03 ± 0,083***

Примечание. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ по сравнению с величиной «фон».

Так, до эксперимента в организме птиц, ввезенных на птицефабрику из-за рубежа, масса печени составила $9,90 \pm 0,11$ г. В то же время у гибридов (♀ABC D), полученных на птицефабрике, величина показателя была равна $7,22 \pm 0,10$ г (таблица 9).

Логично предположить, что имеющиеся существенные различия в массе печени у курочек не могут быть только результатом отличий в генотипе. Вероятно, в органе цыплят, ввезенных из Германии, имело место наличие дистрофических изменений, сопровождающихся снижением биосинтетической активности клеток. В этом случае становится понятна низкая адаптационная реактивность гепатоцитов.

В ходе развития стресс-реакции масса печени цыплят (♀CD) планомерно увеличивалась, превышая фоновое значение на $18,68-33,84\%$ ($p < 0,001$). При этом максимальную величину изучаемый показатель имел через 1 час после окончания шуттелирования, и превышал фоновое значение в 1,4 раза.

Аналогичная динамика массы печени была выявлена и во II серии эксперимента. Только прирост показателя происходил в течение 4 часов после действия стрессора (таблица 9). При этом через 4 часа эксперимента показатель достигал максимальной величины, превышая фоновое значение в 1,62 раза ($p < 0,001$).

Считаем, что масса печени как в I, так и II сериях опыта увеличивалась за счет повышения кровенаполненности органа.

Хотелось бы отметить, что у гибридных курочек (♀ABC D) через 24 часа эксперимента масса печени уменьшалась, хотя и не достигала исходного уровня (таблица 9).

Результаты наших исследований согласуются с данным И. С. Выборова, Удвал Ханджав, Л. С. Васильева и др. (2005), согласно которым при иммобилизационном стрессе в печени крыс развивалось венозное полнокровие с застойными явлениями, расширялись внутريدольковые синусоидные капилляры, часть из которых разрушалась, что приводило к нарушению питания гепатоцитов. При этом наибольшие изменения структуры и функции печени наблюдались в период перехода стадии тревоги в стадию резистентности. При этом в стадию резистентности иммобилизационного стресса структура печени, несмотря на активную пролиферацию гепатоцитов, восстанавливалась лишь частично.

И. В. Городецкая, Е. А. Гусакова (2014) установили, что выраженность изменений структуры печени зависит от стадии реакции на стресс. Стадия тревоги сопровождается появлением, с одной стороны, патоло-

гических изменений (развитием дистрофии гепатоцитов), а с другой – адаптивных (повышением кровотока в синусоидных капиллярах). Эти изменения сохраняются и на стадии резистентности.

Исходя из вышесказанного, можно утверждать, что адаптивные изменения в большей степени были выражены в печени гибридных цыплят (♀ABCD), что и отразилось на активности ферментов и функциональном состоянии органа.

Таким образом, результаты наших исследований показали, что динамика изменения активности сывороточных ферментов после воздействия шуттелирования в организме цыплят соответствовала классической картине развития этапа срочной адаптации в общем адаптационном синдроме:

- у цыплят, полученных на птицефабрике, длительность латентной фазы с критическим минимумом составила 1 час, характеризовалась снижением концентрации ферментов в супернатанте печени и плазме крови. Через 4 часа после воздействия стрессора она переходила в фазу реабилитации и фазу мобилизации, обеспечивая восстановление и повышение активности ферментов в организме птиц. Характер изменений ферментативного профиля крови и печени, а также массы печени свидетельствовал о высоком адаптационном потенциале организма курочек;
- у цыплят, ввезенных на птицефабрику из-за рубежа, динамика изменений массы печени, активности аминотрансфераз и ЩФ в супернатанте печени и крови свидетельствовала о нарушении нормального формирования адаптивной реакции организма, что отражало их низкие адаптационные возможности.

2.6. ХАРАКТЕРИСТИКА ФЕРМЕНТНЫХ СИСТЕМ СЕРДЦА ЦЫПЛЯТ

Воздействие некоторых технологических факторов на животный организм не всегда соответствует их естественным физиологическим возможностям и приводит к перенапряжению отдельных органов и систем и, как следствие, развитию состояния стресса. Так, адаптационные возможности сельскохозяйственных птиц определяют не только состояние здоровья их организма, но и степень реализации генетического потенциала, получение биологически полноценной продукции и экономику производства (Л. К. Бусловская, О. Л. Ковалева, 2007; А. Ю. Ковтуненко, 2009; Т. И. Середя, Л. Ш. Горелик, М. А. Дерхо, 2013; А. В. Деева, М. Л. Зайцева, 2015). Поэтому для максимального снижения уровня негативных последствий от действия различных стресс-факторов необходимо знать адаптационный потенциал современных кроссов птиц. Поскольку в настоящее время большинство птицефабрик используют импортный генетический ресурс, оценка приспособительных способностей завезенного поголовья позволит значительно снизить потери, вызванные стрессовым состоянием птицы в новой технологической среде.

Установлено, что одной из основных мишеней стрессовой реакции являются сердце и сердечно-сосудистая система в целом (Н. В. Мамылина, Н. А. Белоусова, 2003; Г. В. Порядина, 2009; Л. Г. Прошина, Л. М. Антонова, Н. П. Федорова [и др.], 2013). Так, острое стрессорное воздействие приводит к нарушению функционирования сердечно-сосудистой системы, снижению электрической стабильности сердца и нарушению метаболизма в кардиомиоцитах (Ф. З. Меерсон, 1981). Поэтому в нашей работе мы оценили функциональное и метаболическое состояние органа по уровню ферментов в его супернатанте.

Результаты наших исследований показали, что гибридные цыплята (♀CD), ввезенные на птицефабрику из Германии, до начала эксперимента имели в супернатанте сердца активность ЩФ $487,36 \pm 45,21$ Ед/л, АсАТ $17,46 \pm 0,28$ мкмоль/ч·мл, АлАТ $6,26 \pm 0,36$ мкмоль/ч·мл в пересчете на 1 г влажной ткани. При этом уровень АсАТ в $2,79 \pm 0,13$ раза преобладал над АлАТ (таблица 10).

Таблица 10
 Ферменты супернатанта сердца (на 1 г влажной ткани) курочек, ввезенных на птицефабрику
 из Германии ($n = 5$), $X \pm Sx$

Показатель	Фон (до стресса)	После шуттелирования			
		Сразу	Через 1 час	Через 4 часа	Через 24 часа
АсАТ, мкмоль/ч-мл	17,46 ± 0,28	9,27 ± 0,29 ^{***}	11,65 ± 0,28 ^{***}	11,01 ± 0,44 ^{***}	18,75 ± 0,55
АлАТ, мкмоль/ч-мл	6,26 ± 0,36	1,84 ± 0,26 ^{***}	1,87 ± 0,30 ^{***}	1,78 ± 0,19 ^{***}	3,03 ± 0,09 ^{***}
Коэффициент де Ритиса, усл. ед.	2,79 ± 0,13	5,04 ± 1,08 [*]	6,23 ± 1,56 [*]	6,18 ± 0,74 ^{***}	6,19 ± 0,38 ^{***}
ЩФ, Ед/л	487,36 ± 45,21	205,07 ± 6,35 ^{***}	189,42 ± 21,77 ^{***}	172,50 ± 4,28 ^{***}	254,38 ± 12,06 ^{***}

Примечание. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ по сравнению с величиной «фон».

В динамике ферментов супернатанта сердца, как и печени, после шуттелирования выявлялись изменения, соответствующие трем фазам развития стресс-реакции:

- 1) фаза критического минимума;
- 2) фаза реабилитации;
- 3) фаза мобилизации (Г. В. Беньковская, 2009; С. Ю. Харлап, М. А. Дерхо, 2015).

В первую фазу развития стресс-реакции происходило резкое снижение активности ферментов в клетках сердца курочек (♀ CD) (таблица 10), что свидетельствовало об ограничении реакций синтеза каталитических белков и энергии. Логично предположить, что тропные и эффекторные гормоны, определяющие развитие стресс-реакции и формирование адаптаций, влияли на процессы анаболизма энзимов. Это являлось результатом трансформации пластических резервов организма на энергетические цели.

Результаты наших исследований подтверждают данные Е. А. Колесника, М. А. Дерхо (2015), согласно которым в ходе приспособления организма к действию внешних факторов наблюдается переходное балансовое снижение тех или иных функций, опосредованных регулирующим действием адренокортикотропного гормона и кортизола. Оценивая изменения активности ферментов в крови животных при технологическом стрессе, Н. И. Ярован тоже отмечала, что синтез ферментов сопряжен с действием стрессовых гормонов (Н. И. Ярован, 2015).

Длительность фазы критического минимума определялась видом фермента. Так, для АлАТ и ЩФ она составила более 4 часов. При этом максимальную выраженность имела через 4 часа после шуттелирования. При этом активность АлАТ и ЩФ уменьшалась соответственно в 3,51 и 2,83 раза ($p < 0,001$) по сравнению с фоновой величиной. Для АсАТ фаза критического минимума ограничивалась временем воздействия стрессора, так как наименьший уровень фермента в супернатанте сердца выявлялся сразу после окончания шуттелирования. Из ферментов переминирования в большей степени подавлялся синтез АлАТ, что служило основой для повышения значения коэффициента де Ритиса (таблица 10).

Следовательно, в фазу критического минимума развития стресс-реакции наблюдалось снижение метаболической активности и, следовательно, функциональных возможностей кардиомиоцитов в организме цыплят, ввезенных на птицефабрику из-за рубежа. Однако интенсивность падения энзимов была различной, что, очевидно, свидетельствовало

о различном вкладе исследуемых ферментов в поддержание адаптационных способностей сердца.

Фаза реабилитации и фаза мобилизации в супернатанте сердца были специфичны только для АСАТ. При этом начало фазы реабилитации мы не установили, так как она развивалась в период между 4 и 24 часами эксперимента, а признаки фазы мобилизации появлялись через 24 часа после шуттелирования (таблица 10) в виде повышения активности АСАТ по сравнению с исходным значением на 7,39 %. Уровень АлАТ и ЩФ в супернатанте сердца не достигал фоновой величины и через 24 часа после действия стрессора. В это время только начинался процесс восстановления их активности.

Совокупность полученных данных свидетельствовала, что сердце в организме курочек, ввезенных на птицефабрику из Германии в суточном возрасте, обладало низким адаптационным потенциалом, как и печень.

У гибридных цыплят (♀АВСD), полученных на птицефабрике (II серия), длительность первой фазы стресс-реакции составила не более 1 часа и определялась видом фермента (таблица 11).

Для ЩФ признаки фазы критического минимума не были нами выявлены, а минимальная активность АСАТ, АлАТ в супернатанте сердца регистрировалась через 1 час после действия стрессора. Из аминокислот в наибольшей степени ингибировался синтез АСАТ, за счет чего уменьшалось значение коэффициента де Ритиса. Следовательно, в условиях угнетения белкового синтеза организм цыплят ограничивал степень использования свободных аминокислот в цикле Кребса, что сказывалось на его биоэнергетическом состоянии.

Вероятно, одной из причин являлась способность катехоламинов увеличивать потребность миокарда в кислороде после действия стресс-фактора (Г. В. Порядина, 2009; E. Sabban, R. Kvetnansky, 2001). Поэтому в клетках сердца подавлялась активность АСАТ и АлАТ, уменьшая поток углерода в цикл Кребса и снижая потребление кислорода (Д. У. Черкесова, 2013). Одной из причин уменьшения активности АСАТ в сердце цыплят после шуттелирования, согласно данным (Л. Г. Прошина, Л. М. Антонова, Н. П. Федорова [и др.], 2013) являлось как уменьшение в органе количества митохондрий, так и изменение их функционального состояния. В силу особой роли сердца в процессах жизнедеятельности организма в кардиомиоцитах компенсаторно повышалась активность ЩФ, позволяя перераспределять и восполнять энергетические ресурсы и за счет этого обеспечивать функционирование систем, ответственных за компенсаторно-приспособительные реакции.

Ферменты супернатанта сердца (на 1 г влажной ткани) курочек, полученных на птицефабрике ($n = 5$), $\bar{X} \pm Sx$

Показатель	Фон (до стресса)	После шутелирования			
		Сразу	Через 1 час	Через 4 часа	Через 24 часа
АсАТ, мкмоль/ч-мл	37,14 ±1,44	30,92 ±0,58**	22,66 ±0,45***	145,31 ±6,92***	114,38 ±11,00***
АлАТ, мкмоль/ч-мл	16,83 ±1,01	14,91 ±0,47	12,36 ±0,89*	86,84 ±7,36***	38,78 ±2,58***
Коэффициент де Ритиса, усл. ед.	2,21 ±0,21	2,07 ±0,11	1,88 ±0,10	1,67 ±0,19**	2,95 ±0,50
ЩФ, Ед/л	173,57 ±8,84	789,09 ±25,74***	1975,39 ±38,93***	887,40 ±9,57***	207,17 ±7,25

Примечание. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ по сравнению с величиной «фон».

Фаза реабилитации не была нами выявлена в обозначенные сроки исследования. Поэтому мы объединили ее с фазой мобилизации, получив фазу реабилитации и мобилизации. Признаки данной фазы стресс-реакции в организме цыплят (♀ABCD) для АсАТ и АлАТ обнаруживалась через 4 часа после шуттелирования по увеличению их активности, а для ЩФ – сразу после окончания действия стрессора (таблица 11). Черты данной фазы выявлялись и в конце эксперимента. Следовательно, в клетках сердца и в организме цыплят уже через 4 часа после действия стресс-фактора стимулировался обмен свободных аминокислот, сопряженный с реакциями фосфолирования, что позволяло птицам быстро приспосабливаться к условиям среды.

Важную роль в функционировании физиологических систем организма играет упорядоченная «архитектура» клеточной мембраны. Ее повреждение в условиях стресса приводит к высвобождению внутриклеточных ферментов и, как следствие, к повышению их активности в крови (О. В. Евдокимова, И. В. Городецкая, 2013; С. Ю. Харлап, М. А. Дерхо, 2015). Поэтому для оценки состояния мембран клеток сердца в ходе развития стресс-реакции мы рассчитали значения коэффициентов цитолитической реакции, то есть их проницаемости (КЦР) по соотношению между активностью ферментов в плазме крови и супернатанте сердца (таблицы 7, 8, 10, 11).

В организме гибридных цыплят, ввезенных из Германии (I серия), проницаемость мембран клеток сердца возрастала, так как значения КЦР, рассчитанных для АсАТ, АлАТ и ЩФ, увеличивались, свидетельствуя о патологических изменениях в кардиомиоцитах при экспериментальном стрессе. Поэтому уровень ферментов в супернатанте сердца данных гибридов был значительно меньше, чем у курочек, полученных на птицефабрике в соответствующие сроки исследования (таблица 12).

В организме четырехлинейных гибридов (♀ABCD) шуттелирование тоже инициировало функциональную и структурную перестройку мембранного аппарата клеток сердца. При этом проницаемость мембран в фазу критического минимума стресс-реакции резко снижалась, о чем свидетельствовало уменьшение величин КЦР для АсАТ, АлАТ и ЩФ (таблица 12). Следовательно, сердце в условиях ингибирования синтеза каталитических белков ограничивало их вытек из органа в кровь. Хотелось бы отметить, что структура мембран клеток сердца не восстанавливалась полностью и к концу эксперимента.

Таблица 12

Коэффициенты цитолитической реакции (проницаемости) мембран ($n = 5$), $X \pm Sx$

Показатель	Серия эксперимента	Фон (до стресса)	После шутелирования			
			Сразу	Через 1 час	Через 4 часа	Через 24 часа
КЦР (AcAT)	I	8,65 ± 0,26	68,61 ± 3,98***	59,66 ± 1,84***	55,22 ± 3,78***	28,05 ± 2,43***
	II	15,91 ± 0,18	16,13 ± 0,25	10,72 ± 0,48***	4,95 ± 0,22*	8,11 ± 1,01***
КЦР (AlaAT)	I	11,98 ± 0,54	529,89 ± 99,66***	379,67 ± 10,64***	330,33 ± 44,19***	144,55 ± 7,72***
	II	14,56 ± 0,85	6,17 ± 0,55***	6,72 ± 0,41***	6,39 ± 0,81***	17,46 ± 1,95
КЦР (ЩФ)	I	400,13 ± 52,64	843,36 ± 23,44***	536,26 ± 52,64*	333,74 ± 10,49	219,74 ± 14,24***
	II	1185,14 ± 51,19	206,06 ± 5,10***	57,88 ± 2,82***	155,91 ± 2,33**	754,01 ± 39,88**

Примечание. * $p < 0,05$; *** $p < 0,001$ по сравнению с величиной «до опыта».

Таблица 13

Масса сердца ($n = 5$), $X \pm Sx$

Показатели	Фон (до стресса)	После шутелирования			
		Сразу	Через 1 час	Через 4 часа	Через 24 часа
I серия	2,45 ± 0,01	3,30 ± 0,01***	3,10 ± 0,01***	2,90 ± 0,02***	2,70 ± 0,01***
II серия	2,59 ± 0,04	2,59 ± 0,003	2,79 ± 0,02**	3,25 ± 0,06**	2,62 ± 0,03

Примечание. ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ по сравнению с величиной «фон».

Динамика ферментов в супернатанте сердца в ходе развития стресс-реакции сопряжена с массой органа (таблица 13). При оценке изменений изучаемого показателя у цыплят во II серии эксперимента обращает на себя внимание тот факт, что он был стабилен в ходе всего эксперимента, за исключением величины, соответствующей сроку исследования через 4 часа после шуттелирования.

Именно в этот период в супернатанте сердца резко возростала активность изучаемых ферментов (таблица 11) как результат увеличения кровенаполненности органа и активации метаболической активности кардиомиоцитов. Следовательно, сердце обладало высоким адаптационным потенциалом, что, с одной стороны, было результатом его особой функциональной роли в процессах жизнедеятельности, а с другой стороны – общей высокой реактивности организма птиц.

Результаты наших исследований согласуются с данными В. Г. Подковкина, Д. Г. Иванова (2007), установившими, что относительная масса сердца в организме животных при тепловом стрессе значительно изменялась только через 9 суток эксперимента. В течение первых трех суток ежедневной тепловой нагрузки в органе крыс даже не происходит изменение уровня гликогена.

По мнению А. Д. Слоним (1981), изменение массы сердца крыс в условиях физиологической нагрузки в первую очередь зависит от роста или деградации мышечной ткани сердца. При этом в условиях благоприятной адаптации, как правило, наблюдается гипертрофия сердца.

Однако в организме цыплят, ввезенных из Германии (I серия), масса сердца сразу после воздействия стресс-фактора увеличивалось в 1,35 раза ($p < 0,001$) и до конца эксперимента превышала фоновую величину в 1,10–1,27 раза. Следовательно, орган у цыплят, ввезенных из-за рубежа, обладал низким адаптационным потенциалом и был чувствителен к воздействию стресса, что инициировало в нем появление дистрофических изменений и отразилось на метаболической активности кардиомиоцитов.

Полученные результаты согласуются с результатами работ Ф. З. Меерсона (1984), В. В. Елисеева, Н. С. Сапронова (2000). Авторы отмечали, что при воздействии экстремальных факторов может происходить стрессорное повреждение миокарда, связанное с липотропным эффектом катехоламинов и глюкокортикоидов. Считается доказанным, что эти гормоны участвуют в реализации липидной триады, то есть усиливают действие липаз, фосфолипаз, интенсивность ПОЛ и детергентное действие жирных кислот.

Согласно данным Л. Г. Прошина, Н. П. Федорова, О. С. Быкова (2010), кардиомиоциты, являясь детерминированными клетками миокарда, при экстремальных воздействиях и в частности при стрессе различной этиологии в значительной мере определяют его сократительную способность. При этом изменения клеток носят неспецифический характер: уменьшается объемная плотность кардиомиоцитов и повышается объемная плотность соединительнотканного компартмента. Однонаправлена, но с разной степенью выражена метаболическая активность СДГ, ЛДГ и гликогена. На модификацию функциональной активности и структурной организации миокарда, очевидно, оказывает определенное влияние окислительный стресс. Морфофункциональные изменения носят адаптивно-компенсаторный характер и вызваны реакцией клеток и тканей на воздействие стресса.

Основываясь на вышеприведенных литературных данных, можно утверждать, что характер и направленность изменений массы сердца в организме гибридных цыплят были результатом адаптивной реакции органа на воздействие шуттелирования. При этом отличия в изменение параметра отражали адаптивно-компенсаторный потенциал органа.

Таким образом, результаты наших исследований показали, что адаптационные способности клеток сердца гибридов, введенных из-за рубежа и полученных на птицефабрике, оцениваемые по активности ферментов переаминирования, щелочной фосфатазы, массы сердца, существенно различаются. В организме цыплят, полученных на птицефабрике, кардиомиоциты обладали высоким адаптационным потенциалом, что отражалось на их метаболической и функциональной активности и, как следствие, массе сердца. Поэтому длительность первой фазы (фазы критического минимума) в стресс-реакции была минимальной (в пределах 1 часа); характеризовалась снижением активности аспартатаминотрансферазы (АсАТ), аланинаминотрансферазы (АлАТ) и щелочной фосфатазы (ЩФ) в супернатанте сердца и через 4 часа после воздействия стресс-фактора переходила в фазу реабилитации и мобилизации за счет увеличения кровенаполненности сердца, обеспечивая восстановление и повышение активности ферментов в кардиомиоцитах и крови птиц. При этом сердце поддерживало свою функциональную активность за счет ограничения проницаемости клеточных мембран, что служило проявлением высокой адаптационной способности органа.

В группе цыплят, введенных из-за рубежа, динамика изменений аминотрансфераз и щелочной фосфатазы в супернатанте сердца и крови,

массы сердца свидетельствовала о нарушении нормального формирования адаптивной реакции организма за счет морфофункциональных изменений кардиомиоцитов, оцениваемых по массе сердца, что отражало низкие адаптационные возможности органа. Считаем, что установленные нами адаптационные характеристики сердца в организме гибридов из Германии связаны не только с наличием в генотипе двух линий, но в большей степени с присутствием в постнатальном онтогенезе транспортировкой в 1-суточном возрасте.

2.7. ОЦЕНКА РОЛИ ФЕРМЕНТНЫХ СИСТЕМ ПОЧЕК В РАЗВИТИИ СТРЕСС-РЕАКЦИИ У ЦЫПЛЯТ

Мы уже отмечали, что в последние годы воспроизводство высокопродуктивных кроссов птиц на птицефабриках России происходило в основном за счет импорта родительских форм цыплят (Т. И. Пахомова, 2008). Однако в новых экономических условиях из-за высокой цены племенного материала птицефабрики пытаются сократить экономические затраты, что побуждает искать пути сокращения расходов. В этих условиях оценка адаптационного потенциала цыплят, ввозимых из-за рубежа, приобретает особую актуальность.

Установлено, что для реализации генетического потенциала большое значение имеют адаптационные способности птиц (В. М. Иванов, С. В. Ковешникова, 2006), которые можно оценить по характеру формирования стресс-реакции под действием стрессоров. Для птиц, содержащихся в промышленных условиях, одним из самых распространенных стресс-факторов является транспортировка и перегруппировка (Л. К. Бусловская, О. Л. Ковалева, 2007; А. Ю. Ковтуненко, 2009; А. J. Carlisle, M. A. Mitchell, R. R. Hanter et. al., 1998). Например, время нахождения цыплят в транспортной таре определяет уровень снижения массы тела (С. И. Плященко, В. Т. Сидоров, 1987).

Первичной эффекторной мишенью стресса являются надпочечники, состояние которых тесно взаимосвязано с функциональной активностью почек (Ю. В. Полина, Е. Б. Родзаевская, Л. И. Наумова [и др.], 2007; В. Д. Тупикин, Ю. В. Полина, И. А. Уварова [и др.], 2010). Так, под действием стрессоров в почках животных протекают компенсаторно-приспособительные процессы, в которые вовлекаются все отделы и компоненты нефрона, а также сосудистая система (В. Д. Тупикин, Е. Б. Родзаевская, И. А. Уварова [и др.], 2013). Это служит доказательством участия почек в реализации адаптационной стратегии организма.

Одним из чувствительных биоиндикаторов действия стрессоров различного происхождения являются ферменты, отражающие физиолого-биохимическое состояние организма и его адаптационные возможности (Л. К. Бусловская, О. Л. Ковалева, 2007; А. Ю. Ковтуненко, 2009; О. В. Евдокимова, И. В. Городецкая, 2013; О. А. Хижнева, М. А. Дерхо, Т. И. Середа, 2014). При этом в основном изучена информативность сывороточных ферментов (Н. Н. Ковалев, 2003; О. А. Хижнева, М. А. Дерхо, Т. И. Середа, 2014; A. Marjani, 2012). В то же время ферментативные из-

менения клеток внутренних органов, в том числе и почек, недостаточно отражены в литературе.

В данном разделе работы представлена оценка динамики активности АсАТ, АлАТ и ЩФ в супернатанте почек, массы почек в организме гибридных курочек, ввезенных из-за рубежа и полученных на птицефабрике, в ходе стресс-реакции, развивающейся на фоне моделированного производственного стресса перегруппировки и транспортировки.

Установлено, что линейность гибридных цыплят влияла на фоновый уровень ферментов в супернатанте почек. Так, у двухлинейных курочек, ввезенных на птицефабрику из Германии, активность ЩФ в органе составила $1790,17 \pm 25,52$ Ед/л, АсАТ $19,30 \pm 0,26$ мкмоль/ч·мл, АлАТ $16,27 \pm 0,21$ мкмоль/ч·мл на 1 г влажной ткани (I серия эксперимента). При этом соотношение аминотрансфераз, оцениваемое по величине коэффициента де Ритиса, было равно $1,19 \pm 0,02$ усл. ед. (таблица 14).

Полученные данные свидетельствовали, что в организме курочек (♀CD) почки для покрытия своих энергозатрат использовали незначительное количество свободных аминокислот через биологические эффекты АсАТ и АлАТ как метаболитов цикла Кребса (Т. И. Середа, М. А. Дерхо, 2014). Основную часть энергии орган получал за счет активности ЩФ, то есть за счет гидролиза органических монофосфатов. Возможно, одной из причин этого являлось нарушение соотношения между константой Михаэлиса ферментов и концентрацией субстрата (Н. Н. Ковалев, 2003). В этих условиях, с одной стороны, ЩФ способствовала образованию и высвобождению энергии за счет транспорта фосфатов через плазматические мембраны, что проявлялось более высокой активностью фермента в клетках почек импортных цыплят. С другой стороны, свидетельствовало о недостаточном пуле свободных аминокислот, что в целом отражало низкие резервные возможности почек.

В организме четырехлинейных курочек (II серия), полученных на птицефабрике, активность ЩФ в органе составила $399,41 \pm 10,76$ Ед/л, АсАТ $126,06 \pm 2,42$ мкмоль/ч·мл, АлАТ $57,32 \pm 3,22$ мкмоль/ч·мл на 1 г влажной ткани, значение коэффициента де Ритиса оказалось равным $2,19 \pm 0,16$ усл. ед. (таблица 15). Следовательно, почки для покрытия своих энергозатрат активно использовали и свободные аминокислоты (АсАТ, АлАТ), и органические монофосфаты (ЩФ), что служит проявлением сбалансированного резервного потенциала органа.

Таблица 14

Ферменты супернатанта почек (на 1 г влажной ткани) курочек, ввезенных на птицефабрику из Германии ($n = 5$), $X \pm Sx$

Показатель	Фон (до стресса)	После шутелирования			
		Сразу	Через 1 час	Через 4 часа	Через 24 часа
АсАТ, мкмоль/ч-мл	19,30 ±0,26	18,04 ±0,39	17,34 ±0,27*	9,61 ±0,19***	6,91 ±0,22***
АлАТ, мкмоль/ч-мл	16,27 ±0,21	4,85 ±0,18***	3,76 ±0,11***	4,27 ±0,07***	4,56 ±0,10***
Коэффициент де Ритиса, усл. ед.	1,19 ±0,02	3,72 ±0,16***	4,61 ±0,15***	2,25 ±0,07***	1,52 ±0,06***
ЩФ, Ед/л	1790,17 ±25,52	434,72 ±7,31***	647,89 ±17,43***	675,96 ±11,78***	619,73 ±8,43***

Примечание. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ по сравнению с величиной «фон».

Таблица 15

Ферменты супернатанта почек (на 1 г влажной ткани) курочек, полученных на птицефабрике ($n = 5$), $X \pm Sx$

Показатель	Фон (до стресса)	После шутелирования			
		Сразу	Через 1 час	Через 4 часа	Через 24 часа
АсАТ, мкмоль/ч-мл	126,06 ±2,42	90,46 ±2,07***	51,11 ±1,82***	297,11 ±6,22***	293,55 ±8,97***
АлАТ, мкмоль/ч-мл	57,32 ±3,22	33,75 ±1,24***	17,39 ±0,63***	123,07 ±2,31**	233,75 ±2,45***
Коэффициент де Ритиса, усл. ед.	2,19 ±0,16	2,68 ±0,09*	2,94 ±0,24*	2,42 ±0,05*	1,25 ±0,07***
ЩФ, Ед/л	399,41 ±10,76	252,52 ±5,52***	1508,13 ±51,27***	4054,55 ±87,80***	5091,67 ±138,49***

Примечание. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ по сравнению с величиной «фон».

Ферменты являются параметрами гомеостаза почек, которые очень быстро реагируют действие стресс-фактора. Динамика их активности в ходе развития стресс-реакции соответствовала трем фазам (Г. В. Беньковская, 2009):

- 1) латентная фаза с критическим минимумом;
- 2) фаза реабилитации;
- 3) фаза мобилизации.

У курочек, ввезенных из Германии на птицефабрику, наступление и выраженность соответствующих фаз стресс-реакции зависели от вида фермента. Так, изменение активности аминотрансфераз в клетках почек соответствовало латентной фазе стресс-реакции с критическим минимумом, ее признаки обнаруживались в течение 24 часов после шуттелирования. При этом наименьшая активность АсАТ была установлена в конце эксперимента, а АлАТ – через 1 час после стресса (таблица 14). В клетках почек в большей степени подавлялся биосинтез аланинаминотрансферазы, что сказывалось на значениях коэффициента де Ритиса. Следовательно, в организме двухлинейных гибридных курочек в ходе развития стресс-реакции резко ограничивалось использование аминокислот в процессах глюконеогенеза. Это было результатом изменения проницаемости плазматических мембран в почках, о чем свидетельствовало повышение величины КЦР и изменение уровня ферментов в крови (таблицы 7, 14, 16). Логично предположить, что организм птиц обладал значительно меньшим запасом пластических и, как следствие, энергетических ресурсов, обеспечивающим его адаптацию к действию стресс-фактора. Этот вывод согласуется с данными Ф. З. Меерсона, М. Г. Пшенникова (1988), согласно которым реализация срочного этапа адаптации возможна только благодаря тем резервам организма, которые обусловлены генетически, за счет ранее сформированных физиолого-биохимических механизмов.

Активность щелочной фосфатазы в супернатанте почек имела минимальное значение сразу после шуттелирования (таблица 14), что соответствовало латентной фазе с критическим минимумом в структуре стресс-реакции. В ходе дальнейшего эксперимента концентрация фермента постепенно увеличивалась, что можно расценивать как протекание фазы реабилитации. Однако и через 24 часа после шуттелирования активность ЩФ была меньше фоновой величины в 2,88 раза ($p < 0,001$). Аналогичные данные получены О. В. Евдокимовой, И. В. Городецкой (2013) при длительной насильственной иммобилизации крыс. Возможно, одной из причин снижения активности ЩФ в супернатанте почек было увеличение

скорости выхода фермента из клеток почек в кровь за счет повышения проницаемости плазматических мембран или уменьшения их стабильности в результате гипертрофии частей нефрона на фоне нарушения кровообращения. Об этом свидетельствовала динамика значения КЦР (ЩФ) (таблица 16). Изменение проницаемости клеточных мембран при действии стрессоров различной этиологии наблюдали Р. Воуа, Г. Кроета (2008).

Совокупность изменений активности ферментов в почках курочек, ввезенных на птицефабрику из Германии, свидетельствовала о том, что орган в ходе развития стресс-реакции после шуттелирования испытывал дефицит энергии за счет недостаточного запаса белковых субстратов. Поэтому стресс-реакция была длительна во времени и малоактивна, что характерно для организмов с низким уровнем резистентности (Ф. З. Мерсон, М. Г. Пшенникова, 1988). В этих условиях достаточно высока вероятность перехода стресс-реакции в дистресс.

В почках цыплят, полученных на птицефабрике (II серия), фазы стресс-реакции обнаруживались в течение первых 24 часов после шуттелирования с частотой механических движений 160 в минуту, что для птиц, согласно данным (А. Ю. Ковтуненко, 2009), является стресс-фактором. Первая фаза ответной реакции организма была максимально выражена для АлАТ и АсАТ через 1 час, а ЩФ – сразу после действия стрессора (таблица 15) и проявилась уменьшением активности ферментов в супернатанте почек до минимума за счет подавления их биосинтеза. Возможно, это было результатом изменений транскрипционной активности генов почки, контролирующей синтез данных каталитических белков (Т. О. Пыльник, 2011). Одним из путей поддержания концентрации ферментов в клетках органа явилось уменьшение количества каталитических белков, мигрирующих из почек в кровь. Об этом свидетельствовало увеличение величины КЦР (таблица 16), отражающей соотношение ферментов в крови и супернатанте почек, что сказывалось на уровне каталитических белков в крови цыплят (таблица 8). Аналогичные данные были получены (И. Н. Тодоров, Г. И. Тодоров, 2003; Л. К. Бусловская, О. Л. Ковалева, 2007).

Фаза реабилитации стресс-реакции для исследуемых ферментов в супернатанте почек была очень короткой и не зарегистрирована нами в ходе эксперимента. Однако через 1 час после шуттелирования было установлено резкое повышение активности ЩФ, что свидетельствовало о наступлении фазы мобилизации стресс-реакции для физиологических систем, контролирующей уровень энзима в почках (таблица 15).

Коэффициент цитолитической реакции ферментов ($n = 5$), $X \pm Sx$

Показатель	Серия эксперимента	Фон (до стресса)	После шутелирования			
			Сразу	Через 1 час	Через 4 часа	Через 24 часа
КЦР (АсАТ), усл. ед.	I	78,23 \pm 2,11	352,54 \pm 17,61 ^{***}	400,81 \pm 6,56 ^{***}	632,66 \pm 13,53 ^{***}	761,22 \pm 41,82 ^{***}
	II	46,89 \pm 2,19	55,57 \pm 2,37	47,22 \pm 1,48	24,31 \pm 0,27 ^{***}	33,31 \pm 2,09 ^{**}
КЦР (АлАТ), усл. ед.	I	46,10 \pm 2,14	2010,31 \pm 153,18 ^{***}	1888,29 \pm 182,09 ^{***}	1377,05 \pm 46,33 ^{***}	960,52 \pm 60,37 ^{***}
	II	38,74 \pm 0,87	27,16 \pm 0,98 ^{***}	48,00 \pm 0,41 ^{**}	45,09 \pm 2,16	32,89 \pm 0,39 ^{***}
КЦР (ЩФ), усл. ед.	I	1089,32 \pm 35,63	3978,39 \pm 151,90 ^{***}	1567,84 \pm 98,39 ^{***}	851,69 \pm 38,89 ^{***}	901,97 \pm 36,15 ^{***}
	II	5150,22 \pm 115,24	6439,09 \pm 54,66 ^{***}	758,08 \pm 37,76 ^{***}	341,24 \pm 7,21 ^{***}	306,79 \pm 5,77 ^{***}

Примечание. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ по сравнению с величиной «фон».

Для ферментов переаминирования данная фаза обнаруживалась через 4 часа после действия стрессора, при этом активность АсАТ преобладала над АлАТ (коэффициент де Ритиса $2,42 \pm 0,05$). Однако к 24 часу эксперимента соотношение аминотрансфераз выравнивалось (коэффициент де Ритиса $1,25 \pm 0,07$), что отражало повышение роли глюконеогенеза в поддержании энергетического баланса в организме птиц. На фоне роста биосинтетической активности клеток почек увеличивался выход ферментов из органа в кровь (величина КЦР (таблица 16) снижалась для АлАТ, АсАТ, ЩФ), обеспечивая возрастание их активности в плазме крови цыплят. Результаты наших исследований согласуются с данными (О. В. Евдокимова, И. В. Городецкая, 2013; А. Ю. Ковтуненко, 2009; О. А. Хижнева, М. А. Дерхо, Т. И. Середа, 2014).

Таким образом, характер динамики ферментов в супернатанте почек гибридных курочек (♀ ABCD), полученных на птицефабрике, в ходе развития стресс-реакции свидетельствовал, что она протекала по пути, обеспечивающему адекватную мобилизацию энергетических и пластических ресурсов организма, что соответствует представлениям об эустрессе. Следовательно, организм птиц обладал высоким адаптационным потенциалом.

Для подтверждения данных по изменению уровня ферментов в почках нами была изучена динамика массы органа в ходе развития стресс-реакции. Это обусловлено тем, что почки играют одну из главных ролей в сохранении гомеостаза и адаптации организма к стрессу.

В организме цыплят, ввезенных на птицефабрику из Германии (I серия), масса почек планомерно возрастала в ходе развития стресс-реакции и превышала фоновую величину к концу эксперимента в 1,64 раза ($p < 0,001$) (таблица 15).

Результаты данных исследований согласуются с данными В. Д. Тупикин, Е. Б. Родзаевская, И. А. Уварова и др. (2013), которые тоже обнаружили достоверное увеличение массы почек, освобожденной от окологочечной жировой ткани, при стрессе относительно группы сравнения. Авторы утверждали, что почка является органом, весьма динамично и реактивно трансформирующимся при стрессе. А. Я. Рыкунова (2012) констатировала, что воздействие стресс-факторов отрицательно влияет на экскреторную функцию почек, способствуя потере организмом животных некоторого количества электролитов.

В организме птиц, полученных на птицефабрике, масса почек, как и сердца, достоверно не изменялась в ходе развития стресс-реакции, за исключением показателя, установленного через 4 часа после шутте-

лирования (таблица 17). Вероятно, это было результатом адаптационно-компенсаторного изменения кровенаполненности органа как основы для стимулирования биосинтетических процессов в клетках почек, что и обуславливало повышение каталитической активности ферментов в супернатанте почек

Таблица 17

Масса почек ($n = 5$), $X \pm Sx$

ПОКАЗАТЕЛИ	Фон (ДО СТРЕССА)	После шуттелирования			
		СРАЗУ	ЧЕРЕЗ 1 ЧАС	ЧЕРЕЗ 4 ЧАСА	ЧЕРЕЗ 24 ЧАСА
I серия	0,73 ± 0,015	0,90 ± 0,03***	1,10 ± 0,05***	1,05 ± 0,023***	1,20 ± 0,015***
II серия	0,69 ± 0,02	0,73 ± 0,004	0,66 ± 0,003	0,96 ± 0,04***	0,67 ± 0,02

Примечание. *** $p < 0,001$ по сравнению с величиной «фон».

Согласно данным Е. Г. Цапова (2002), при воздействии на почки стресс-факторов в них происходит локальная активация стресс-лимитирующей антиоксидантной системы, что ограничивает проявление стресс-реакции в стадию тревоги. При этом в почках растет активность фермента MAO, инактивирующая катехоламины. В частности, при гипокинезии только к 30-м суткам происходит срыв защитных механизмов в почках.

Н. Н. Шумко (2013) в своей работе отмечала, что в процессе развития стресса на фоне массового «выброса» катехоламинов нарушение структуры хроноритмов функций почек может отражать степень повреждений.

В соответствии с результатами Е. Г. Цапова (2002), Н. Н. Шумко (2013) можно констатировать, что почки в организме цыплят, полученных на птицефабрике, обладали высоким адаптационным резервом, что позволяло им поддерживать и регулировать метаболическую активность клеток в соответствии с общей реактивностью организма и с фазами развития стресс-реакции.

Установлено, что характер стресс-реакции определяется сочетанием индивидуальных свойств организма и характеристиками стрессорного агента. При адаптивной стресс-реакции активация функций органов и их систем у особи в условиях действия стрессорного агента предотвращает отклонение параметров гомеостаза за пределы нормального диапазона (И. И. Некрасова, 2008). Поэтому можно утверждать, что изменения массы почек в организме гибридных цыплят в I и II сериях эксперимента носили адаптивный характер. Однако различия в реакции почек

на шуттелирование были результатом отличий в общей реактивности организма птиц, то есть адаптационных возможностях, зависящих как от гибридности курочек, так и от наличия/отсутствия транспортировки в суточном возрасте.

Таким образом, результаты наших исследований показали, что динамика изменения активности ферментов в крови и супернатанте почек, массы почек курочек (♀ABCD), полученных на птицефабрике, после воздействия шуттелирования соответствовала классической картине развития этапа срочной адаптации в общем адаптационном синдроме. У цыплят (♀CD), ввезенных из-за рубежа, формирование адаптивной реакции было видоизменено, что свидетельствовало о низких адаптационных возможностях как почек, так и организма в целом.

2.8. РОЛЬ ФЕРМЕНТОВ МЫШЦ В РЕАЛИЗАЦИИ СТРЕСС-РЕАКЦИИ В ОРГАНИЗМЕ ЦЫПЛЯТ

Биологические особенности организма определяют его способность адаптироваться к воздействию стресс-факторов, сохраняя функционирование физиологических систем в рамках гомеостатических границ. Общебиологически развитие стресс-реакции и формирование адаптаций является следствием взаимосвязанности и взаимообусловленности регуляторных и метаболических процессов посредством структур организма: рецепторов, ферментов, компонентов мембран и т. п. (Б. Я. Власов, Л. Н. Карелина, О. П. Ильина [и др.], 2003; М. А. Дерхо, Т. И. Середа, 2015; С. Ю. Харлап, М. А. Дерхо, 2015).

Известно, что белки в организме животных и птиц постоянно подвергаются процессам деградации и синтеза, составляя цикл белкового обмена, интенсивность которого поддерживается за счет наличия постоянного источника свободных аминокислот, то есть скелетных мышц. При стрессе белковый обмен резко активизируется, сопровождаясь высвобождением аминокислот из скелетных мышц. Одной из главных причин выраженной деструкции мышечной массы является интенсивный синтез глюкозы из аминокислот (глюконеогенез) (П. В. Шумилов, Л. Е. Цыпин, Ю. Г. Мухина, 2010; T. Jaksic, D. A. Wagner, J. F. Burke [et al.], 1991; M. O. Jones, A. Pierro, P. Hammond, 1993; T. H. Keshen, R. G. Miller, F. Jahoor [et al.], 1997; S. D. Michael, 2002).

Поэтому в организме птиц при стрессовых ситуациях (световая депривация, перегревание, нарушение режимов кормления) наблюдаются морфологические и биохимические сдвиги в состоянии грудных и бедренных мышц, инициирующие деградацию соединительнотканых структур (Л. Н. Карелина, 2007). Данные эффекты опосредованы в первую очередь через активность ферментных систем организма, являющихся основой для изменения интенсивности и направленности метаболических процессов при воздействии стресс-факторов (Л. Н. Карелина, Б. Я. Власов, О. П. Ильина, 2010; Ю. В. Карагайчева, С. М. Рогачева, С. И. Баулин, 2010).

Поэтому мы изучили роль аминотрансфераз (АлАТ, АсАТ) и щелочной фосфатазы (ЩФ) мышечных клеток в развитии стресс-реакции в организме цыплят кросса Ломан Уайт.

Мы установили, что бедренные мышцы в организме цыплят являются одной из мишеней стрессовой реакции, что согласуется с данны-

ми Л. Н. Карелина, Б. Я. Власов, О. П. Ильина (2010), Ю. В. Карагайчева, С. М. Рогачева, С. И. Баулин (2010).

Хотелось бы сначала отметить, что двух- и четырехлинейные гибриды характеризовались разным уровнем активности ферментов в мышечном супернатанте (таблицы 18, 19), что свидетельствовало о различиях в метаболическом и энергетическом статусе миоцитов.

Так, активность АсАТ и АлАТ у курочек (♀CD) в мышечном супернатанте составляла $16,83 \pm 0,34$ и $8,72 \pm 0,18$ мкмоль/ч·мл, значение коэффициента де Ритиса $1,93 \pm 0,02$ усл. ед., уровень ЩФ $814,29 \pm 15,67$ Ед/л (таблица 18). Совокупность полученных данных позволяет констатировать, что в бедренных мышцах птиц активно протекали процессы белкового обмена, которые обеспечивались энергией за счет гидролиза органических монофосфатов.

У курочек (♀ABCD), полученных на птицефабрике, в супернатанте мышц активность ЩФ составила $40,35 \pm 1,16$ Ед/л, АсАТ $38,11 \pm 6,53$ мкмоль/ч·мл, АлАТ $20,34 \pm 1,56$ мкмоль/ч·мл, соотношение аминотрансфераз в виде коэффициента де Ритиса $1,87 \pm 0,06$ усл. ед. (таблица 19). Следовательно, клетки бедренных мышц сбалансированно использовали свободные аминокислоты и органические монофосфаты как для энергетических, так и для пластических целей, что служило основой формирования адаптационных резервов в мышцах.

Воздействие стресс-фактора в виде шуттелирования инициировало изменение концентрации ферментов в супернатанте мышц птиц как в первой, так и во второй сериях эксперимента (таблицы 8, 19).

У гибридных цыплят (♀CD) уменьшалась активность АсАТ и АлАТ, что соответствовало в стресс-реакции латентной фазе с критическим минимумом. Наименьший уровень ферментов был отмечен через 1 час после воздействия стрессора, при этом в большей мере уменьшался уровень АсАТ, чем АлАТ, определяя значение коэффициента де Ритиса (таблица 18). Это было результатом, с одной стороны, ограничения синтеза каталитических белков, с другой стороны, уменьшения доли свободных аминокислот, используемых для покрытия энергозатрат через цикл Кребса. Логично предположить, что в миоцитах при воздействии стресс-фактора резко ограничивалась скорость дезаминирования глюкогенных аминокислот с последующим их вовлечением в процессы глюконеогенеза, так как они имеют другой источник энергии – креатинфосфат.

Таблица 18

Ферменты супернатанта бедренных мышц цыплят (на 1 г влажной ткани),
ввезенных на птицефабрику из Германии ($n = 5$), $\bar{X} \pm Sx$

Показатель	Фон (до стресса)	ПОСЛЕ ШУТТЕЛИРОВАНИЯ			
		СРАЗУ	ЧЕРЕЗ 1 ЧАС	ЧЕРЕЗ 4 ЧАСА	ЧЕРЕЗ 24 ЧАСА
АсАТ, мкмоль/ч-мл	16,83 ± 0,34	6,88 ± 0,37***	1,72 ± 0,29***	1,85 ± 0,16***	1,97 ± 0,18***
АлАТ, мкмоль/ч-мл	8,72 ± 0,18	1,64 ± 0,21***	1,08 ± 0,15***	1,200,14***	1,98 ± 0,13***
Козэффициент де Ритиса, усл. ед.	1,93 ± 0,02	4,19 ± 0,34***	1,59 ± 0,41	1,54 ± 0,21	0,99 ± 0,18
ЩФ, Ед/л	814,29 ± 15,67	769,18 ± 22,58	208,59 ± 8,82***	173,15 ± 8,64***	359,58 ± 18,01***

Примечание. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ по сравнению с величиной «фон».

Данный вывод согласуется с результатами, полученными Ю. В. Карагайчева, С. М. Рогачева, С. И. Баулин (2010). Они установили, что при воздействии стресс-факторов (физический, химический) на животных резко возрастает активность фермента креатинкиназы, являющегося маркером функциональной активности мышечных клеток.

Через 4 часа после действия стрессора регистрировалось незначительное повышение активности АсАТ и АлАТ в супернатанте мышц, что можно расценивать как наступление фазы реабилитации в ходе стресс-реакции у курочек (♀CD). Однако и через 24 часа уровень ферментов не достигал фоновой величины. Следовательно, в организме гибридов, ввезенных на птицефабрику из Германии, были снижены белковые резервы в мышечных клетках, свидетельствуя о низком адаптационном потенциале скелетных мышц.

У курочек (♀CD) латентная фаза с критическим минимумом по активности ЩФ составила 4 часа, так как именно в этот срок исследований в супернатанте мышц был установлен наименьший уровень фермента. Через 24 часа после действия стрессора концентрация фермента повышалась, соответствуя фазе реабилитации, но все равно была меньше исходной величины в 2,26 раза ($p < 0,001$). Следовательно, в организме цыплят, ввезенных из-за рубежа, или ингибировался синтез ЩФ, или его каталитическая активность, что минимизировало использование мышечными клетками органических монофосфозэфиров для покрытия своих энергозатрат.

Таким образом, мышечные клетки двухлинейных курочек обладали низким адаптационным потенциалом, как и клетки печени, сердца и почек.

У гибридных цыплят, полученных на птицефабрике (II серия), активность АсАТ и АлАТ резко снижалась при непосредственном действии стрессора на организм птиц. Поэтому минимальный уровень ферментов в супернатанте бедренных мышц выявлен сразу после окончания шуттелирования. Так, активность АсАТ уменьшилась в 2,48 раза ($p < 0,001$), АлАТ – в 4,14 раза ($p < 0,001$), обеспечивая увеличение значения коэффициента де Ритиса в 3,16 раза (таблица 19). Следовательно, латентная фаза с критическим минимумом в мышцах курочек протекала во время их стрессирования.

Таблица 19

Ферменты супернатанта бедренных мышц цыплят (на 1 г влажной ткани), полученных на птицефабрике (n = 5). X ± Sx

Показатель	Фон (до стресса)	ПОСЛЕ ШУТТЕЛИРОВАНИЯ			
		СРАЗУ	ЧЕРЕЗ 1 ЧАС	ЧЕРЕЗ 4 ЧАСА	ЧЕРЕЗ 24 ЧАСА
АсАТ, мкмоль/ч·мл	38,11 ±6,53	15,53 ±01,06***	39,82 ±2,67	126,24 ±1,42***	129,38 ±6,51***
АлАТ, мкмоль/ч·мл	20,34 ±1,56	4,91 ±0,19***	124,04 ±10,10***	63,37 ±0,68***	47,82 ±2,78***
Коэффициент де Ритиса, усл. ед.	1,87 ±0,06	3,16 ±0,19***	0,32 ±0,01***	1,99 ±0,01	2,70 ±0,31
ЩФ, Ед/л	40,35 ±1,16	114,48 ±11,96***	120,43 ±10,86***	134,86 ±12,53***	121,46 ±7,66***

Примечание. * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001, по сравнению с величиной «фон».

Согласно данным П. В. Шумилов, Л. Е. Цыпин, Ю. Г. Мухина (2010), уменьшение концентрации каталитических белков в клетках бедренных мышц при воздействии стресс-фактора являлось результатом централизации кровообращения на фоне стимуляции симпатико-адреналовой системы. При этом спазм артериол вызывал нарушение микроциркуляции и ишемию различных органов и тканей (Т. Sakai, 1996; Т. Komatsu, Т. Kimura, 1996), в том числе и мышечной ткани.

Через 1 час после шуттелирования (таблица 19) в бедренных мышцах цыплят, полученных на птицефабрике, наблюдалось восстановление активности АсАТ до фонового уровня и прирост концентрации АлАТ в 6,09 раза ($p < 0,001$), что соответствовало в стресс-реакции фазе или реабилитации, или мобилизации. Поэтому значение коэффициента де Ритгиса уменьшалось в 5,84 раза ($p < 0,001$). Полученные данные свидетельствовали об интенсификации обмена свободных аминокислот в мышечных клетках (Т. И. Середа, М. А. Дерхо, 2014). Повышенная активность ферментов переаминирования сохранялась и через 4, и через 24 часа эксперимента, что было результатом активной мобилизации аминокислот из скелетной мускулатуры под действием катехоламинов, глюкагона и кортизола – мощных катаболических гормонов (П. В. Шумилов, Л. Е. Цыпин, Ю. Г. Мухина, 2010).

Результаты наших исследований согласуются с данными Л. Н. Карелина, Б. Я. Власов, О. П. Ильина (2010): авторы наблюдали при темновом стрессе в грудных и бедренных мышцах цыплят возрастание активности ферментов-метаболов цикла Кребса на фоне деградации соединительнотканых структур.

Изменения активности ЩФ, установленные сразу после прекращения шуттелирования, характеризовались повышением уровня фермента в мышечном супернатанте, что можно расценивать как наступление фазы мобилизации в стресс-реакции. Активность ЩФ превышала фоновую величину в 2,84 раза ($p < 0,001$) (таблица 19), характеризуя активность использования органических монофосфатов в качестве энергетических субстратов в миоцитах. Аналогичные результаты получены нами при исследовании супернатанта печени и почек (С. Ю. Харлап, М. А. Дерхо, 2015; С. Ю. Харлап, М. А. Дерхо, Т. И. Середа, 2015).

Следовательно, в клетках бедренных мышц гибридных курочек (♀ABCD), как и печени, сердца и почек, метаболический ответ на стресс имел стереотипный характер. Воздействие стрессового фактора вызывало развитие короткой стадии гипометаболизма, отличающейся временным

снижением активности ферментов и, как следствие, метаболических процессов с последующим переходом к стадии гиперметаболизма, характеризующейся длительной и чрезмерной активацией метаболизма с преимущественно катаболической направленностью.

Исходя из вышесказанного, можно утверждать, что стадия гипометаболизма в миоцитах цыплят, полученных на птицефабрике, ограничивалась временем воздействия стресс-фактора (шуттелирования). Уже через 1 час после стресса появлялись признаки гиперметаболизма. В то же время у птиц, ввезенных из Германии на птицефабрику, стадия гипометаболизма регистрировалась и в конце эксперимента (таблица 18), что было следствием низкого адаптационного потенциала организма цыплят.

Хотелось бы обратить внимание на то, что цыплята в 40-суточном возрасте отличаются большей потребностью в энергии и белке, чем взрослые куры, с целью обеспечения темпов роста, поэтому потенциально более чувствительны к стресс-опосредованным гиперкатаболическим процессам из-за более низких резервов депо и более высокой потребности в энергии и пластическом материале. Поэтому наличие в анамнезе транспортного стресса в 1-суточном возрасте (I серия) снижает адаптационные возможности организма и в более поздние сроки постнатального развития.

Таким образом, результаты наших исследований показали, что адаптационные способности мышечных клеток курочек, ввезенных из-за рубежа и полученных на птицефабрике, оцениваемые по активности ферментов, существенно различаются. В организме четырехлинейных гибридов миоциты обладали более высоким адаптационным потенциалом, что отражалось на их метаболической и функциональной активности. У двухлинейных гибридов динамика изменений аминотрансфераз свидетельствовала о нарушении нормального формирования адаптивной реакции организма, что отражало низкие адаптационные возможности ткани.

Установлено, что адаптивный или повреждающий эффект любого фактора, а тем более комплекса факторов, как стресс, реализуется в условиях целостного организма опосредованно – через мембранные системы клеток. Состояние мембраны во многом определяет протекание физиологических и биохимических процессов и тем самым является исходным звеном в сложной цепи приспособительных модификаций на всех уровнях (А. В. Дерюгина, 2012). Поэтому для оценки функционального состояния мембранных структур мышечных клеток в ходе развития стресс-реакции мы рассчитали значения коэффициентов цитолитической

реакции (проницаемости) мембран (КЦР) по соотношению между активностью ферментов в плазме крови и мышечном супернатанте.

Установили, что в организме цыплят, полученных на птицефабрике, проницаемость мембран миоцитов, оцениваемая по соотношению каталитической активности и АсАТ, и АлАТ резко возростала в период непосредственного воздействия стресс-фактора, о чем свидетельствовало увеличение величины КЦР (рис. 8). Следовательно, в этот период развития стресс-реакции под действием стрессовых гормонов изменялось состояние мембран не только самих мышечных клеток, но и их органелл.

Результаты исследований согласуются с данными И. Н. Тодоров, Г. И. Тодоров (2003). Авторы установили, что под действием стресс-факторов в клетках происходит разобщение дыхания и окислительного фосфорилирования на фоне увеличения проницаемости мембран с быстротой, пропорциональной степени стресса, а также потери натрия, калия, фосфатов, лактата, каталазы и других ферментов. Эти биохимические проявления сочетаются с характерными морфологическими изменениями: уменьшением количества митохондрий, их набуханием, просветлением матрикса: кристы в митохондриях становятся менее видимыми, появляются разрывы митохондриальной мембраны.

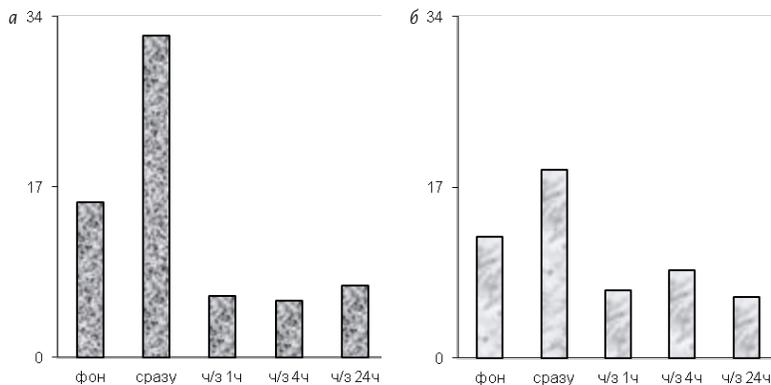


Рис. 8. Динамика КЦР (усл. ед.) в ходе развития стресс-реакции у курочек, полученных на птицефабрике: а) для АсАТ; б) для АлАТ

Однако уже через 1 час после шуттелирования в миоцитах гибридных курочек (♀АВСD) ограничивался вытек аминотрансфераз, так как величина КЦР снижалась (рис. 8). Данная тенденция сохранялась до

конца эксперимента, способствуя увеличению активности АсАТ и АлАТ в супернатанте мышц. Возможно, это являлось механизмом, позволяющим клеткам активизировать процессы внутриклеточного обмена аминокислот.

У курочек, ввезенных из Германии, проницаемость мембран мышечных клеток возрастала постепенно, достигая максимальной величины через 1 час после окончания шуттелирования (рис. 9). При этом и к концу эксперимента величина КЦР аминотрансфераз многократно превосходила фоновый уровень. Следовательно, миоциты в организме курочек (♀CD) обладали ограниченным адаптационным потенциалом. Возможно, одной из причин являлись различия в фоновой активности ферментов и, как следствие, в запасе мышечных белков как источника аминокислот.

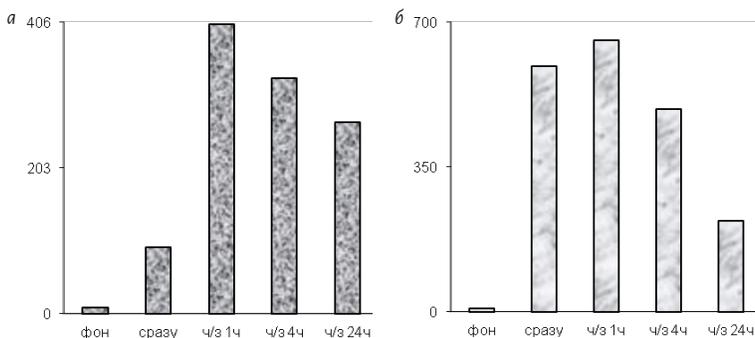


Рис. 9. Динамика КЦР (усл. ед.) в ходе развития стресс-реакции у курочек, ввезенных на птицефабрику из Германии: а) АсАТ; б) АлАТ

Мы установили, что как организм птиц в целом, так и клетки мышц поддерживают сложное и тонкое внутреннее равновесие (гомеостаз), что весьма существенно для их нормального функционирования. Когда воздействие стресс-фактора нарушает гомеостаз, клетка стремится снова восстановить его за счет регулирования проницаемости мембран.

Так, одним из проявлений способности миоцитов регулировать величину внутриклеточных гомеостатических параметров является поддержание концентрации ЩФ, активность которой эквивалентна скорости гидролиза фосфомоноэфиров различной природы при щелочных значениях pH (Т. И. Серeda, М. А. Дерхо, Л. М. Разумовская, 2012). В организме цыплят, полученных на птицефабрике, проницаемость мембран клеток

мышц, оцениваемая по величине КЦР (ЩФ), снижалась сразу после шуттелирования и к концу эксперимента не достигала фоновой величины (рис. 10, б). С одной стороны, это было одной из причин повышения ферментативной активности в мышечном супернатанте. С другой стороны, позволяло миоцитам регулировать энергетический гомеостаз, используя для этих целей органические монофосфаты.

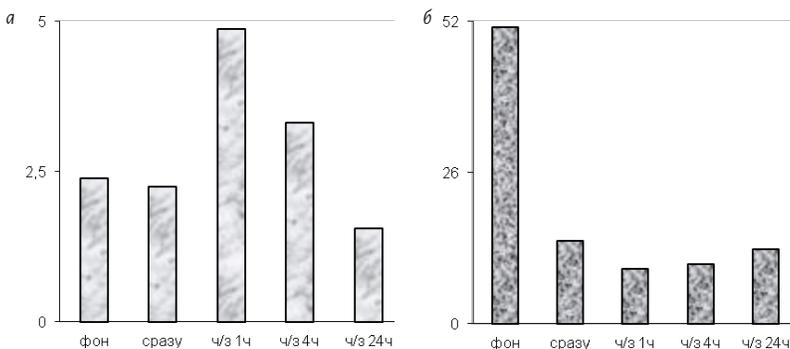


Рис. 10. Динамика КЦР (ЩФ) (усл. ед.) в ходе развития стресс-реакции: а) в I серии эксперимента; б) во II серии эксперимента

В организме цыплят, ввезенных из Германии, мышечные клетки обладали способностью сохранять уровень активности ЩФ только во время воздействия стресс-фактора. Затем проницаемость мембран клеток мышц для ЩФ возрастала, особенно через 1 и 4 часа после шуттелирования. Поэтому уровень ЩФ в супернатанте мышц уменьшался (таблица 18, рис. 10, а).

Следовательно, действие стресс-фактора отражалось на энергетическом состоянии клеток скелетных мышц в организме птиц. При этом у цыплят, полученных на птицефабрике, миоциты активно покрывали свои энергозатраты за счет монофосфатов на фоне ограничения их вытека из клеток в кровь; у ввезенных из-за рубежа птиц, наоборот, ингибировался гидролиз фосфорных эфиров на фоне активного высвобождения фермента в кровь.

Таким образом, результаты наших исследований показали, что функциональная активность клеток скелетных мышц является одним из показателей, характеризующих адаптационный потенциал организма. Это обусловлено тем, что мышечные белки при стрессе являются источником свободных аминокислот и, соответственно, скорость их мобилизации эквивалентна адаптационным возможностям организма.

2.9. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДНЯКА КУР-НЕСУШЕК ПРИ ВЛИЯНИИ ТРАНСПОРТНОГО СТРЕССА

Направление выращивания ремонтного молодняка родительского и прародительского стада подразумевает введение молодняка в яйцекладку в оптимальном, для данного кросса, возрасте с высокой однородностью стада, без отклонения от нормативной динамики роста и развития в течение периода выращивания с целью достижения в будущем высокой, генетически обусловленной продуктивности, с большим сроком продуктивного использования. Выращивание ремонтного молодняка условно можно разделить на три периода: первый – с суточного до 8-недельного возраста, второй – с 8 до 13 недель, третий – с 13 до 20 недель. В первый период происходят рост и развитие всех внутренних органов, сердечно-сосудистой системы, мышечной и костной ткани, формирование скелета и оперения, становление ферментной и иммунной систем; во второй развиваются жировая ткань (абдоминальный, подкожный, межклеточный и внутриклеточный жир), сухожилия, связки; в третий бурно развиваются воспроизводительные органы (репродуктивная система) и затрагивают все стороны обмена веществ.

Все перечисленные периоды важны, однако главным является первый период, особенно в 4–5 недель жизни. Что в этот период будет заложено, такой и будет отдача в дальнейшем, поскольку известно, что чем выше показатели роста и развития, тем выше пик яйценоскости и продолжительность продуктивного использования. Если будет упущение в какой-то из названных периодов, что-то изменить будет невозможно.

Стартовый период в развитии молодняка – основополагающий в дальнейшей продуктивности кур-несушек как родительского, так и продуктивного стада – часто недооценивается на практике. Установлено, что показатель живой массы у молодняка в 5-недельном возрасте имеет высокодостоверную связь с последующей продуктивностью кур-несушек, устойчивостью яйцекладки, сохранности поголовья (коэффициент корреляции 0,94; 0,82; 0,71 соответственно).

Таким образом, чем больше живая масса молодки в 5-недельном возрасте, тем выше продуктивность, устойчивость к стрессам.

Объясняется это тем, что в первые 5 недель происходит интенсивное развитие внутренних органов цыпленка (кишечного тракта, сердца, пе-

чени, почек) и формирование репродуктивных органов, гормональной системы, которые в последующем определяют продуктивность.

Кроме того, нужно помнить, что при выращивании ремонтного молодняка кур самый критический период с точки зрения сохранности – первый месяц, особенно первые 4–6 дней, поскольку наблюдается наибольший отход птицы.

Следует отметить, что на рост цыплят большое влияние оказывают и стрессы, присущие интенсивному промышленному птицеводству. Это прежде всего вакцинация, транспортировка, сортировка и др. Они вызывают в организме птицы глубокие биохимические изменения, сопровождающиеся функциональными и морфологическими изменениями в органах и тканях животных, следствием чего является снижение их продуктивности и жизнеспособности. Поэтому изучение вопроса о влиянии генотипа и происхождения цыплят на их рост в условиях транспортного стресса в первый период жизни (выращивание до 40 дней) имеет большое значение для дальнейшего развития птицеводства и повышения продуктивности кур-несушек родительского и продуктивного стада.

Нами были изучены весовые показатели роста цыплят для ремонта родительского стада, которые в суточном возрасте были доставлены на Еманжелинскую птицефабрику из Германии с помощью авиатранспорта (двухлинейные), и цыплят, выращиваемых для продуктивного стада, полученных в условиях птицефабрики (четырёхлинейные). Данные об изменениях живой массы цыплят с возрастом, их среднесуточном, абсолютном и относительном приросте представлены в таблице 20.

Таблица 20

Показатели роста ремонтного молодняка ($n = 5$), $X \pm Sx$

Показатель	Серия (группа)	
	Двухлинейные	Четырёхлинейные
Живая масса цыпленка, г суточного в 40 дней	36 ±1,04 438 ±12,38	36 ±1,42 523 ±10,51**
Абсолютный прирост, г	402 ±9,26	487 ±11,13**
Среднесуточный прирост, г	10,1 ±0,05	11,9 ±0,07**
Относительный прирост, %	169,62	174,23
Кратность роста, раз	12,2	14,5
Сохранность, %	66,7	86,4

Результаты исследований по показателям роста, представленным в таблице, позволяют говорить о том, что четырехлинейные цыплята для ремонта промышленного стада росли лучше и интенсивнее. На 40-й день они имели живую массу на 85 г, или на 19,4 %, больше, чем двухлинейные цыплята, подвергнутые транспортному стрессу в первые дни жизни. По этому показателю и другим показателям роста они достоверно превосходили своих сверстников из первой серии ($p \leq 0,01$). У них был выше среднесуточный прирост на 1,2 г (11,9 %), относительный – на 4,61 %, кратность роста – в 2,3 раза. Четырехлинейные цыплята по живой массе соответствовали паспорту кросса, то есть они росли и развивались в соответствии со стандартом, от них в дальнейшем можно прогнозировать высокие показатели продуктивности. Двухлинейные цыплята, привезенные из Германии, отставали по живой массе от требований паспорта, и прогноз их дальнейшей продуктивности хуже, чем у ремонтного молодняка.

Важным показателем при определении эффективности работы предприятия, качества молодняка (цыплят), его жизнеспособности является показатель сохранности в первые 5 дней. Он оказался выше в группе четырехлинейных гибридов (ремонтный молодняк промышленного стада) на 19,7 %. Цыплята из Германии имели низкий показатель сохранности (всего 66,7 %), что, вероятнее всего, связано со стрессом при их перевозке. Кроме того, транспортный стресс в первые дни жизни цыплят сказался и на их дальнейшем росте.

Для оценки развития внутренних органов нами был проведен убой цыплят в 40-дневном возрасте. Результаты взвешивания жизненно важных органов представлены в таблице 21.

Таблица 21

Масса внутренних органов ($n = 5$), $X \pm Sx$

Орган	СЕРИЯ			
	Двухлинейные		Четырехлинейные	
	г	В % от живой массы	г	В % от живой массы
Печень	9,90 ± 0,11	2,26	7,22 ± 0,10	1,38
Сердце	2,45 ± 0,01	0,55	2,59 ± 0,04	0,49
Почки	0,73 ± 0,015	0,16	0,69 ± 0,02	0,13

Печень является наибольшей железой организма птицы. Она выполняет защитные функции и участвует в основных обменах веществ в организме. По ее массе в какой-то мере можно судить о напряженности обмена веществ в организме. Крупнее она была у цыплят двухлинейного кросса ($p \leq 0,01$), то есть можно сказать о том, что у них была большая напряженность обменных процессов, однако это не позволило получить хорошие приросты живой массы. Вероятнее всего, эти цыплята затрачивают большое количество энергии для восстановления после транспортировки их в первый день жизни.

Подобные данные были получены по массе почек, которые являются органами для выведения вредных веществ из организма. Они были крупнее у цыплят, завезённых из Германии, на 5,6 %. Хотя разница не достоверна ($p \geq 0,05$), отмечается положительная тенденция их увеличения у молодняка двухлинейного кросса. Это, по нашему мнению, можно объяснить более длительной адаптацией цыплят к агрессивным для них условиям окружающей среды. Адаптация эта связана с перенесенным стрессом и последствиями стресса, а также необходимостью выведения из организма продуктов образовавшихся в процессе стресса.

Сердце как орган, поддерживающий все функции организма, оказывает влияние на рост и развитие цыплят. Чем оно крупнее, тем более они жизнеспособны, лучше и быстрее растут. В нашем случае масса сердца четырехлинейных цыплят выше на 0,14 г, или 5,7 %, чем у их двухлинейных сверстников. Это подтверждает вывод о том, что транспортный стресс в первые дни жизни цыплят оказывает существенное влияние на рост и развитие цыплят.

В условиях рыночной экономики важно, чтобы любое предприятие работало эффективно. Оценка эффективности проводится по получаемой прибыли и уровню рентабельности производства того или иного продукта. В птицеводстве это прирост живой массы и производство яйца. При выращивании ремонтного молодняка оценку можно проводить по производству прироста живой массы. Поэтому мы посчитали эффективность выращивания молодняка птицы четырех- и двух-линейного кроссов до 40 дней до начала продуктивного периода 135 дней. Результаты расчетов представлены в таблице 22.

Исходя из расчета эффективности выращивания ремонтного молодняка установлено, что стоимость одной курицы в возрасте начала яйценоскости составляет у четырехлинейных гибридов 151,68 рубля, а у двухлинейных – 4426,82 рубля, или в 29 раз больше. Происходит это

за счет того, что очень высока стоимость суточных цыплят, завозимых из Германии, и низка сохранность из-за воздействия транспортного стресса в первые дни жизни, который накладывается на процесс адаптации цыпленка в агрессивной для него окружающей среде. Это двойное воздействие не позволяет полностью восстановить физиологический статус организма и дальнейшем, что приводит к снижению продуктивности и стрессоустойчивости при использовании в условиях промышленного производства.

Таблица 22

Эффективность выращивания 1000 голов цыплят ($n = 5$), $X \pm Sx$

Показатель	Серия		
	Двухлинейные	Четырехлинейные	I серия ко II серии, раз
Стоимость суточного цыпленка, руб.	3 250 000	48 000	67,7 раза
Живая масса, кг			
в сутки	36	36	–
в 40 дней	438	523	83,74
в 135 дней	1400	1560	89,7
Затраты корма, кг			
40 дней	907	928	97,7
135 дней	4583	4728	96,9
Стоимость корма, руб.			
40 дней	14 494	14 829	97,7
135 дней	73 236	75 553	96,9
Прочие затраты, руб.			
40 дней	632	632	–
135 дней	21 330	21 330	–
Затраты на выращивание всего, руб.			
40 дней	3 265 126	49 560	65,9 раз
135 дней	3 344 566	144 883	23,8 раз
Затраты с учетом сохранности, руб.	4 426 816	151 683	29,2 раз
в т.ч. потери от падежа, руб.	1 082 250	6 800	159,2 раза
Стоимость 1 молодки в 135 дней, руб	4 426,82	151,68	29,2 раза

Таким образом, исходя из вышеизложенного, необходимо переходить на собственное воспроизводство родительского стада кур-несушек, что подтверждается следующими выводами:

1. Производственный стресс перегруппировки и транспортировки является экстремальным фактором для организма курочек кросса Ломан

Уайт, отражается на дыхательной функции и иммунобиологическом потенциале, опосредованном клетками крови; на интенсивности направленности белкового обмена – как результат стресс-индуцированных изменений активности ферментов (АлАТ, АсАТ, ЩФ) органов (печень, сердце, почки) и тканей (кровь, скелетные мышцы); на проницаемости мембран клеток печени, сердца, почек и мышц.

2. В ходе развития стресс-реакции концентрация ферментов (АлАТ, АсАТ, ЩФ) отражает трехфазный ответ органов и тканей на действие стрессора:

- 1) латентная фаза с критическим минимумом (фаза гипометаболизма) устанавливается по минимуму энзимов в крови и супернатанте органов и тканей;
- 2) фаза реабилитации характеризуется нормализацией показателей до фонового уровня;
- 3) фаза мобилизации (гиперметаболизма), отличительным признаком которой служит резкое увеличение активности ферментов.

В латентную фазу с критическим минимумом в супернатанте органов снижалась концентрация АсАТ, АлАТ, ЩФ, но увеличивалась в крови за счет повышения проницаемости клеточных мембран на фоне прироста массы органов. В фазу реабилитации и мобилизации уровень ферментов в супернатанте печени, почек, сердца и бедренных мышц увеличивался, а крови снижался за счет снижения проницаемости мембран для каталитических белков.

2.1. В организме курочек (♀АВСD), полученных на птицефабрике, продолжительность латентной фазы стресс-реакции с критическим минимумом составила 1–4 часа, по истечении которых переходила в фазу реабилитации или мобилизации, отражая высокий адаптационный потенциал органов и тканей.

2.2. У курочек (♀СD), ввезенных на птицефабрику из-за рубежа, признаки первой фазы стресс-реакции обнаруживались в течение 24 часов после воздействия стресс-фактора, свидетельствуя о низком уровне адаптационных резервов в организме птиц.

3. Лейкоцитарный состав крови цыплят изменялся в соответствии с фазами стресс-реакции за счет перераспределения количества сегментоядерных псевдоэозинофилов (гетерофилов), эозинофилов и лимфоцитов в пределах границ физиологической нормы: у курочек, полученных на птицефабрике, лейкограмма соответствовала фазам гипо- и гиперметаболизма, у ввезенных из Германии – только гипометаболизма. Стрес-

совое воздействие шуттелирования на организм птиц и длительность латентной фазы с критическим минимумом выявлялось по увеличению значения Г/Л и уменьшению величины индекса ПС как результат снижения числа эозинофилов и повышения гетерофилов и лимфоцитов. Активность адаптационных реакций клеточного звена иммунной системы отражала величина лейкоцитарных индексов: индекс Кребса, ядерный индекс Даштаянца, лейкоцитарный индекс интоксикации, лимфоцитарно-гранулоцитарный индекс, кровно-клеточный показатель.

4. Показатели, отражающие состояние дыхательной функции крови в организме курочек, независимо от степени гибридности изменялись в соответствии с фазами стресс-реакции:

- в латентную фазу с критическим минимумом уменьшалось количество эритроцитов и гемоглобина на фоне сохранения МСН;
- в фазу реабилитации и мобилизации увеличивалось число эритроцитов, гемоглобина и МСН.

Фаза реабилитации в стресс-реакции у курочек, полученных на птицефабрике, выявлялась через 1 час после шуттелирования, у ввезенных из Германии – через 4 часа.

5. В организме курочек (♀ABCD), полученных на птицефабрике, белковый обмен в фазу гипометаболизма был результатом преобладания катаболических реакций в обмене белков на фоне снижения степени усвоения белкового азота; фаза гиперметаболизма обеспечивалась повышенным использованием белкового азота в обмене белков. У курочек (♀CD), ввезенных на птицефабрику, состояние белкового обмена, оцениваемое по белковым параметрам крови, соответствовало фазе гипометаболизма, которая максимальную выраженность имела через 24 часа после шуттелирования.

Глава 3

РЕГУЛЯЦИЯ БЕЛКОВОГО ОБМЕНА, ЯЙЦЕНОСКОСТИ И ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ЯИЦ У КУР-НЕСУШЕК

.....

Куры-несушки одновозрастного промышленного стада кросса Ломан Уайт в ходе яйцекладки содержались в основных производственных корпусах, оборудованных клеточными батареями. Исследования проводились в разные периоды яйцекладки: 26-недельном возрасте (начало репродуктивного периода); 52-недельном (пик яйцекладки) и 80-недельном (конец яйцекладки).

Параметры микроклимата помещений поддерживались согласно рекомендациям по работе с соответствующим кроссом. Для кормления кур использовались полнорационные кормосмеси, изготавливаемые в кормоцехе предприятия. Биологически активные и минеральные вещества вводили в состав комбикорма за счет добавления премикса из расчета 2 кг премикса на 1 т комбикорма. В 26- и 52-недельном возрасте кур суточная норма потребления комбикорма составила 120 г, в 80-недельном – 112 г. Основу комбикорма составляли пшеница, ячмень и кукуруза.

3.1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗМА КУР КРОССА ЛОМАН УАЙТ

Исключительно важную роль в регуляции обмена веществ в организме кур играет кровь, поскольку через нее осуществляется доставка к клеткам органов и тканей питательных веществ и кислорода, удаление продуктов обмена и углекислоты. По данным биохимических показателей крови судят об интенсивности обменных процессов в живом организме и с этой целью учитывают характер количественных изменений ее многочисленных параметров (Е. В. Громыко, 2004).

Поскольку активность метаболизма в организме птицы, как и всех млекопитающих, сопряжена с уровнем белковых молекул, выполняющих разные биологические функции, то интенсивность обмена веществ закодирована в наследственном аппарате кур. Поэтому биохимический состав крови несушек и его возрастная изменчивость – это в определенной мере основа реализации генетической программы организма, определяющая продуктивные качества птицы.

Одним из важнейших показателей крови являются белки. В настоящее время известно более 150 индивидуальных сывороточных белков (В. С. Камышников, 2003). Однако представление о белковом спектре крови можно получить и на основе концентрации общего белка, альбуминов, глобулинов, значении белкового коэффициента, а характер их соотношения дает представление о направленности белкового обмена (анаболическая или катаболическая), так как специфика обменных процессов определяет продуктивность несушек.

В наших исследованиях было установлено, что концентрация общего белка в крови кур достоверно не зависела от возраста птицы, срока репродуктивного периода и уровня яйценоскости, колебалась на уровне 37,2–42,0 г/л. Аналогичные данные были получены С. Б. Носковым, А. В. Дымовым (2011). Однако результаты возрастной изменчивости уровня общего белка в крови кур кросса Ломан Уайт, полученные нами, несколько отличаются от данных Т. И. Середы, М. А. Дерхо (2012), которые выявили повышение его концентрации, хотя и недостоверное, в ходе яйцекладки. Аналогичные данные были получены для кур кросса Хайсек коричневый (В. В. Курушкин, 2007), кросса H&N Super Nick (О. В. Тюркина, 2008). Т. С. Гусева (2008) установила, что уровень общего белка в крови кур-несушек кросса Родонит в пик яйцекладки колебался на уровне $59,61 \pm 0,25$ г/л.

Концентрация альбуминов достоверно возрастала в ходе яйцекладки с $17,51 \pm 1,71$ до $21,36 \pm 2,09$ г/л. При этом увеличивалась и процентная доля альбуминов в концентрации общего белка с $47,07 \pm 1,27$ (26-недельный возраст) до $53,93 \pm 1,33$ % ($p \leq 0,05$) (80-недельный возраст) (таблица 23).

Известно, что альбумины являются основными транспортными белками крови, а также выполняют функцию депо аминокислот, осуществляя их доставку в клетки органов и тканей по мере необходимости (Т. И. Коткина, Е. И. Волкова, В. Н. Титов, 1991; Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин, 2002). На основании вышесказанного можно предположить, что с возрастом в организме птицы повышается востребованность свободных аминокис-

лот и низкомолекулярных соединений, транспортирующихся с помощью альбуминов. Однако рост данных потребностей, сопровождающихся соответствующим возрастным увеличением уровня альбуминов в крови, нельзя объяснить с учетом яйценоскости кур, так как к концу репродуктивного периода она снижается. Тогда основной причиной является увеличение массы пищевого яйца.

Таблица 23

Белки крови кур-несушек ($n = 10$), $\bar{X} \pm S_x$

Показатель	Возраст птицы, неделя		
	26 (начало яйцекладки)	52 (пик яйцекладки)	80 (конец яйцекладки)
Общий белок, г/л	37,20 ± 4,63	42,00 ± 4,38	39,60 ± 4,57
Альбумины, г/л	17,51 ± 1,71	21,66 ± 1,96	21,36 ± 2,09
Альбумины, %	47,07 ± 1,27	51,58 ± 1,87	53,94 ± 1,33*
Глобулины, г/л	19,69 ± 2,96	20,34 ± 2,50	18,24 ± 2,53
Alb/GI-коэффициент, усл. ед.	0,90 ± 0,05	1,06 ± 0,10	1,17 ± 0,26
Яичная продуктивность, %	97,0	95,0	82,0

Примечание. * $p \leq 0,05$ по отношению к 26-й неделе репродуктивного периода.

Снижение содержания альбуминов в крови несушек кросса Ломан Уайт с возрастом было установлено также Т. И. Середа, М. А. Дерхо, Л. М. Разумовская (2009), Хайсекс коричневый (Т. В. Синюкова, 2007). Однако В. Н. Никулин, В. В. Курушкин (2006), наоборот, установили сохранение уровня альбуминов в сыворотке крови кур кросса Хайсекс коричневый в период с 23- по 31-недельный возраст. В крови кур-несушек кросса Родонит в пик яйцекладки содержание альбуминов составило от общего белка 33,21 ± 0,81 % (Т. С. Гусева, 2008).

Количество глобулинов в крови несушек достоверно не зависело от возраста и срока репродуктивного периода, но имело тенденцию к снижению (таблица 23), что, вероятно, являлось результатом постепенного снижения защитных сил организма птицы. Данный вывод согласуется с результатами, полученными Б. Ф. Бессарабовым (2010). Автор отмечал, что напряженный обмен веществ в организме кур обуславливает интенсивную деятельность всех органов и механизмов, регулирующих его защитные функции, это приводит к ослаблению его устойчивости к действию неблагоприятных факторов.

В наибольшей степени сопротивляемость организма кур-несушек снижается в 80-недельном возрасте, что обуславливает повышение Alb/GI-коэффициента в 1,51 раза ($p \leq 0,05$) по сравнению с началом яйцекладки.

В организме взрослой птицы конечными продуктами белкового обмена являются мочевина и мочевая кислота. При этом мочевина – это продукт утилизации аммиака, образующегося в ходе окислительного распада аминокислот, поэтому ее уровень отражает интенсивность катболических процессов.

Таблица 24

Азотистые вещества крови кур-несушек ($n = 10$), $X \pm Sx$

Показатель	Возраст птицы, недель		
	26 (начало яйцекладки)	52 (пик яйцекладки)	80 (конец яйцекладки)
Мочевина, ммоль/л	2,76 \pm 0,18	3,35 \pm 0,31	4,03 \pm 0,11
Мочевая кислота, ммоль/л	0,39 \pm 0,007	0,43 \pm 0,002	0,41 \pm 0,02
Alb/мочевина, усл. ед.	6,64 \pm 0,84	6,57 \pm 0,49	5,39 \pm 0,64
GI/мочевина, усл. ед.	7,14 \pm 1,35	6,08 \pm 0,75	4,61 \pm 0,75*
Alb/мочевая кислота, усл. ед.	44,64 \pm 0,62	50,36 \pm 0,72*	52,67 \pm 1,45
GI/мочевая кислота, усл. ед.	50,47 \pm 1,67	47,51 \pm 0,96	44,88 \pm 1,19

Примечание. * $p \leq 0,05$ по отношению к 26-й неделе репродуктивного периода.

Мы установили, что концентрация мочевины в организме несушек планомерно возрастала в ходе яйцекладки с 2,76 \pm 0,18 (26-недельный возраст) до 4,03 \pm 0,11 ммоль/л ($p \leq 0,05$) (80-недельный возраст) (таблица 24), свидетельствуя о повышении интенсивности реакций распада свободных аминокислот до конечных продуктов. При соотнесении характера изменчивости концентрации мочевины с продуктивностью кур можно сделать следующий вывод. Максимальный уровень яйценоскости (95–97%), который отмечается у несушек в 26- и 52-недельном возрасте, характеризовался более высокой степенью задержки и, соответственно, использования азота аминокислот в процессах белкового обмена, чем в конце яйцекладки. Следовательно, уровень мочевины выступал индикатором траты белкового фонда организма несушек.

Хотелось бы отметить, что птицы относятся к урикетическим животным, выделяющим аминный азот главным образом в виде мочевой кислоты. Поэтому считается, что мочевина появляется в составе их крови

только при шоке или критическом обезвоживании. Поэтому в работах разных авторов содержатся противоречивые сведения об уровне показателя в крови селекционированной птицы. Например, Б. Бессарабов [и др.] (2010), изучая физико-химические показатели крови кур кросса Хайсекс коричневый, установили, что уровень мочевины увеличивается по мере роста несушек и составляет в 180-суточном возрасте более 2,0 ммоль/л. Аналогичные данные были получены для кросса Хайсекс белый (О. Г. Вахрамова, 2009). Уровень мочевины в сыворотке крови здоровых кур кросса УК-126 был более 4,0 ммоль/л (Н. А. Гахова, 2005). Однако С. В. Дежаткина [и др.] (2011) отмечала, что у несушек породы Хайсекс (150-дневного возраста), содержащихся в личном хозяйстве, концентрация мочевины колебалась в пределах 0,20–0,40 ммоль/л. В крови 1-суточных цыплят кросса Ломан Уайт показатель составило 0,60–0,70 ммоль/л (П. В. Бурков, П. Н. Щерабаков, 2012).

В последнее время выяснено, что белки крови принимают непосредственное участие в белковом обмене всего организма, обновление их состава происходит более быстро, чем обновление состава белков других тканей (С. В. Абрамов, И. М. Рослый, Е. Г. Белова, 2004). Очевидно, что белки плазмы интенсивно образуются и столь же быстро потребляются. Поэтому на следующем этапе нашей работы мы попытались выяснить, какие белки крови несушек обладают большей метаболической активностью: глобулины или альбумины. С этой целью мы рассчитали соотношение концентраций между глобулинами, альбуминами, с одной стороны, и мочевиной как конечным продуктом обмена аминокислот, с другой стороны (таблица 24).

Величина Alb/мочевина в 26-недельном возрасте кур практически не отличалась от значения в 52-недельном, но к концу репродуктивного периода снижалась на 16,4 %. Уровень отношения Gl/мочевина плавно уменьшался в ходе яйцекладки, то есть с возрастом несушек. Так, по сравнению с 26-недельным возрастом в пик и конец яйцекладки снижение составило соответственно 14,86 и 36,61 %. Основываясь на полученных данных, можно утверждать, что при недостатке аминокислот печень предпочтительно расщепляет альбумины и сохраняет глобулины. Вероятно, чтобы сохранить уровень здоровья организма.

В свою очередь, уровень мочевой кислоты, характеризующий степень выведения аминного азота, образующийся при катаболизме не только белков, но и нуклеиновых кислот, достоверно не зависел от срока репродуктивного периода и яйценоскости кур.

Известно, что обмен мочевой кислоты у птиц осуществляется в почках, где происходят фильтрация из крови продуктов обмена белков и распада нуклеиновых кислот, формирование мочи и выведение ее из организма посредством активной секреции. Исследования показали, что даже если концентрация мочевой кислоты в плазме крови низкая, то она все равно выделяется из организма птиц в больших количествах. Так, если в 100 мл плазмы крови содержится 5 мг мочевой кислоты, то в таком же объеме мочи – 2850 мг. Куры, потребляя зерновой корм, выделяют в среднем 2 г мочевой кислоты в сутки (Н. А. Гахова, 2005).

Мы установили, что в крови несушек содержание мочевой кислоты не зависело от возраста и срока репродуктивного периода, колебалось в интервале от $0,39 \pm 0,007$ до $0,43 \pm 0,002$ ммоль/л. С целью оценки доли азота белков крови, выделяющегося из организма птицы в составе мочевой кислоты, мы рассчитали следующие отношения концентраций (таблица 24):

1. Между альбуминами и мочевой кислотой. Величина Alb/мочевая кислота планомерно повышалась в ходе репродуктивного периода, достигая максимума в 80-недельном возрасте.

2. Между глобулинами и мочевой кислотой. Значение соотношения Alb/мочевая кислота снижалось по мере роста птицы и увеличения срока яйцекладки на 11,89 %.

Если исходить из того, что основным источником мочевой кислоты в организме птиц является процесс катаболизма нуклеопротеидов, белковая часть в которых представлена глобулинами, то можно утверждать: «В ходе яйцекладки интенсивность процессов распада нуклеопротеидов уменьшается, а альбуминов – увеличивается». Следовательно, в конце репродуктивного периода организм птиц начинает активно использовать аминокислотные резервы альбуминов крови для покрытия своих энергозатрат, что сказывается на уровне общего белка.

Таблица 25

Аминотрансферазы крови кур-несушек ($n = 10$), $X \pm Sx$

Показатель	ВОЗРАСТ ПТИЦЫ, НЕДЕЛЬ		
	26 (начало яйцекладки)	52 (пик яйцекладки)	80 (конец яйцекладки)
АлАТ, мкмоль/ч·л	$0,043 \pm 0,006$	$0,046 \pm 0,009$	$0,065 \pm 0,004^*$
АсАТ, мкмоль/ч·л	$1,06 \pm 0,40$	$0,92 \pm 0,046$	$0,76 \pm 0,087^*$
Коэффициент де Ритиса, усл. ед.	$24,65 \pm 0,03$	$20,27 \pm 0,06^*$	$12,08 \pm 0,07^*$

Примечание. * $p \leq 0,05$ по отношению к 26-й неделе репродуктивного периода.

Среди различных ферментов, связанных с обменом аминокислот и белков, особый интерес представляют АСаТ и АлаТ (Т. И. Середа, М. А. Дерхо, 2012).

В ходе яйцекладки происходит повышение активности АлаТ с $0,043 \pm 0,006$ до $0,065 \pm 0,004$ мкмоль/ч·л ($p \leq 0,05$) на фоне снижения АсаТ с $1,06 \pm 0,40$ до $0,76 \pm 0,087$ мкмоль/ч·л ($p \leq 0,05$). Это приводит к изменению значения соотношения ферментов переаминирования в виде коэффициента де Ритиса (таблица 25). Аналогичные данные были получены О. Г. Вахрамовой (2009) у кур кросса Хайсекс белый, в крови которых достоверно увеличивался уровень АлаТ ($p \leq 0,05$) и снижался коэффициент де Ритиса в 2,3 раза.

Увеличение активности АлаТ и уменьшение АсаТ в крови птиц с возрастом отмечали Д. А. Сапрунов, А. Н. Квочко, А. Ю. Криворучко (2010); Т. И. Середа, Л. Ш. Горелик, М. А. Дерхо (2013). Согласно данным М. Mazurkiewicz (2005), уровень АсаТ растет в период активной яйцекладки в соответствии с возрастом птицы и снижается с ее затуханием.

При анализе изменчивости ферментов переаминирования необходимо понимать, что АсаТ символизирует «катаболический термогеназ» и каталитическая активность фермента отражает долю продуктов распада белков, вовлекаемых в цикл трикарбоновых кислот и используемых для получения энергии, а АлаТ – глюконеогенез, отражает скорость использования аминокислотных остатков в процессах биосинтеза глюкозы (С. В. Абрамов, И. М. Рослый, Е. Г. Белова, 2004; Т. И. Середа, М. А. Дерхо, 2012).

На основании вышесказанного считаем, что установленный нами характер ферментативной изменчивости является результатом снижения доли свободных аминокислот, окисляющихся в цикл Кребса с целью получения энергии, и повышения числа аминокислот, используемых в процессах синтеза глюкозы через глюконеогенез. Следовательно, организм кур-несушек в конце яйцекладки начинает испытывать недостаточность углеводных энергетических субстратов, что компенсирует за счет использования углеродных скелетов гликогенных аминокислот. В результате в белковом обмене организма кур катаболические процессы преобладают над анаболическими, организм несушек старается получать энергию преимущественно за счет окислительного распада глюкозы, а не белков, что энергетически более выгодно, но сказывается на уровне яичной продуктивности.

Таким образом, результаты оценки возрастной изменчивости параметров белкового обмена, ограниченные рамками репродуктивного периода, показали, что:

- в крови несушек повышается уровень альбуминов на фоне снижения глобулинов, что отражается на уровне защитных сил организма;
- увеличивается концентрация мочевины, что сказывается на уровне сохранения азота в организме кур;
- источником азота для синтеза мочевины и мочевой кислоты в конце репродуктивного периода большей частью являются альбумины;
- в конце репродуктивного периода снижается функциональная активность митохондрий и увеличивается интенсивность процессов глюконеогенеза, что отражается на энергообеспеченности организма кур.

3.2. ГИПОФИЗАРНО-ТИРЕОИДНЫЙ ПРОФИЛЬ ОРГАНИЗМА НЕСУШЕК

Показателями функциональных возможностей организма служат параметры отдельных органов и систем, коммуникация между которыми, а также протекание в них метаболических реакций определенной интенсивности, объединение их в единое целое – живой организм, состояние гомеостаза обеспечивается с помощью биологического действия гормонов (Н. П. Гончаров, 1995; В. С. Ветщев, Е. А. Мельниченко, Н. С. Кузнецов, 1996; Н. Т. Старков, 1996), в том числе и тиреоидных, которые необходимы для нормального развития, роста и функционирования органов.

Установлено, что тиреоидные гормоны, влияя на соотношение анаболических и катаболических процессов в органах и тканях, регулируют процессы развития, созревания, специализации и обновления почти всех тканей организма, обеспечивают нормальный энергетический обмен (увеличивают количество митохондрий, стимулируют образование энергии и тепла, повышают потребность тканей в кислороде; влияют на образование более 100 различных ферментов; участвуют в обмене углеводов, жиров, витаминов, кальция и магния и др.) (М. И. Балаболкин, 1988; С. В. Булатова, 2001; Н. Т. Старков, 1996; Л. Г. Коршунова, 2011; S. A. Falk, 1997). Установлено, что в условиях промышленной технологии высокая продуктивность несушек обеспечивается за счет повышения интенсивности обменных процессов в их организме (Т. И. Середа, М. А. Дерхо, 2012), поддерживать которую на должном уровне можно только благодаря скоординированности метаболических потоков на клеточном, органном и организменном уровнях при регулирующем действии гормонов, в том числе и тиреоидных.

Установлено, что гормональная регуляция в организме животных и птиц, в том числе и гипофизарно-тиреоидная, осуществляется по принципу обратной связи. При этом между щитовидной железой и гипофизом формируется «длинная» цепь обратной связи, которая подразумевает взаимодействие периферической эндокринной железы (щитовидной железы) с гипофизарными центрами посредством изменения концентрации гормонов в циркулирующей крови (Я. Х. Туракулов, Т. П. Ташходжаева, Г. М. Артыкбаева, 1991; Н. П. Гончаров, 1995; В. С. Ветщев, Е. А. Мельниченко, Н. С. Кузнецов, 1996; И. Х. Рахимов, М. А. Дерхо, 2013; S. A. Falk, 1997; G. S. Kelly, 2000).

Возрастная динамика гормонов ($n = 10$), $X \pm Sx$

Показатель	ВОЗРАСТ КУР-НЕСУШЕК, НЕД.		
	26 (начало яйцекладки)	52 (пик яйцекладки)	80 (конец яйцекладки)
ТТГ мкМЕ/мл	0,41 \pm 0,009	0,40 \pm 0,003	0,40 \pm 0,003
Т ₃ , пг/мл	3,25 \pm 0,16	3,35 \pm 0,19	3,00 \pm 0,11
Т ₄ , пмоль/л	7,45 \pm 0,85	9,10 \pm 0,26	8,75 \pm 0,55

Примечание. ТТГ – тиреотропный гормон; Т₃ – трийодтиронин; Т₄ – тироксин.

Мы установили, что содержание тиреотропного гормона гипофиза (ТТГ) в крови кур достоверно не зависело от срока репродуктивного периода (таблица 26) и колебалось в интервале от 0,40 \pm 0,003 до 0,41 \pm 0,009 мкМЕ/мл. Наши данные согласуются с результатами А. Л. Агаджанова (2010), установившего, что концентрация ТТГ в крови птиц не зависит от воздействия внутренних и внешних факторов.

Данный гормон в организме несушек влиял на развитие тиреоидных фолликулярных клеток в щитовидной железе и определял скорость высвобождения из фолликулярного коллоида в кровотоки тироксина и трийодтиронина.

Несмотря на постоянство концентрации ТТГ, в организме кур-несушек формировалась определенная скорость реализации его действия в системе «гипофиз – щитовидная железа», что регулировало функциональную активность щитовидной железы и кооперативно включало каскад реакций секреции, активации, транспорта, клеточного захвата и рецепторного связывания йодтиронинов. Все это обеспечивало изменение концентрации гормонов в зависимости от возраста и срока репродуктивного периода кур.

При этом количество трийодтиронина (Т₃) колебалось практически на одном и том же уровне, составляя от 3,00 \pm 0,11 до 3,25 \pm 0,16 пг/мл (таблица 26), хотя и имело тенденцию к снижению в ходе яйцекладки. Более значительно зависела от возраста кур концентрация тироксина (Т₄), хотя и недостоверно. Минимальный уровень гормона содержался в крови 26-недельных несушек (7,45 \pm 0,85 пмоль/л), повышаясь к 52-й неделе в 1,22 раза и составляя 9,10 \pm 0,26 пмоль/л. В конце яйцекладки (80-недельный возраст) количество Т₄ составило 8,75 \pm 0,55 пмоль/л (таблица 26).

Низкая вариабельность тиреоидных гормонов в крови несушек была установлена и для кросса Хайсекс коричневый в возрастной интервал 120–240 дней (В. В. Курушкин, 2007; Т. В. Синюкова, 2007).

Хотелось бы отметить, что концентрация тироксина во все периоды яйцекладки превышала содержание трийодтиронина более чем в 2 раза. Об этом свидетельствовала величина отношения T_4/T_3 , имеющая минимальное значение и, как следствие, наименьшую разницу между концентрациями тиреоидных гормонов в начале (26-недельном возрасте) репродуктивного периода. Величина отношения T_4/T_3 постепенно возрастала с возрастом кур за счет увеличения концентрации тироксина (таблица 27). Логично предположить, что в организме несушек более строго контролируется уровень трийодтиронина, чем тироксина, что, вероятно, являлось результатом их разной биологической роли в организме птиц (трийодтиронин более активно использовался клетками тканей и органов – мишеней биологического действия гормона). Вероятно, собственно гормональный эффект принадлежит главным образом трийодтиронину.

При этом чем ниже величина соотношения тироксина и трийодтиронина, тем выше конверсия T_4 в T_3 , осуществляемая с помощью ферментов дейодиназ (периферическое монодейодирование T_4) и более выражено биологическое действие тиреоидных гормонов на процессы метаболизма в организме кур.

Аналогичные данные были получены для несушек кросса Хайсекс коричневый (В. В. Курушкин, 2007, Т. В. Синюкова, 2007), перепелов эстонской породы (Л. Г. Коршунова, 2011).

Для проверки данного предположения мы рассчитали величину соотношения T_3/T_4 , которая отражала проявление физиологического действия тиреоидных гормонов. На протяжении всего репродуктивного периода наблюдалась тенденция к понижению этого показателя в зависимости от возраста кур. При этом наибольшее значение она имела в 26-недельном возрасте несушек ($0,44 \pm 0,11$ усл. ед.), а минимум – в 80-недельном ($0,34 \pm 0,11$ усл. ед., $p \leq 0,05$) (таблица 27).

На основании величин соотношений T_4/T_3 и T_3/T_4 можно сделать вывод, что тироксин в организме кур является гормоном-предшественником и подвергается постоянному «периферическому» дейодированию до трийодтиронина, обеспечивая его содержание в крови.

Соотношения тиреоидных гормонов ($n = 10$), $X \pm Sx$

Показатель	ВОЗРАСТ КУР-НЕСУШЕК, НЕД.		
	26 (НАЧАЛО ЯЙЦЕКЛАДКИ)	52 (ПИК ЯЙЦЕКЛАДКИ)	80 (КОНЕЦ ЯЙЦЕКЛАДКИ)
T ₄ /T ₃ , усл. ед.	2,32 ± 0,26	2,77 ± 0,14	2,92 ± 0,26
T ₃ /T ₄ , усл. ед.	0,44 ± 0,11	0,37 ± 0,01*	0,34 ± 0,11*
ТТГ/T ₃ , усл. ед.	0,13 ± 0,02	0,12 ± 0,01	0,13 ± 0,01
T ₃ /ТТГ, усл. ед.	7,93 ± 0,46	8,37 ± 0,10	7,50 ± 0,31
ТТГ/T ₄ , усл. ед.	0,055 ± 0,01	0,043 ± 0,001*	0,046 ± 0,002*
T ₄ /ТТГ, усл. ед.	18,17 ± 0,26	22,75 ± 0,24*	21,87 ± 0,42*
(T ₃ + T ₄)/ТТГ, усл. ед.	26,09 ± 2,46	31,12 ± 0,93*	29,37 ± 2,54
Продуктивность по стаду, %	97,0	95,0	82,0

Примечание. Здесь и далее: ТТГ – тиреотропный гормон; T₃ – трийодтиронин; T₄ – тироксин; * $p \leq 0,05$ по отношению к 26-й неделе репродуктивного периода.

Согласно данным А. И. Кубарко, S. Yamashita (1988), около 80 % T₃, содержащегося в крови, образуется из тироксина в печени, почках и других органах в результате дейодирования. В пользу этого вывода свидетельствует и тот факт, что тироксин связывается с рецепторами клеток-мишеней со средством в 10 раз более слабо, чем трийодтиронин (S. A. Falk, 1997).

К таким же выводам пришел В. В. Воловников (2007), изучая тиреоидный статус бычков холмогорской породы. В крови животных было установлено более высокое содержание базальной концентрации трийодтиронина, что свидетельствовало о том, что он являлся основным тиреоидным гормоном, оказывающим биологический эффект после взаимодействия с рецепторами в клетках различных органов и тканей.

Дейодирование тироксина, кроме печени и почек, протекает и в клетках гипофиза, где под действием фермента дейодиназы происходит синтез T₃. Поэтому ТТГ в значительной степени регулирует скорость данной реакции посредством механизма обратной связи в системе «гипофиз – щитовидная железа», а также образование и секрецию T₄ (Я. Х. Туракулов, Т. П. Ташходжаева, 1986; Я. Х. Туракулов, Т. П. Ташходжаева, Г. М. Артыкбаева, 1991; Н. П. Гончаров, 1995; В. С. Ветцев, Е. А. Мельниченко, Н. С. Кузнецов, 1996).

С целью оценки доли влияния ТТГ на взаимопревращения тироксина и трийодтиронина, а также их секрецию мы рассчитали соотношения концентраций между ТТГ, с одной стороны, и T_3 и T_4 – с другой.

Мы установили, что величина соотношения ТТГ/ T_3 и T_3 /ТТГ достоверно не зависела от возраста кур и срока репродуктивного периода (таблица 27). Следовательно, ТТГ не оказывал прямого влияния на концентрацию трийодтиронина в крови несушек, а следовательно, и его секрецию.

Значение отношения ТТГ/ T_4 и T_4 /ТТГ изменялось в ходе репродуктивного периода соответственно с $0,055 \pm 0,01$ и $18,17 \pm 0,26$ усл. ед. в 26-недельном возрасте кур до $0,043 \pm 0,001$ ($p \leq 0,05$), $22,75 \pm 1,44$ ($p \leq 0,05$) в 52-недельном и $0,46 \pm 0,002$ ($p \leq 0,05$), $21,87 \pm 0,42$ ($p \leq 0,05$) усл. ед. в 80-недельном (таблица 27). Значит, ТТГ оказывал прямое влияние на концентрацию и секрецию тироксина. Вероятно, поэтому и динамика величины $T_3 + T_4$ /ТТГ имеет такой же характер изменчивости, как T_4 /ТТГ.

При этом максимальное воздействие тиреотропного гормона на данные процессы было выражено в начале яйцекладки, что соответствовало наивысшей яйценоскости кур. Степень влияния тиреотропного гормона на скорость секреции и дейодирования тироксина плавно уменьшалась в ходе яйцекладки, что подтверждалось снижением величины соотношения трийодтиронина и тироксина (T_3/T_4) с $0,44 \pm 0,11$ (26-недельный возраст) до $0,34 \pm 0,11$ усл. ед. ($p \leq 0,05$) (80-недельный возраст) и повышением T_4/T_3 с $2,32 \pm 0,26$ до $2,92 \pm 0,26$ усл. ед. Хотелось бы подчеркнуть, что ослабление регулирующего воздействия ТТГ на T_4 сопровождалось уменьшения яйценоскости несушек и свидетельствовало о наличии взаимосвязи между продуктивностью кур и внутриклеточным метаболизмом T_4 .

Таким образом, результаты наших исследований позволили сделать следующие выводы:

- в организме кур-несушек кросса Ломан Уайт между ТТГ и трийодтиронином/тироксинами функционирует отрицательная обратная связь, которая обеспечивает высокий уровень секреции тиреоидных гормонов в щитовидной железе, а также скорость дейодирования тироксина в трийодтиронин. В совокупности данные факторы определяют секрецию и высвобождение ТТГ из гипофиза в кровь, а также функциональное состояние связи в системе «гипофиз – щитовидная железа»;

- основным действующим тиреоидным гормоном в организме кур является Т₃, а его предшественник тироксин (Т₄) – прогормон, обеспечивающий постоянный запас гормона в малоактивной форме;
- состояние гипофизарно-тиреоидной системы в организме несушек зависит от возраста кур (периода яйцекладки) и уровня яйценоскости. Яичная продуктивность формируется на фоне постоянства тиреотропной функции гипофиза и изменяющемся уровне гормонов щитовидной железы. Это объясняется тем, что уровень яйценоскости сопряжен с активностью основного обмена, в регуляции которого принимает участие процесс периферического превращения Т₄ в Т₃.

3.3. ОЦЕНКА ХАРАКТЕРА ВЗАИМОСВЯЗИ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ПЕЧЕНИ И ТИРЕОИДНОГО СТАТУСА КУР-НЕСУШЕК

Печень – самая крупная железа организма птиц. Она играет важнейшую роль не только в процессах пищеварения, обмена веществ и кровообращения (Ю. Г. Соболева, 2008), но и в метаболизме тиреоидных гормонов. Стенка печеночных капилляров хорошо проницаема для комплексов белок–Т₄, за счет чего в печени сосредоточено около 30 % внетиреоидного пула тироксина. За одно прохождение Т₄ через печень около 2 % его количества превращается в Т₃. Подсчитано, что печень в норме обеспечивает образование около 40 % объема дейодированного Т₄ во всем организме, или около 70 % объема Т₃, образуемого за сутки. Кроме этого, в клетках печени осуществляется синтез плазматических белков, связывающих липофильные тиреоидные гормоны, в том числе тироксинсвязывающего глобулина, тироксинсвязывающего преальбумина, альбумина. За счет этого в организме поддерживается определенный уровень гормонов, которые циркулируют в крови в свободной и связанной форме (Ф. И. Висмонт, Н. А. Степанова, 2003; Ф. И. Висмонт, С. А. Артюшкевич, 2005; Л. Г. Коршунова, 2011).

Тироксин и трийодтиронин необходимы для нормального развития, роста и функционирования органов. Эти гормоны регулируют уровень базального метаболизма всех клеток, включая гепатоциты, что сказывается на функционировании печени, а печень, в свою очередь, метаболизируя тиреоидные гормоны, регулирует их системные эндокринные эффекты (G. S. Kelly, 2000). Изменения работы щитовидной железы нередко сопровождаются существенными нарушениями функционирования гепатобилиарной системы. Как отмечают авторы, у больных гипотиреозом обнаруживаются нарушения в структуре печени, которые влекут за собой и функциональные изменения органа (Е. Г. Матвиенко, В. Ф. Горобец, В. А. Цыпляева, 1987; С. В. Булатова, И. М. Донник, Я. Б. Бейкин, 2000; С. В. Булатова, 2001).

Исходя из того, что печень играет важную роль в формировании тиреоидного статуса организма млекопитающих, мы оценили изменчивость белоксинтезирующей и мочевинообразующей функций печени и характер их взаимосвязи с концентрацией тиреотропного гормона (ТТГ), тироксина (Т₄) и трийодтиронина (Т₃) в организме кур в зависимости от возраста, ограниченного рамками репродуктивного периода.

Мы уже указывали, что концентрация общего белка крови как показателя белкового пула организма достоверно не зависела от возраста птицы и, соответственно, периода яйцекладки и уровня продуктивности птицы (таблица 23). В то же время содержание альбуминов (Alb) планомерно возрастало, свидетельствуя об активации биосинтетических процессов в гепатоцитах (альбумины синтезируются только в печени). Кроме этого, альбумины являются одним из транспортных белков тиреоидных гормонов: примерно 10 % от их общего количества в крови связаны именно с альбумином (Ф. И. Висмонт, Н. А. Степанова, 2003).

Для того чтобы оценить характер взаимосвязи концентрации альбуминов, по уровню которой можно судить о белковообразовательной функции печени, и тиреоидных гормонов, мы рассчитали их соотношение, что позволило установить следующее (таблица 28):

1. Уровень альбуминов в крови несушек, а следовательно, и альбуминсинтезирующая функция печени, не зависели от прямого действия ТТГ гипофиза, так как величина отношения ТТГ/Alb достоверно не изменялась в ходе исследования.
2. В организме несушек альбумины крови в большей степени транспортировали тироксин, чем трийодтиронин, так как величина отношения T_4/Alb была больше, чем T_3/Alb . Этот вывод согласуется с данным Х. Шамбаха, Г. Кнаппе, В. Карола (1988), согласно которым трийодтиронин обладает меньшим сродством к белкам плазмы, чем тироксин. При этом количество гормона, циркулирующего в крови в составе надмолекулярного комплекса Alb – T_4 , являлось величиной постоянной, не зависящей от возраста кур и срока репродуктивного периода. Об этом свидетельствовал характер изменения отношения T_4/Alb .
3. Доля трийодтиронина, транспортирующаяся в организме несушек при помощи альбуминов, определялась возрастом и периодом яйцекладки, так как величина T_3/Alb планомерно снижалась в ходе исследования с $0,19 \pm 0,01$ усл. ед. (26-недельный возраст) до $0,14 \pm 0,01$ ($p \leq 0,05$) (80-недельный возраст).
4. Альбуминсинтезирующая функция гепатоцитов и, соответственно, уровень альбуминов в крови в основном определяется концентрацией трийодтиронина. Вероятно, по этой причине уровень альбуминов и гормона изменяется с возрастом кур и сроком репродуктивного периода.

Биохимические показатели крови ($n = 10$), $X \pm Sx$

Показатель	ВОЗРАСТ КУР-НЕСУШЕК, НЕД.		
	26 (НАЧАЛО ЯЙЦЕКЛАДКИ)	52 (ПИК ЯЙЦЕКЛАДКИ)	80 (КОНЕЦ ЯЙЦЕКЛАДКИ)
Продуктивность по стаду, %	97,0	95,0	82,0
T ₃ /Alb, усл. ед.	0,19 ± 0,01	0,15 ± 0,01*	0,14 ± 0,01*
T ₄ /Alb, усл. ед.	0,42 ± 0,02	0,42 ± 0,01	0,41 ± 0,001
ТТГ/Alb, усл. ед.	0,023 ± 0,003	0,019 ± 0,002	0,02 ± 0,002
ТТГ/мочевина, усл. ед.	0,15 ± 0,009	0,12 ± 0,01	0,096 ± 0,002*
T ₃ /мочевина, усл. ед.	1,20 ± 0,07	1,08 ± 0,13	0,73 ± 0,02*
T ₄ /мочевина, усл. ед.	2,75 ± 0,29	2,96 ± 0,32	2,16 ± 0,13

Примечание. * $p \leq 0,05$ по отношению к 26-й неделе репродуктивного периода.

В целом можно отметить, что трийодтиронин и тироксин влияли на интенсивность синтеза альбуминов в гепатоцитах, регулируя активность соответствующих ферментных систем печени. Полученные данные согласуются с результатами работ А. И. Киеня (1984), С. М. Дрюцкая (2005), которые отмечали, что при недостатке тиреоидных гормонов в организме млекопитающих изменяются метаболические функции, влекущие за собой нарушения белкового синтеза и катаболизма альбуминов.

Одной из важных функций печени является биосинтез мочевины, уровень которой отражает интенсивность катаболических процессов и степень усвоения азота. Мы оценили влияние тиреоидных гормонов на ее биосинтез, рассчитав соотношение гормон/мочевина.

Анализ полученных данных показал, что концентрация тироксина в крови кур не влияла на уровень мочевины, так как величина T₄/мочевина достоверно не изменялась в ходе периода исследований и колебалась в интервале от 2,16 ± 0,13 до 2,96 ± 0,32 усл. ед. (таблица 28). Однако концентрации тиреотропного гормона и трийодтиронина были сопряжены с содержанием мочевины в крови несушек. Поэтому величины отношений ТТГ/мочевина и T₃/мочевина плавно снижались в ходе яйцекладки соответственно с 0,15 ± 0,009 и 1,20 ± 0,07 усл. ед. (26-недельный возраст) до 0,096 ± 0,002 и 0,73 ± 0,02 усл. ед. ($p \leq 0,05$) (80-недельный возраст). Следовательно, ТТГ и T₃ определяли направленность обменных реакций в организме несушек и регулировали количество азотсодержащих субстратов, подвергающихся катаболизму, что отражалось на

количестве мочевины в крови птиц. При этом максимальное количество белковых веществ распадалось до конечных продуктов в конце яйцекладки, хотя уровень яичной продуктивности был минимален. Вероятно, это обусловлено увеличением в ходе репродуктивного периода массы яйца и белковой оболочки в нем.

Таким образом, в ходе яйцекладки изменяется интенсивность метаболических функций печени (белковообразовательной, мочевинообразующей), что сказывается на характере взаимосвязи между соответствующими биохимическими показателями крови и уровнем тиреоидных гормонов. В свою очередь, гормоны щитовидной железы оказывают влияние на активность обменных процессов как в организме несушек, так и в печени, что служит физиологической основой формирования продуктивных качеств птиц. Поэтому функциональное состояние печени влияет на процессы термогенеза и тиреоидный статус организма кур-несушек.

3.4. РОЛЬ ГИПОФИЗАРНО-ТИРЕОИДНОЙ СИСТЕМЫ В ФОРМИРОВАНИИ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ КУР-НЕСУШЕК

Гормоны гипофиза и щитовидной железы непосредственно, а также при участии нервной, иммунной и тканевых контролирующих систем являются важнейшими регуляторами практически всех физиологических механизмов, определяющих уровень основного обмена гомеотермного организма (Дж. Темпермен, Х. Темпермен, 1989; И. М. Скударнова, Н. В. Соболева, Н. В. Мычка, 2006). Установлено, что тиреоидные гормоны определяют проницаемость клеточных мембран, активность синтеза ДНК и белков, каталитическую активность ферментов (Б. Н. Аксенова, 1989; Я. Х. Туракулов, Т. П. Ташходжаева, Г. М. Артыкбаева, 1991; Ф. И. Висмонт, 2001; Ф. И. Висмонт, 2008; П. Д. Дейвис, Ф. Б. Дейвис, 2000; G. S. Kelly, 2000). Все это позволяет им регулировать базальный уровень метаболизма во всех клетках организма.

В настоящее время факт интенсификации уровня основного обмена при развитии состояния гипертиреоза и, наоборот, его снижения при гипотиреозе твердо установлен и не требует дополнительных доказательств. Однако следует подчеркнуть, что приведенные данные касаются патофизиологических механизмов действия тиреоидных гормонов, запускающихся при высоких или, наоборот, низких концентрациях циркулирующих гормонов (Т. И. Станишевская, 2009; V. I. Sobolev, 1990). Между тем остается открытым вопрос о возможности и характере регуляции уровня основного обмена в зависимости от продуктивных качеств животных и птиц.

В частности, роль гормонов гипофизарно-тиреоидной системы в формировании метаболического профиля организма кур и яичной продуктивности не была предметом специального исследования. Поэтому мы попытались выяснить характер связи между концентрацией ТТГ, Т₃, Т₄ и яичной продуктивностью кур кросса Ломан Уайт, а также метаболическим профилем их организма.

Мы уже отмечали, что в условиях промышленной технологии производства яиц для организма несушек характерна высокая интенсивность обменных процессов, и это является ценой значительных энергозатрат на фоне высокой продуктивности. Поддержание на должном уровне функциональной активности соответствующих физиологических систем возможно благодаря биологическому действию гормонов, в том

числе и тиреоидных. Так, начало яйцекладки в организме кур-несушек формирует определенную скорость реализации действия тиреотропного гормона в системе «гипофиз – щитовидная железа», что усиливает функциональную активность щитовидной железы и кооперативно включает каскад реакций секреции, активации, транспорта, клеточного захвата и рецепторного связывания йодтиронинов. Все это обеспечивает, во-первых, высокую интенсивность метаболизма в организме кур, а во-вторых, формирование определенного уровня яичной продуктивности.

Тиреоидным гормоном, реализация биологического действия которого непосредственно связана с уровнем клеточного метаболизма, является трийодтиронин. Его концентрация в крови несушек поддерживалась за счет дейодирования тироксина под контролем ТТГ. Об активности данных процессов можно судить по величине соотношения T_3/T_4 .

В начале яйцекладки (26-недельный возраст несушек) продуктивность кур по промышленному стаду составила 97 %. При этом величина отношения T_3/T_4 была максимальной и составила $0,44 \pm 0,11$ усл. ед. В середине репродуктивного периода, соответствующего 52-недельному возрасту кур, яйценоскость снизилась до 95 %. Величина соотношения тиреоидных гормонов тоже уменьшилась до $0,37 \pm 0,01$ усл. ед. ($p \leq 0,05$). В конце яйцекладки яичной продуктивности несушек на уровне 80 % соответствовала минимальная величина T_3/T_4 (таблица 27).

Следовательно, скорость дейодирования тироксина в трийодтиронин, и, соответственно, регулирующее воздействие ТТГ на этот процесс, постепенно возрастала в ходе яйцекладки. Это происходило на фоне снижения яйценоскости несушек, что свидетельствовало о наличии связи между продуктивностью кур и внутриклеточным метаболизмом T_4 .

Таким образом, состояние гипофизарно-тиреоидной системы в организме несушек зависело от периода яйцекладки и уровня яйценоскости кур-несушек. Яичная продуктивность формировалась на фоне постоянной секреторной активности гипофиза (ТТГ) и изменяющегося уровня гормонов щитовидной железы. Это объяснялось тем, что уровень яйценоскости кур сопряжен с интенсивностью основного обмена, а он регулируется трийодтиронином, образующимся за счет периферического дейодирования тироксина.

Важную роль в формировании метаболического профиля организма кур играет белковый обмен веществ, интенсивность которого связана с метаболическими функциями печени (в животном организме более 80 % всех белков синтезируется в гепатоцитах), которые протекают под

контролем гормонов щитовидной железы. При этом тиреоидные гормоны воздействуют на обменные процессы в организме птиц за счет активации механизмов генной транскрипции, что интенсифицирует синтез ферментов и других белков.

Мы уже отмечали, что охарактеризовать направленность и интенсивность белкового обмена в организме птиц можно с помощью следующих показателей крови: общий белок, альбумины, мочевины, мочевины, мочевая кислота и активность ферментов переаминирования.

Мы установили, что концентрация общего белка крови как показателя белкового пула организма достоверно не зависела от периода яйцекладки и уровня продуктивности птицы (таблица 23). Следовательно, поддержание общего белка в крови несушек на индивидуальном генетическом уровне обеспечивает как реализацию генетической программы их организма, так и уровень продуктивности.

Большая часть общего белка крови представлена альбуминами, которые полностью синтезируются в печени. Концентрация альбуминов в крови несушек планомерно возрастала в ходе репродуктивного периода (таблица 23) что свидетельствовала об активации биосинтетической активности гепатоцитов.

Альбумины – это основные транспортные белки крови, они обладают способностью связывать в надмолекулярные комплексы низкомолекулярные лиганды, в том числе и тиреоидные гормоны. При этом связь альбуминов с тироксином и трийодтиронином наименее прочная из всех белков-транспортёров гормонов (Я. Х. Туракулов, Т. П. Ташходжаева, Г. М. Артыкбаева, 1991). Поэтому альбумины являются основным источником свободных тиреоидных гормонов в периферических клетках организма.

Возможно, это является одной из причин повышения концентрации альбуминов в крови птиц. В пользу данного предположения свидетельствует тот факт, что роль альбуминов как белков-переносчиков трийодтиронина определялась периодом яйцекладки и, соответственно, уровнем яичной продуктивности. Так, величина соотношения T_3/Alb от начала к концу репродуктивного периода снижалась на 26,32 % (рис. 11).

Следовательно, уровень трийодтиронина, определяемый в крови альбумином как транспортным белком гормона, значительно уменьшался к концу яйцекладки, что сказывалось на характере реализации физиологических эффектов гормона и уровне яичной продуктивности. Значит, величина T_3/Alb характеризует степень сродства белка-переносчика к ти-

реодному гормону и его участие в обеспечении концентрации трийодтиронина в крови в несвязанной, активной форме. При этом скорость высвобождения трийодтиронина из надмолекулярной структуры «гормон – альбумин» имеет большее значение в формировании интенсивности основного обмена веществ и продуктивности, чем тироксина, так как величина соотношения T_4/Alb практически не изменялась в ходе репродуктивного периода (таблица 28).

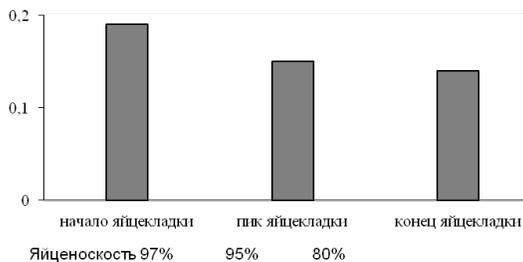


Рис. 11. Динамика отношения T_3/Alb в ходе яйцекладки

Одним из конечных продуктов белкового обмена в организме птицы является мочеви́на, уровень которой отражает катаболизм свободных аминокислот в организме птиц. Представление об активности распада аминокислот можно получить по отношению концентраций общего белка и мочевины. Мы установили, что наибольшее значение соотношение ОБ/мочевина имело в начале репродуктивного периода (таблица 29), что свидетельствовало о преобладании в белковом обмене организма кур-несушек анаболических реакций, способствующих задержке и усвоению азота. Это являлось основой для яйценоскости несушек на уровне 97 %. В пик яйцекладки величина ОБ/мочевина составила $12,7 \pm 1,14$ усл. ед., что на 6,98 % меньше, чем в начале репродуктивного периода. Однако этого было достаточно, чтобы снизился объем белкового анаболизма и, соответственно, яичная продуктивность до 95 %. В конце яйцекладки отношение ТТГ/мочевина имело наименьшее значение (таблица 29), что свидетельствовало о преобладании в организме несушек катаболических реакций и выведении из организма большей части азота. Поэтому продуктивность несушек снижалась до 80 %.

Конечным продуктом белкового и пуринового обмена в организме птиц является также моче́вая кислота, отражающая выведение аминного азота, образующегося при распаде не только белков, но и нуклеиновых

кислот. Представление о доли общего белка крови, утилизирующегося и выводящегося из организма кур в составе мочевой кислоты, можно получить по отношению ОБ/мочевая кислота. Мы установили, что величина соотношения общего белка и мочевой кислоты практически не изменялась в ходе репродуктивного периода (таблица 29), что свидетельствовало о постоянной доле азота, вовлекаемой в синтез мочевой кислоты.

Таблица 29

Биохимические показатели крови ($n = 10$), $\bar{X} \pm Sx$

Показатель, усл. ед.	ВОЗРАСТ КУР-НЕСУШЕК, НЕД.		
	26 (начало яйцекладки)	52 (пик яйцекладки)	80 (конец яйцекладки)
ОБ/мочевина	14,18 \pm 2,18	12,7 \pm 1,14	10,01 \pm 1,38
ОБ/мочевая кислота	94,78 \pm 12,16	97,33 \pm 10,47	96,58 \pm 13,31
ТГГ/мочевая кислота	0,95 \pm 0,023	1,07 \pm 0,008*	1,03 \pm 0,05
Тз/мочевая кислота	8,33 \pm 0,49	7,73 \pm 0,43	7,31 \pm 0,42
Т4/мочевая кислота	19,03 \pm 2,35	21,03 \pm 0,59	21,74 \pm 0,9
ТГГ/АлАТ	9,53 \pm 4,31	8,69 \pm 3,94	6,15 \pm 0,61
Тз/АлАТ	75,58 \pm 4,63	72,82 \pm 7,5	48,53 \pm 4,90*
Т4/АлАТ	173,25 \pm 13,55	197,82 \pm 27,41	134,61 \pm 11,12
ТГГ/АсАТ	0,39 \pm 0,04	0,43 \pm 0,02	0,53 \pm 0,09
Тз/АсАТ	3,07 \pm 0,16	3,64 \pm 0,19	3,94
Т4/АсАТ	7,03 \pm 0,85	9,89 \pm 0,26	11,51 \pm 0,55

Примечание. * $p \leq 0,05$ по отношению к 26-й неделе репродуктивного периода.

Если исходить из того, что мочевая кислота преимущественно синтезируется из продуктов распада азотистых оснований, то можно констатировать, что катаболизм нуклеопротеидов в организме несушек не зависит от возраста, срока репродуктивного периода и яйценоскости, то есть генетический потенциал кур определялся только кроссом птицы. Однако его реализация зависела от воздействия других факторов.

Для оценки характера влияния тиреоидных гормонов на биосинтез конечных продуктов азотистого обмена в организме птицы мы рассчитали соотношение между гормоном и мочевиной/мочевой кислотой.

Синтез мочевины в гепатоцитах, а, следовательно, и активность катаболизма свободных аминокислот регулируется тиреотропным гормоном

и трийодтиронином. Анализ динамики соотношения гормонов с мочевой кислотой показал следующее:

1. На синтез мочевой кислоты в почках кур не оказывает прямого влияния тиреотропный гормон гипофиза, так как величина ТТГ/мочевая кислота практически не изменяется в ходе репродуктивного периода (таблица 29).
2. Величина Т₃/мочевая кислота максимальное значение имела в начале яйцекладки, снижаясь к концу репродуктивного периода на 12,24 %. Аналогично значение Т₄/мочевая кислота минимально было в 26-недельном возрасте кур, повышаясь к 80-недельному на 14,24 % (таблица 29).

Следовательно, уровень мочевой кислоты и, соответственно, процесс ее биосинтеза зависел от срока яйцекладки и уровня продуктивности птицы.

Значит, тиреоидные гормоны щитовидной железы определяют направленность реакций азотистого обмена в организме кур и регулируют количество субстратов, подвергающихся катаболизму. При этом максимальное количество веществ как в белковом, так и в нуклеиновом обмене распадается до конечных продуктов в конце яйцекладки, хотя уровень яичной продуктивности минимален. Вероятно, это обусловлено, во-первых, увеличением в ходе репродуктивного периода массы яйца и белковой оболочки в нем; во-вторых, энергозатратностью процессов биосинтеза мочевины и мочевой кислоты.

На направленность реакций обмена и их энергоэффективность влияет активность ферментов переаминирования, которые участвуют в поддержании концентрации общего белка в крови, выполняя на клеточном уровне каждый свою роль (Т. И. Середа, М. А. Дерхо, 2012). В ходе яйцекладки происходит повышение активности АлАТ на фоне падения АсАТ (таблица 25).

Считаем, что такой характер изменчивости активности ферментов основан на их метаболическом единстве и обеспечивает константность концентрации общего белка. При этом необходимо понимать, что АсАТ символизирует катаболический термогенез, то есть снижение в ходе яйцекладки доли продуктов распада белков, вовлекаемых в цикл трикарбоновых кислот и используемых для получения энергии, а АлАТ – глюконеогенез, отражающий повышение скорости использования аминокислотных остатков в процессах биосинтеза глюкозы.

Следовательно, в ходе яйцекладки «печеночная» АлАТ начинает превалировать над «сердечной» АсАТ. Объясняется это тем, что сердце представляет собой более закрытую систему для обмена и ее состояние определяется только требованиями кровоснабжения. Печень, наоборот, полиобменна, активно участвует в поддержании термогенеза (одна печеночная клетка содержит 1560 митохондрий). Поэтому организму кур легче изменять активность АлАТ.

Для оценки взаимосвязи трансаминаз с тиреоидными гормонами мы определили соотношение их концентраций. Так, снижение активности термогенной АсАТ обусловлено действием и тироксина, и трийодтиронина, и тиреотропного гормона, так как величина ТТГ/АсАТ, Т₃/АсАТ и Т₄/АсАТ постепенно повышалась в ходе яйцекладки. Аналогичный характер влияния гормонов установлен и для глюконеогенной АлАТ (таблица 29).

Считаем, что выявленный характер влияния тиреоидных гормонов на активность ферментов переаминирования объясняется тем, что они обладают амфиобличностью, то есть способны катализировать реакции как распада, так и синтеза. Поэтому осуществление регуляции в системе «гипофиз – щитовидная железа», то есть «ТТГ – Т₄ → Т₃» позволяет гипофизарно-тиреоидной системе регулировать метаболический профиль организма кур в соответствии с функциональными возможностями физиологических систем организма.

Таким образом, в организме несушек от начала к концу яйцекладки увеличивается интенсивность катаболических реакций в белковом обмене. Одним из важнейших показателей крови, отражающим уменьшение доли анаболических процессов в клетках организма кур, является фермент АсАТ – элемент метаболита цикла трикарбоновых кислот, отражающий функциональную активность митохондрий. Снижение активности АсАТ контролируется системой «ТТГ – Т₄ → Т₃» и характеризует соответствующее состояние цикла Кребса. Аминокислоты, высвобождающиеся в процессе катаболизма белков, используются:

- в процессах глюконеогенеза. Для повышения доли свободных аминокислот, вовлекаемых в процессы синтеза глюкозы, системой «ТТГ – Т₄ → Т₃» в организме кур повышается активность АлАТ;
- в процессах синтеза мочевины и мочевой кислоты. При этом образование мочевины регулируется ТТГ и Т₃, а мочевой кислоты – Т₃ и Т₄.

Гипофизарно-тиреоидная система, регулируя в крови кур концентрацию биохимических показателей, одновременно контролирует внутриорганогенную биоэнергетику. Это, вероятно, служит физиологической основой яичной продуктивности кур-несушек. При этом метаболизм, имеющий преимущественно анаболическую направленность, создает основу для яйценоскости кур на уровне 95–97 %, что наблюдалось в начале и на пике яйцекладки. Белковый метаболизм, в котором катаболические процессы преобладают над анаболическими, способствует выведению азота из организма кур в виде мочевины или мочевой кислоты, но не образованию яйца. Поэтому яйценоскость несушек снижается, что наблюдалось нами в конце яйцекладки.

Значит, яичная продуктивность связана с направленностью белкового метаболизма в организме птиц, скоординированность анаболических и катаболических реакций регулируется тиреоидными гормонами через функциональное состояние клеток печени и их ферментных систем.

К аналогичным результатам пришли и другие авторы, оценивая тиреоидный статус лабораторных и продуктивных животных.

Например, в крови белых крыс в рамках физиологических колебаний уровня свободных T_3 и T_4 интенсивность основного обмена всегда нарастала вместе с ростом концентрации активных йодтиронинов, так как тиреоидные гормоны регулировали уровень энергетического обмена не только при гипо- или гипертиреозе, но и в норме. С этой точки зрения физиологическая роль циркулирующих гормонов как естественных регуляторов интенсивности основного обмена в норме становилась возможной благодаря «неточности» регуляции в системе «гипофиз – щитовидная железа», что выражалось в относительно высокой вариабельности уровня T_3 и T_4 крови. В данном случае такого рода «неточность» являлась материальной базой для подстройки уровня основного обмена к текущим потребностям энергетики организма (Т. И. Станишевская, 2009).

Так, у бычков герефордской и холмогорской пород биологическое действие гормонов щитовидной железы способствовало отложению энергии в теле за счет снижения теплопродукции (И. А. Баранова, 2001). В организме вуалевых песцов преобладает анаболическая функция гормонов щитовидной железы в период активного роста (Н. Л. Рендаков [и др.], 2009). У коров голштинизированной породы концентрация тиреоидных гормонов связана с молочной продуктивностью. При этом у более высокопродуктивных животных содержание трийодтиронина в крови ниже (В. М. Кретова, В. И. Еременко, 2007). Гормоны щитовидной

железы способствовали адаптации геррефордов к сезонным факторам Амурской области за счет изменения уровня обмена веществ (Н. В. Труш, Д. А. Клейкова, 2009). У самцов эстонских перепелов был зарегистрирован более высокий уровень тиреоидных гормонов, чем у самок, особенно трийодтиронина, что предполагает более высокий уровень метаболизма в организме самцов (Л. Г. Коршунова, 2011). Активные анаболические процессы в организме ягнят алтайской и кулундинской породы сопровождались снижением в крови концентрации тироксина на фоне сохранения трийодтиронина (А. И. Афанасьева, Н. В. Симонова, 2009).

3.5. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ ТИРЕОИДНЫХ ГОРМОНОВ С БИОХИМИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ КРОВИ

В регуляции обмена веществ, энергии и в итоге продуктивности кур-несушек ведущая роль принадлежит гормонам щитовидной железы, которые контролируют расход энергии в тканях, стимулируют анаболизм и катаболизм белков, участвуют в регуляции содержания глюкозы в крови, влияют на липолиз, контролируют периферический метаболизм стероидов, в том числе и половых гормонов. Несомненно, что состояние тиреоидной функции имеет самое непосредственное отношение к уровню обмена и молекулярного самообновления, а следовательно, к жизнедеятельности и продуктивности организма (С. В. Булатова, И. М. Донник, Я. Б. Бейкин, 2000; В. М. Кретова, 2008; Н. В. Труш, Д. А. Клейкова, 2009; Л. Г. Коршунова, 2011; P. W. Concannon, 2008).

Однако с позиций современного уровня знаний становится очевидным, что живой организм является биосистемой, в которой работают принципы структурной организации на молекулярном, клеточном и тканевом уровнях. При этом для любой биосистемы характерна определенная упорядоченная взаимосвязанность между ее элементами, что и превращает организм в целенаправленно функционирующую систему (Д. С. Саркисов, 1987; Л. И. Дубенская, С. М. Баженов, 1997). В связи с этим структурно-функциональное единство как всеобщая закономерность существования биосистемы относительно крови приобретает особое значение: состав крови как интегративный показатель имеет отношение и к состоянию организма в целом, и к интенсивности обмена веществ, и к племенным и продуктивным качествам. Эта особенность циркулирующей крови раскрывается не только на уровне количественных изменений ее параметров, но и в характере их соотношения и корреляционной взаимосвязи (Л. И. Дубенская, С. М. Баженов, 1997).

Высокий уровень яичной продуктивности (82–97%), характерный для несушек в условиях промышленной технологии, является следствием высокоинтенсивного обмена веществ в их организме, что формирует в нем определенные гомеостатические константы и взаимосвязи между показателями крови, стабильные в ходе всего репродуктивного цикла. Данный ритм функционирования организма сопровождается напряжением эндокринных механизмов регуляции, которому соответствует низкая и недостоверная изменчивость концентрации тиреоидных гормонов в крови кур (таблица 26).

Тиреоидные гормоны в основном являются гормонами метаболического действия и обладают выраженным влиянием на белковый обмен веществ, определяющим продуктивность особи.

В наших исследованиях для характеристики белкового обмена было использовано определение в крови концентрации общего белка (индикатор белковой обеспеченности организма), альбуминов (основные транспортные белки крови), мочевины (конечный продукт азотистого обмена, отражающий интенсивность катаболических процессов в организме и степень усвоения азота), мочевой кислоты (показывает степень выведения аминного азота, образующегося при катаболизме белков и нуклеиновых кислот), каталитической активности АсАТ (маркер активности митохондрий) и АлАТ (оценивает активность работы глюкозоаланинового шунта). При этом мы исходили из того, что биологические и функциональные возможности данных параметров циркулирующей крови достаточны, чтобы оценить состояние белкового обмена во всём организме несушек.

Однако любой эндо- и экзогенный фактор не оказывает прямого влияния на ту или иную функцию организма, а изменяет ее опосредованно, через структуры, «вырабатывающие» эту функцию, то есть через механизм нейро-гуморальной регуляции.

Поэтому на следующем этапе нашей работы мы выполнили корреляционный анализ и выявили взаимосвязи с помощью линейного коэффициента корреляции по методу Пирсона между биохимическими показателями крови, характеризующими направленность и активность белкового обмена в организме кур-несушек, и уровнем тиреоидных гормонов. При этом мы исходили из того, что общие закономерности адаптивных перестроек удобно выявлять с помощью минимального числа показателей, связанных с максимально детерминированными проявлениями гомеостаза (П. Д. Горизонтов, О. И. Белоусова, М. И. Федотова, 1983). В этом случае структурные перестройки (изменения числа корреляций с участием разных показателей крови) при одном и том же ограниченном наборе гормонов могут соответствовать изменениям всей системы крови и организма в целом (метаболического профиля организма кур-несушек), что в конечном счете отражается на их продуктивных качествах.

При анализе корреляционных зависимостей было установлено (таблица 30), что независимо от возраста, срока репродуктивного периода и уровня яйценоскости кур-несушек в организме птиц формируются следующие корреляционные структуры гормонов:

Корреляционные связи гормонов с биохимическими показателями крови в 26-недельном возрасте кур ($n = 10$), $X \pm Sx$

Показатель	БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ					
	Мочевина	МК	Альв	ОБ	АлАТ	АсАТ
T ₃	0,43±0,31	0,80±0,21*	0,71±0,25*	0,44±0,31	0,24±0,34	0,90±0,15*
T ₄	0,20±0,34	0,77±0,22*	0,78±0,23*	0,32±0,33	0,003±0,35	0,17±0,34
ТТГ	0,12±0,35	0,43±0,32	0,38±0,32	0,34±0,33	0,15±0,55	0,99±0,30*
T ₃ /T ₄	0,05±0,35	0,57±0,33	0,71±0,25*	0,22±0,34	0,07±0,35	0,61±0,27
T ₃ /ТТГ	0,41±0,32	0,63±0,27	0,76±0,23*	0,49±0,31	0,26±0,34	0,28±0,33
T ₄ /ТТГ	0,21±0,34	0,37±0,32	0,73±0,24*	0,34±0,33	0,01±0,35	0,67±0,26
T ₃ +T ₄ /ТТГ	0,37±0,32	0,37±0,32	0,42±0,32	0,40±0,32	0,36±0,32	0,44±0,31

Примечание. * $p \leq 0,05$.

1. Независимо от уровней тироксина и трийодтиронина в крови несушек выявлен односторонний вид прямой, достоверной корреляции между T₃ и T₄, с одной стороны, и альбуминами, с другой стороны, в ходе репродуктивного периода. Значение корреляций колебалось на уровне $r = 0,71-0,82$ ($p \leq 0,05$) (таблицы 30, 31, 32).

Следовательно, альбумины крови непосредственно влияли на тиреоидный профиль организма несушек. Это объяснялось тем, что более 99 % циркулирующих в крови тиреоидных гормонов связано с белками плазмы, в том числе и с альбуминовой фракцией (А. И. Кубарко, S. Yamasha, 1988). Относительное распределение величины связывания тиреоидных гормонов со связывающими белками, вероятно, напрямую зависит от степени их сродства и концентрации. Так, трийодтиронин обладал меньшим сродством к альбуминам, чем тироксин. Об этом свидетельствовали значения коэффициентов корреляции, которые между T₃ и Alb ($r = 0,71-0,74$; $p \leq 0,05$) были меньше, чем между T₄ и Alb ($r = 0,76-0,82$; $p \leq 0,05$). В свою очередь, тиреоидные гормоны регулировали уровень альбуминов, влияя на экспрессию генов, увеличивая скорость синтеза белка и активность многих ферментных систем, что определяло скорость клеточных реакций в печени.

2. Трийодтиронин в ходе яйцекладки достоверно коррелировал с активностью АсАТ. Значения коэффициентов корреляции колебались в пределах $0,79-0,98$ ($p \leq 0,05$) (таблицы 30, 31, 32). Считаем, что данный вид связи в системе тиреоидных гормонов имеет

основополагающее значение, определяющее направленность биохимических реакций в обмене белков, так как фермент АсАТ является метаболоном цикла Кребса, поставляя в него субстраты для окислительного распада (продукты дезаминирования аминокислот – α -кетокислоты), что формирует энергетическую основу метаболического статуса организма кур и, соответственно, яичной продуктивности. Поэтому трийодтиронин, регулируя каталитическую активность АсАТ, поддерживает соответствующую интенсивность катаболических процессов, синтеза энергии и ее распределения.

Хотелось бы обратить внимание на то, что даже незначительных различий в концентрации трийодтиронина достаточно, чтобы регулировать функциональную активность митохондрий через АсАТ и объем анаболических процессов. На основании этого логически объяснима яичная продуктивность несушек в начале и на пике яйцекладки на уровне 95–97%, так как данные сроки репродуктивного периода характеризовались наивысшими концентрациям Т₃ в крови несушек и максимальной активностью аспартатаминотрансферазы. Снижение трийодтиронина в конце яйцекладки инициировало падение уровня АсАТ, что сопровождалось уменьшением яйценоскости до 82%.

Таблица 31

Корреляционные связи гормонов с биохимическими показателями крови в 52-недельном возрасте кур ($n = 10$), $\bar{X} \pm Sx$

Показатель	БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ					
	Мочевина	МК	Алв	ОБ	АлАТ	АсАТ
Т ₃	0,16±0,34	0,81±0,21*	0,73±0,23*	0,34±0,93	0,75±0,23*	0,79±0,21*
Т ₄	0,35±0,33	0,83±0,19*	0,76±0,22*	0,23±0,34	0,15±0,35	0,27±0,34
ТТГ	0,47±0,31	0,67±0,26	0,68±0,26	0,14±0,35	0,38±0,32	0,56±0,29
Т ₃ /Т ₄	0,02±0,55	0,73±0,24*	0,81±0,20*	0,28±0,34	0,53±0,30	0,81±0,20*
Т ₃ /ТТГ	0,09±0,35	0,74±0,23*	0,75±0,22*	0,32±0,33	0,42±0,32	0,88±0,16*
Т ₄ /ТТГ	0,03±0,35	0,74±0,23*	0,74±0,23*	0,32±0,33	0,18±0,34	0,75±0,23*
Т ₃ +Т ₄ /ТТГ	0,41±0,32	0,51±0,36	0,52±0,30	0,45±0,31	0,56±0,29	0,59±0,28

Примечание. * $p \leq 0,05$.

Вероятно, по этой причине с 52-недельного возраста устанавливается прямая достоверная корреляционная связь между трийодтиронином

и активностью АлАТ ($r = 0,72-0,75$; $p \leq 0,05$), что обеспечивает увеличение количества аминокислот, вовлекаемых в процессы глюконеогенеза.

Таким образом, выявленные корреляционные связи анаболически активного гормона трийодтиронина иллюстрируют взаимоотношения продуктивных качеств кур с наследственностью, в генах которой заложен уровень обмена веществ через активность ферментов.

3. Количество достоверных корреляций было наибольшим в 26- и 52-недельном возрасте несушек, что соответствовало периодам максимальной яичной продуктивности. Следовательно, яйценоскость несушек – это результат скоординированности тиреоидного профиля организма птиц с интенсивностью обменных процессов. Конечно, в данные сроки яйцекладки тиреоидные гормоны в большей степени влияют на активность анаболических реакций в обмене белков, преобладающих в организме кур. Это предположение подтверждается отсутствием достоверных корреляционных связей между T_3 , T_4 , ТТГ и мочевиной.
4. Между показателями тиреоидного профиля и биохимическими параметрами крови установлены в основном только положительные корреляционные связи, что свидетельствует о непосредственном действии тироксина, трийодтиронина и тиреотропного гормона на процессы метаболизма белка.
5. Во все сроки репродуктивного периода T_3 и T_4 достоверно коррелировали с концентрацией мочевой кислоты на уровне $r = 0,73-0,83$ ($p \leq 0,05$). Мочевая кислота – это один из конечных и для птиц основных продуктов, в виде которого удаляется азот, высвобождаемый в обмене белков. При этом частично мочевая кислота образуется в процессе катаболизма пуриновых азотистых оснований. Поскольку синтез белков и скорость их самообновления определяется наследственной информацией, закодированной в генах птиц последовательностью нуклеотидов, то, вероятно, тиреоидные гормоны регулируют уровень мочевой кислоты через интенсивность обмена нуклеиновых кислот. В пользу этого предположения свидетельствует тот факт, что тиреоидные гормоны являются липофильными (легко проникают через липидные мембраны в клетки мишени, взаимодействуют с рецепторами в ядре, а далее изменяют транскрипцию соответствующих генов) (М. И. Балаболкин, 1988; Л. И. Патрушев, 2002).

Корреляционные связи гормонов с биохимическими показателями крови в 80-недельном возрасте кур ($n = 10$), $X \pm Sx$

Показатель	БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ					
	Мочевина	МК	Альв	ОБ	АлАТ	АсАТ
Т ₃	0,39±0,32	0,73±0,24*	0,74±0,24*	0,28±0,33	0,72±0,25*	0,88±0,17*
Т ₄	0,32±0,33	0,75±0,23*	0,82±0,20*	0,09±0,35	0,34±0,33	0,51±0,35
ТТГ	0,58±0,28	0,60±0,28	0,48±0,31	0,25±0,34	0,17±0,34	0,66±0,25
Т ₃ /Т ₄	0,10±0,35	0,75±0,23	0,76±0,23	0,05±0,35	0,29±0,33	0,55±0,31
Т ₃ /ТТГ	0,45±0,31	0,71±0,25	0,71±0,24	0,31±0,33	0,05±0,35	0,47±0,32
Т ₄ /ТТГ	0,37±0,32	0,76±0,23	0,82±0,20	0,11±0,35	0,30±0,33	0,71±0,25
Т ₃ +Т ₄ /ТТГ	0,21±0,34	0,38±0,33	0,22±0,34	0,27±0,34	0,33±0,33	0,36±0,32

Примечание. * $p \leq 0,05$.

Таким образом, тиреоидный профиль оказывает влияние на активность и соотношение процессов анаболизма и катаболизма в белковом обмене организма кур-несушек, что определяет количественную изменчивость показателей и характер их корреляционной взаимосвязи с уровнем гормонов. Данная структура взаимосвязей, формируемая в биосистеме (организме кур), является, с одной стороны, характеристикой реализации ее продуктивного потенциала, с другой – основой для формирования качественного и количественного состава яиц.

3.6. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ЯИЦ

Доброкачественное пищевое яйцо – высокоценный диетический продукт питания. Оно включает полноценный белок, имеет оптимальный жирно-кислотный, витаминный и минеральный состав. Куриное яйцо содержит все необходимые для человека питательные и биологически активные вещества в хорошо сбалансированной форме, что обуславливает его высокую усвояемость (на 96–98 %) (А. В. Архипов, 2007). По данным журнала *Meat & Poultry*, куриные яйца относят к числу самых полезных продуктов питания (Г. А. Бобылева, 2005).

Очевидно, что проблема повышения продуктивности кур и качества их яиц будет решаться на основе дальнейшей интенсификации птицеводческой отрасли, в том числе и за счет использования новых высокопродуктивных кроссов, приспособленных к конкретным климатическим и производственным условиям. В связи с этим комплексное изучение качества яиц кур является одним из основных путей повышения качества яиц и эффективности отрасли, а также позволяет контролировать технологические условия и оперативно устранять причины, повлиявшие на изменение их свойств.

Поэтому на следующем этапе нашей работы мы изучали характер изменений качества пищевых яиц кур кросса Ломан Уайт в ходе репродуктивного периода.

Морфологические и физико-химические показатели яиц, по которым проводят их оценку под влиянием различных факторов, подвержены значительной изменчивости, но наибольшей вариабельностью отличаются морфологические признаки и в значительно меньшей степени физико-химические, характеризующие содержимое яиц. 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 %) отмечен в начале и середине репродуктивного периода, минимальный (80 %) – в конце (таблица 33).

Несушки кросса Ломан Уайт имели более высокую яйценоскостью по сравнению с другими кроссами. Например, интенсивность яйценоскости кур кросса H&N Super Nick при достижении пика яйцекладки составляла 92,7 % (О. В. Тюркина, 2009), кроссов УК Кубань в возрасте оценки 60–63 недели – 77,4–84,1 % (В. И. Щербатов, Л. И. Сидоренко, Т. И. Пахомо-

ва, 2005), кросса Хайсекс в возрасте 70 недель – 70 % (В. М. Федорова, 2009), кросса ISA Brown – 89,7 % (Ю. М. Суязов, Н. В. Пристач, 2005). Средняя яйценоскость кур кросса Радонеж за весь репродуктивный период была равна 87,3 % (В. Т. Лымарь, Ф. Ф. Алексеев, Д. В. Аншаков, 2007).

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

Масса яйца – важнейший физический показатель пищевой и товарной ценности, определяющий продуктивность птицы. Так, в 26-недельном возрасте кур (начало яйцекладки) масса яйца составила в среднем $57,7 \pm 0,81$ г, а в 80-недельном (конец яйцекладки) – $62,2 \pm 1,86$ г. Следовательно, за период исследований масса яиц возросла на 5,5 г.

Для сравнения приведем массу яиц, полученных от кур кроссов Хайсекс браун и Хайсекс уайт. В 30-недельном возрасте несушек она составила соответственно 61,89 и 60,54 г (Т. Околелова, А. Грачев, Н. Маркелова, 2010). Установлено увеличение массы яиц с возрастом у Борковских мясо-яичных кур новой популяции субпопуляции К (корниш синтетический). В 30-недельном возрасте несушек этот показатель составлял в среднем 57,1 г, а в 46 недель – 63,8 г. При этом масса в 37–38 и в 45–46 недель была достоверно выше ($p \leq 0,001$), чем в 29–30 недель (О. Н. Байдавлетова, Н. С. Огурцова, Н. В. Шомина, 2006). Средняя масса яйца кур кросса Радонеж была равна 61,22 г. (В. Т. Лымарь, Ф. Ф. Алексеев, Д. В. Аншаков, 2007).

Масса яиц, полученных от несушек кросса Ломан Уайт, увеличивалась за счет изменения абсолютной массы составляющих его компонентов. Так, масса яичного белка в ходе репродуктивного периода увеличилась на 4,50–4,99 %; желтка – на 6,8–14,9 %; скорлупы – на 4,4–18,8 %.

Следует обратить внимание на тот факт, что хотя абсолютная масса белка изменялась незначительно, но его относительное содержание в яйце снизилось с $56,57 \pm 0,67$ % в начале яйцекладки кур до $53,97 \pm 0,96$ % в конце репродуктивного периода; относительная масса желтка за этот период возросла с $30,99 \pm 2,47$ до $32,53 \pm 1,00$ %, а скорлупы – с $12,44 \pm 0,89$ до $13,50 \pm 0,89$ %. Эти данные указывают на то, что по мере увеличения массы яиц увеличивается относительное содержание желтка и снижается содержание белка, что и отражается на их соотношении: отношение белка к желтку уменьшается, а желтка к белку, соответственно, возрастает. Следовательно, увеличение массы яйца в ходе репродуктивного периода сопровождалось изменением долевого вклада белка и желтка в его питательную ценность. На этом фоне повышалась как абсолютная,

так и относительная масса скорлупы, что отразилось на ее качестве (таблица 33).

Таблица 33

Соотношение составных частей яйца в зависимости от срока репродуктивного периода ($n = 20$), $X \pm Sx$

Показатель	ВОЗРАСТ КУР-НЕСУШЕК, НЕДЕЛЬ		
	26 (начало яйцекладки)	52 (пик яйцекладки)	80 (конец яйцекладки)
Яичная продуктивность, %	97,0	94,0	82,0
Масса яйца, г	57,7 \pm 0,81	60,29 \pm 5	63,20 \pm 0,86*
Масса белка, г	32,64 \pm 0,55	34,27 \pm 0,91	34,11 \pm 1,06
Масса желтка, г	17,88 \pm 0,39	18,52 \pm 0,68	20,56 \pm 0,21*
Масса скорлупы, г	7,18 \pm 0,14	7,50 \pm 0,11	8,53 \pm 0,15*
Отношение составных частей яйца к массе яйца, %			
белок	56,57 \pm 0,67	56,84 \pm 0,64	53,97 \pm 0,96
желток	30,99 \pm 2,47	30,72 \pm 0,71	32,53 \pm 1,00
скорлупа	12,44 \pm 0,89	12,44 \pm 0,28	13,50 \pm 0,89
Отношение массы белка к массе желтка	1,95 \pm 0,076	1,57 \pm 0,049*	1,74 \pm 0,063
Отношение массы желтка к массе белка	0,49 \pm 0,024	0,63 \pm 0,02*	0,57 \pm 0,02*

Примечание. * $p \leq 0,05$ по отношению к 26-й неделе репродуктивного периода.

Качество скорлупы определяется ее толщиной, относительной массой и плотностью яйца. Толщина скорлупы в основном определяет ее прочность и, следовательно, сопротивление механическому разрушению (В. Щербатов [и др.], 2005).

Высокий показатель толщины скорлупы и ее процентное содержание имели яйца кур, полученные от несушек кросса Ломан Уайт в конце репродуктивного периода (80-недельный возраст), по отношению к яйцам, полученным от кур несушек в начале яйцекладки (26-недельный возраст) ($p \leq 0,05$).

Так, в среднем за учетный период толщина скорлупы повысилась с 365,0 \pm 6,99 мкм до 378,0 \pm 7,09 мкм. Косвенно толщину скорлупы отражает плотность яйца. При повышении толщины скорлупы повышалась и плотность яиц с 1,070 \pm 0,002 г/см³ до 1,078 \pm 0,002 г/см³ (таблица 34).

Следовательно, пищевое яйцо, полученное от несушек изучаемого кросса, независимо от возраста кур и срока репродуктивного периода имело толстую скорлупу, которая защищала их от воздействия неблагоприятных факторов.

Результаты наших исследований согласуются с данными, полученными О. Н. Байдавлетовой, Н. С. Огурцовой, Н. В. Шоминой (2006) при оценке качества скорлупы яиц Борковских мясо-яичных кур новой популяции субпопуляции К (корниш синтетический). Авторы установили, что высокий показатель толщины скорлупы и ее процентного содержания имели яйца, полученные от несушек в возрасте 45–46 недель. По данному показателю они превосходили яйца, полученные от кур несушек в 29–30-недельном возрасте ($p \leq 0,01$). Толщина скорлупы и ее процентное содержание были прямолинейно связаны с показателем плотности яиц.

Толщина скорлупы яиц, полученных от кур-несушек кросса H&N Super Nick в 26-недельном возрасте, составила $0,383 \pm 0,005$ мм (О. В. Тюркина, 2009), кроссов Хайсекс коричневый и Беларусь-9 в среднем по трем исследованиям в возрасте 35, 52 и 68 недель была равна $350,0 \pm 0,001$ и $330,0 \pm 0,001$ мкм (С. А. Рахматова, 2011).

Однако у яиц кур кросса Радонеж толщина скорлупы снижалась в ходе яйцекладки. Так яйца, снесенные несушками в 21- и 40-недельном возрасте, имели толщину скорлупы $0,34 \pm 0,02$ мм, а в 65-недельном – $0,32 \pm 0,03$ мм (В. Т. Лымарь, Ф. Ф. Алексеев, Д. В. Аншаков, 2007).

Форма яиц является важным показателем качества. К форме яиц предъявляют высокие требования. Это связано с тем, что стандартные яйца лучше сохраняются при транспортировке. Форму яиц характеризуют с помощью индекса формы (процентного отношения малого диаметра яйца к большому). Индекс формы в норме для некалиброванных яиц должен составлять 74–78 %. Чем выше показатель индекса формы яиц, тем яйца более округлые, а чем ниже, тем яйца более втянутые и удлиненные (Б. Ф. Бессарабов, Н. П. Мишуров, А. А. Усов, 2005; В. П. Бородай, Н. П. Пономаренко, В. В. Мельник, 2006).

В наших исследованиях индекс формы яиц колебался в пределах 71,5–74,9 % (таблица 34). При этом увеличение массы яиц сопровождалось снижением величины индекса формы. Аналогичные данные получены для кросса Радонеж (В. Т. Лымарь, Ф. Ф. Алексеев, Д. В. Аншаков, 2007).

Индекс формы яиц, полученный по трем исследованиям, от кур кросса Хайсекс коричневый в возрасте 35, 52 и 68 недель составлял 78,7 %, кросса Беларусь-9 – 74,5 % (Д. К. Комилзода, С. А. Рахматова, 2006). У Борковских

мясо-яичных кур новой популяции субпопуляции К (корниш синтетический) индекс формы яиц колебался в пределах 74,9–75,5 % в ходе яйцекладки (О. Н. Байдавлетова, Н. С. Огурцова, Н. В. Шомина, 2006).

Индекс желтка пищевых яиц кур кросса Ломан Уайт колебался в пределах 39–42 %. Данная величина в ходе репродуктивного периода оставалась практически без изменений, хотя и имела тенденцию к некоторому уменьшению (таблица 34). В начале яйцекладки индекс составлял 42 %, в середине – 40 %, а в конце – 39 %.

Таблица 34

Морфологические
и физико-химические показатели яиц ($n = 20$), $\bar{X} \pm Sx$

Показатель	ВОЗРАСТ КУР-НЕСУШЕК, НЕДЕЛЬ		
	26 (начало яйцекладки)	52 (пик яйцекладки)	80 (конец яйцекладки)
Плотность яиц, г/см ³	1,070 ± 0,0009	1,072 ± 0,0008	1,078 ± 0,22*
Толщина скорлупы, мкм	365,0 ± 0,50	373,0 ± 1,23	378,0 ± 1,11*
Индекс формы	74,9 ± 3,30	72,4 ± 3,08	71,5 ± 2,8
Высота белка	7,16 ± 0,17	7,67 ± 0,30	6,89 ± 0,15
Средний диаметр белка	84,16 ± 0,61	88,9 ± 0,69*	90 ± 1,41*
Индекс белка	0,084 ± 0,22	0,084 ± 0,22	0,076 ± 0,22*
Высота желтка	17,04 ± 0,24	17,52 ± 0,26	17,68 ± 0,20
Средний диаметр желтка	40,57 ± 0,47	42,73 ± 0,35*	44,2 ± 0,30*
Индекс желтка	0,42 ± 0,021	0,40 ± 0,004	0,39 ± 0,006
Единица Хау	84,4 ± 1,27	86,0 ± 1,71	82,5 ± 1,08

Примечание. * $p \leq 0,05$ по отношению к 26-й неделе репродуктивного периода.

Одним из показателей качества пищевых яиц является индекс белка, который с возрастом птицы несколько уменьшается. Этот показатель составил в 26- и 52-недельном возрасте кур 8,4 %, а 80-недельном – 7,6 % ($p \leq 0,05$), что соответствует нормативным показателям (таблица 34).

У яиц кур кросса H&N Super Nick, полученных в пик яйцекладки, значения индекса белка и желтка были значительно выше и составили 11,9 и 46 % (О. В. Тюркина, 2009). Яйца Борковских мясо-яичных кур новой популяции субпопуляции К (корниш синтетический) обладали величиной индекса желтка и белка в возрасте 29–30 недель – 40,9 и 8,6 %,

37–38 недель – 40,1 и 8,7%, а в 45–46 недель – 39,9 и 7,4% (О. Н. Байдавлетова, Н. С. Отурцова, Н. В. Шомина, 2006).

Яйца, полученные от 35-недельных несушек кросса Хайсекс коричневый, имели значение индекса белка и желтка на уровне $0,077 \pm 0,002$ и $0,44 \pm 0,0013$ единиц. При этом величины показателей были выше, чем у яиц кур кросса Беларусь-9, на 2,6 и 2,3%. Указанные различия в яйцах сохранялись и в 52- и 68-недельном возрасте (С. А. Рахматова, 2011).

Куры кросса Радонеж в 21-недельном возрасте несли яйца, у которых индекс белка и желтка был равен $12,4 \pm 1,5$ и $48,7 \pm 2,8\%$, а в 65 недель – $8,5 \pm 1,5$ и $42,9 \pm 3,3\%$ (Д. В. Аншаков, 2007).

Из показателей качества белка самую высокую связь с его индексом имеют единицы Хау, так как оба эти показателя определяются на основании измерения высоты плотного белка. Оптимальные значения единиц Хау для куриных яиц находятся в пределах 65–87. Анализ результатов исследования показал, что в ходе репродуктивного периода этот показатель находился на уровне 82,5–84,4 усл. ед. (таблица 34). Следует отметить, что показатели индекса белка и единиц Хау с возрастом птицы уменьшались. Это может быть связано с увеличением времени пребывания яйца в яйцеводе несушки, а именно в матке, где происходит формирование скорлупы и поступление воды в белок.

Аналогичные данные были получены для яиц кроссов Хайсекс коричневый и Беларусь-9. В 35-недельном возрасте несушки кросса Хайсекс коричневый несли яйца, у которых значение единиц Хау было равно $78,7 \pm 0,48$. У кур кросса Беларусь-9 данный параметр превышал величину единиц Хау на 3,7%. Указанные различия сохранялись в яйцах, снесенных птицей в 52- и 68-недельном возрасте (С. А. Рахматова, 2011). В яйцах, полученных от кур кросса Хай-Лайн Браун, с возрастом белок становился более жидким, о чем свидетельствовало снижение высоты белка и единиц Хау (Е. Н. Латыпова, Е. В. Шацких, 2014).

Однако у кур кросса Радонеж единицы Хау яиц не зависели от возраста (Д. В. Аншаков, 2007).

Результаты наших исследований согласуются с данными С. А. Рахматовой (2011), согласно которым куры кроссов с белой (Беларусь-9, Заря-17, Радонеж) окраской скорлупы яиц имеют средние по массе яйца. Показатели индекса формы, белка и желтка составляют соответственно 74,4–75,6%, $0,075–0,078$ и $0,43–0,44$ единицы.

Таким образом, оценка качества пищевых яиц кур кросса Ломан Уайт в ходе репродуктивного периода показала, что все морфологические

и физико-химические показатели соответствовали оптимальным значениям: индекс белка – от 7,6 до 8,4 %, индекс желтка – от 39,0 до 42,0 %, индекс формы – от 74,9 до 75,3, единицы Хау – от 82,5 до 84,4. В целом полученные данные соответствуют об установленной закономерности или являются ее следствием: «По мере повышения массы яйца абсолютное содержание белка и желтка возрастает, в то время как их пропорция изменяется незначительно» (А. Л. Штеле, А. И. Филатов, 2012).

3.7. АНАЛИЗ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ МОРФОЛОГИЧЕСКИМИ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ПИЩЕВЫХ ЯИЦ

В условиях промышленного птицеводства наиболее важным показателем эффективности работы птицефабрики является количество производимых яиц. Однако при ориентации производства на количественные показатели забота о пищевой и биологической ценности яиц отступает на второй план, что закономерно приводит к ухудшению их качества (В. И. Щербатов, Л. И. Сидоренко, Т. И. Пахомова, 2005).

Проблема сохранения и регулирования полноценности яиц кур и повышения их качества приобретает все большее значение. Очевидно, что теоретической основой в решении данной проблемы является изучение закономерностей изменений качества яиц в ходе яйцекладки и выявление взаимосвязей между морфологическими и физико-химическими показателями яиц (Б. Ф. Бессарабов, Н. П. Мишуров, А. А. Усов, 2005).

Важнейшим физическим показателем пищевой и товарной ценности яиц является масса яйца: чем крупнее яйцо, тем выше его питательная ценность. Масса яиц является вторым после яйценоскости признаком яичной продуктивности птицы (А. Л. Штеле, А. И. Филатов, 2012). Поэтому мы попытались оценить ее влияние на уровень морфологических и физико-химических показателей яиц с помощью корреляционного анализа.

Мы установили, что масса яйца минимальна в начале яйцекладки ($57,7 \pm 0,81$ г), а максимальна в конце репродуктивного периода ($62,2 \pm 1,86$ г). Увеличение массы яиц сопровождалось изменением массы его компонентов, а именно: масса белка в ходе репродуктивного периода увеличилась на 4,50–4,99 %; желтка – на 6,8–14,9 %; скорлупы – на 4,4–18,8 % (таблица 34).

Анализ значений коэффициентов корреляций позволил нам выявить следующие закономерности (таблица 35).

Масса яйца с большинством морфологических показателей имела положительный вид корреляционной связи. Следовательно, изменение массы яйца прямо влияло на величину морфологических показателей и, как следствие, питательные качества яйца.

Значение коэффициентов корреляции массы яйца с морфологическими и физико-химическими показателями ($n = 20$)

Показатель	ВОЗРАСТ КУР-НЕСУШЕК, НЕДЕЛЬ		
	26 (начало яйцекладки)	52 (пик яйцекладки)	80 (конец яйцекладки)
Масса белка	0,71 ± 0,25*	0,91 ± 0,15*	0,85 ± 0,18*
Масса желтка	0,77 ± 0,22*	0,77 ± 0,22*	0,69 ± 0,25
Масса скорлупы	0,25 ± 0,33	0,37 ± 0,32	0,06 ± 0,35
Плотность яйца	-0,43 ± 0,31	0,19 ± 0,34	-0,30 ± 0,33
Толщина скорлупы	0,03 ± 0,35	0,63 ± 0,27	0,53 ± 0,29
Индекс формы	0,77 ± 0,22*	0,71 ± 0,25*	0,65 ± 0,26
Индекс белка	0,79 ± 0,21*	0,79 ± 0,21*	0,58 ± 0,28
Индекс желтка	0,73 ± 0,24*	0,72 ± 0,25*	0,70 ± 0,24
Единицы Хау	-0,21 ± 0,34	-0,07 ± 0,35	0,03 ± 0,35

Примечание. * $p \leq 0,05$.

Количество достоверных корреляций между массой яйца и морфологическими, физико-химическими показателями зависело от срока яйцекладки. Наибольшее количество статистически значимых корреляций соответствовало началу репродуктивного периода, для которого характерна наименьшая масса яйца. При этом отмечались наивысшие значения коэффициентов корреляции таких показателей, как индекс формы, белка и желтка и единицы Хау. В ходе яйцекладки количество достоверных корреляций уменьшалось, достигая минимума к концу репродуктивного периода. Следовательно, чем больше масса яйца, тем меньше величина данного показателя влияет на морфологические и физико-химические характеристики яйца и его питательные свойства.

В ходе яйцекладки независимо от срока репродуктивного периода масса яйца имела достаточно высокие значения коэффициентов корреляции с такими показателями, как масса белка и желтка, индекс формы, белка и желтка. При этом наибольшая выраженность прямолинейной связи между изучаемыми признаками была характерна в начале репродуктивного периода (26-недельный возраст несушек).

Определение доли объяснимой дисперсии признаков с помощью расчета коэффициентов детерминации и их ранжирование позволило

выяснить характер влияния каждого из морфологических и физико-химических показателей на массу яйца (таблица 36).

Наибольшее значение коэффициента детерминации было характерно для таких показателей, как масса белка, масса желтка, индекс белка, желтка и формы (показатели перечислены в соответствии с их ранговой значимостью). При этом масса яйца в среднем за яйцекладку на 50 % и более определяла величину вышеперечисленных показателей, и возрастание массы яйца в ходе репродуктивного периода обуславливало изменение массы белка и желтка, индекса белка, желтка и формы. Полученные данные свидетельствуют о том, что масса яйца, белка и желтка, а также индекс белка, желтка и формы в большей степени определяются генотипом птицы, чем средовыми факторами, изменяются с возрастом и интенсивностью яйценоскости несушек. Поэтому основным методом оптимизации данных показателей является селекция птицы (О. С. Микрюкова, 2013).

Таблица 36

Коэффициенты детерминации (%) между массой яйца и морфологическими и физико-химическими показателями яйца

Показатель	Возраст кур-несушек, недель			В среднем за яйцекладку	Ранг показателя
	26 (начало яйцекладки)	52 (пик яйцекладки)	80 (конец яйцекладки)		
Масса белка	50,41	82,81	72,25	68,49	1
Масса желтка	59,29	59,29	47,61	55,39	2
Масса скорлупы	6,25	13,69	0,36	6,77	8
Плотность яйца	18,49	3,61	9,00	10,37	7
Толщина скорлупы	0,09	39,69	28,09	22,62	6
Индекс формы	59,29	50,41	42,25	50,65	5
Индекс белка	62,41	62,41	33,64	52,82	3
Индекс желтка	53,29	51,84	49,00	51,38	4
Единицы Хау	4,41	0,49	0,09	1,66	9

Коэффициенты детерминации для таких показателей, как толщина скорлупы, плотность яйца, масса скорлупы, единицы Хау (показатели перечислены в соответствии с их ранговой значимостью), на 22 % и менее

связаны с массой яйца (таблица 36). Следовательно, данные показатели определяются в основном условиями кормления и содержания птицы.

Результаты наших исследований согласуются с данными, полученными А. А. Хомичук, В. П. Коваленко (2009). Авторы установили наличие высокодостоверной корреляции ($r = 0,854-0,960$) между массой яйца и массой белка у кур кроссов Хайсекс Браун и Ломан Браун. Согласно данным С. Д. Едыговой (2013), корреляция между долей желтка в яйцах и массой яиц несушек кросса УК Кубань 7 отрицательная и в зависимости от возраста кур колеблется в пределах от $-0,44$ до $-0,57$. При этом множественный коэффициент корреляции между массой желтка, массой яиц и индексом формы равен $0,55$. Рассчитанный коэффициент детерминации R^2 показывает, что приблизительно 30 % вариации массы желтка объясняется вариацией массы яиц и индекса формы, остальные 70 % зависят от неучтенных факторов.

Однако масса яйца кур кросса УК-Кубань 456 только в зимний сезон года коррелировала с массой белка ($r = 0,90 \pm 0,30$), желтка ($r = -0,75 \pm 0,46$), индексом белка ($r = 0,57 \pm 0,58$) и желтка ($r = -0,64 \pm 0,54$), а в осенний период снижалась до $r = 0,12-0,33$ (О. Н. Бурда, 2009).

Кроме массы пищевого яйца, одним из важнейших показателей его качества является прочность скорлупы, которая зависит от таких параметров, как толщина, упругая деформация, относительная масса, форма яйца и др. (П. П. Царенко, Е. В. Осипова, 2012). Прочность скорлупы влияет как на количество боя и насечек, так и на сохранение питательных свойств яйца при хранении. Снижение прочности скорлупы – основная причина увеличения технологического брака яиц, что убыточно для предприятий. Данная проблема является одной из самых актуальных и стоит достаточно остро на сегодняшний день для производителей пищевого яйца во всем мире (Т. Мударисов, Р. Хайнен, Д. Элферинк [и др.], 2015).

Исходя из вышесказанного, мы оценили связь данной величины с морфологическими и физико-химическими показателями яйца, рассчитав соответствующие коэффициенты прямолинейной корреляции.

Значение коэффициентов корреляции массы скорлупы с морфологическими и физико-химическими показателями ($n = 20$)

Показатель	ВОЗРАСТ КУР-НЕСУШЕК, НЕДЕЛЬ		
	26 (начало яйцекладки)	52 (пик яйцекладки)	80 (конец яйцекладки)
Масса яйца	0,25 ± 0,33	0,37 ± 0,32	0,06 ± 0,35
Масса белка	-0,37 ± 0,32	0,48 ± 0,30	-0,31 ± 0,33
Масса желтка	-0,79 ± 0,21*	-0,05 ± 0,35	-0,22 ± 0,34
Плотность яйца	0,52 ± 0,30	0,52 ± 0,31	0,59 ± 0,32
Толщина скорлупы	0,77 ± 0,24*	0,74 ± 0,24*	0,78 ± 0,21*
Индекс формы	0,11 ± 0,35	0,39 ± 0,32	0,25 ± 0,34
Индекс белка	0,37 ± 0,32	0,61 ± 0,27	-0,16 ± 0,34
Индекс желтка	0,008 ± 0,35	0,67 ± 0,26	-0,37 ± 0,32
Единицы Хау	0,56 ± 0,29	0,46 ± 0,31	0,49 ± 0,30

Примечание. * $p \leq 0,05$.

Анализ корреляционной связи изучаемых признаков показал (таблица 37):

1. Масса скорлупы в ходе яйцекладки кур не коррелировала с массой яйца. Вероятно, это связано с тем, что увеличение массы яйца в ходе репродуктивного периода несушек сопровождалось соответствующим возрастанием и массы скорлупы.
2. Толщина скорлупы обнаруживала во все периоды исследования достоверный уровень корреляционной связи с массой скорлупы. Доля объяснимой дисперсии коэффициентов корреляции составила 54,8–60,8 %.

Следовательно, возрастание массы скорлупы яйца с возрастом несушек в ходе яйцекладки на 54,8–60,8 % сопровождалось увеличением ее толщины и, как следствие, снижением уровня их повреждаемости после снесения птицей и потери влаги. Поэтому можно утверждать, что масса скорлупы в яйце и ее толщина зависят не столько от возраста несушек, сколько, вероятно, от обеспеченности рационов минеральными веществами.

3. Масса скорлупы обнаруживала достаточно высокий уровень связи с величиной плотности яиц в ходе яйцекладки независимо от возраста птицы. Значение коэффициентов корреляции колебалось

в пределах от $0,52 \pm 0,30$ до $0,59 \pm 0,32$, доля объяснимой дисперсии составила 27,0–34,8 %, что было результатом сопряженности величины плотности яиц с толщиной скорлупы.

4. Масса скорлупы с большинством морфологических показателей яйца имела положительный вид корреляционной связи. Значит, изменение массы скорлупы прямо сказывалось на величине морфологических и физико-химических показателей яйца. Это объясняется тем, что скорлупа представляет собой анатомическую часть яйца, которая определяет его целостность, стабильность состава и достаточную защиту содержимого от действия неблагоприятных факторов внешней среды (Л. И. Подобед, 2014). Вероятно, по этой же причине масса скорлупы во все сроки репродуктивного периода имела высокие значения коэффициента корреляции с единицами Хау, которые характеризует качество белка.

Расчет коэффициентов детерминации выявил долю влияния каждого из морфологических и физико-химических показателей на массу скорлупы и его ранговую значимость (таблица 38).

Как видно из таблицы, лидирующее положение в ряду признаков занимает толщина скорлупы, в среднем за яйцекладку доля влияния данного показателя составила 58,29 %. Незначительно между собой отличается доля влияния плотности яйца, единиц Хау и массы желтка на массу скорлупы. Среднее значение коэффициентов детерминации вышеперечисленных параметров, соответственно, было равно 29,63; 25,51 и 21,20 %.

Наименее выраженным влиянием на массу скорлуп обладает такой признак, как масса яйца.

Приведенные величины, отражающие уровень линейной связи признаков, могут служить критерием качества яиц для кур кросса Ломан Уайт в конкретных условиях кормления и содержания. Для любой другой популяции возможно ранговое изменение некоторых признаков, но в очень небольших пределах с сохранением высокого влияния ведущих показателей.

Наличие связи между качеством скорлупы и основными показателями качества яиц (массой, индексом формы, толщиной, упругой деформации, пористостью скорлупы и рядом показателей внутренних качеств) было отмечено в работе Т. М. Чистяковой, П. П. Царенко (1990). Авторы установили, что прочность скорлупы является показателем, комплексно отражающим ряд признаков качества яиц; обладает высокой изменчивостью. При этом в разные возрастные периоды у кур как одной линии,

так и разных кроссов прочность различается, но ее величина не имеет четкой связи с возрастом несушек (Т. М. Чистякова, 1992). Прямая корреляционная связь между толщиной скорлупы и ее относительной массой была характерна для яиц несушек кросса Хайсекс Браун в 210-дневном возрасте (Л. М. Гаврикова, 2007).

Таблица 38

Коэффициенты детерминации (%) между массой скорлупы и морфологическими и физико-химическими показателями яйца

Показатель	Возраст кур-несушек, недель			В среднем за яйцекладку	Ранг показателя
	26 (начало яйцекладки)	52 (пик яйцекладки)	80 (конец яйцекладки)		
Масса яйца	6,25	13,69	0,36	6,76	9
Масса белка	13,69	23,04	9,61	15,45	7
Масса желтка	62,41	0,25	4,84	21,20	4
Плотность яйца	27,04	27,04	34,81	29,63	2
Толщина скорлупы	59,29	54,76	60,84	58,29	1
Индекс формы	1,21	15,21	6,25	7,56	8
Индекс белка	13,69	37,21	2,56	17,82	6
Индекс желтка	0,006	44,89	13,69	19,53	5
Единицы Хау	31,36	21,16	24,01	25,51	3

Таким образом, результаты анализа корреляционной связи массы яйца и скорлупы с уровнем морфологических и физико-химических показателей позволил установить:

1. Масса яйца как показатель реализации генетического потенциала птицы прямолинейно связана с аналогичными параметрами (масса белка, желтка, индекс формы, белка и желтка), то есть размер яиц определяет общий запас питательных веществ в его содержимом (белке и желтке).
2. Масса скорлупы сопряжена с величиной параметров, определяющих ее качество (толщина скорлупы, плотность яйца), что в основном определяется средовыми факторами (витаминного и минерального кормления, условий содержания и т. д.).

3.8. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ МОРФОЛОГИЧЕСКИМИ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ЯИЦ И ПАРАМЕТРАМИ КРОВИ

В условиях применения интенсивных технологий в промышленном птицеводстве нередко адаптивные и продуктивные возможности птицы реализуются не полностью (А. Л. Агаджанов, 2010). Для решения этой проблемы необходимо разработать и освоить методы, обеспечивающие надежный контроль над физиологическим состоянием кур и позволяющие прогнозировать и оценивать их продуктивные качества.

На многочисленных примерах показана высокая эффективность и целесообразность использования в качестве прогностических тестов параметры крови. Например, активность некоторых ферментов и белков в сыворотке крови взаимосвязана с хозяйственно полезными признаками животных. Однако данная проблема изучалась главным образом на коровах, свиньях, кроликах (Г. Хожихмедов, 1990; М. А. Дерхо, А. А. Нурбекова, Н. В. Фомина, 2009 и др.). Работ же, в которых описывается сопряженность белкового состава крови с хозяйственно полезными признаками сельскохозяйственной птицы, очень мало.

В частности, У. Долгоржавын (1976) установил, что содержание мукополисахаридов в скорлупе корреляционно связано с ее прочностью: коэффициент корреляции между абсолютным содержанием гексозаминов и величиной упругой деформации скорлупы составлял $-0,79$; между содержанием уроновых кислот и упругой деформацией $r = -0,52$. На основании этих данных автор сделал вывод о том, что более прочная скорлупа богаче карбонатом кальция и углеводами (включая гексозамны и уроновые кислоты), но содержит меньше азотистых веществ.

В организме бройлерных цыплят кросса ISA-15 величина приростов живой массы и сохранности корреляционно связана с уровнем биохимических показателей крови (Е. А. Колесник, М. А. Дерхо, 2011; 2012). У кур кросса Ломан Уайт уровень яичной продуктивности коррелирует с активностью ферментов и белковых фракций сыворотки крови (Т. И. Середа, М. А. Дерхо, 2011; 2012; М. А. Дерхо, Т. И. Середа, 2012). Активность щелочной фосфатазы в 90-дневном возрасте кур кросса Беларусь-9 обнаруживает достоверную положительную корреляционную связь со значением толщины скорлупы (Т. Ф. Н. Нгуен, 1984).

Следовательно, продуктивные качества животных и птиц находятся в тесной связи с содержанием в их организме пластических и каталитиче-

ских веществ. Однако регуляция всех обменных процессов протекает при участии гормонов, которые осуществляют свое биологическое действие главным образом посредством контроля активности каталитических белков. Поэтому не только ферменты и белки крови связаны с продуктивными качествами животных, но и гормоны.

Кроме этого, у птиц не только обмен веществ, но и процессы роста яйца в яичнике находятся под влиянием гормонов. Исследованиями установлено, что ведущую роль в яйцеобразовании играет система «среда – рецепторы – кора головного мозга – гипоталамус – гипофиз – яичник – яйцевод». Гипоталамус при участии гипофиза регулирует температуру тела, содержание воды и крови в тканях, расход углеводов, белков, жиров и минеральных солей, ритм сердца и состояние сосудов. Ритм работы гипоталамуса, секретирующего рилизинг-гормоны, в конечном счете определяет ритм формирования яиц и сезонную изменчивость яйценоскости. Кроме того, под воздействием гормонов гипофиза яичник сам становится секреторным органом и выделяет свои гормоны (И. И. Кочиш, М. Г. Петраш, С. Б. Смирнов, 2004).

Исходя из того, что одним из признаков яичной продуктивности птиц является масса яйца, которая, как было установлено нами ранее, прямолинейно связана с параметрами его качества, мы попытались определить наличие корреляционных связей между уровнем тиреоидных гормонов, показателями белкового метаболизма в крови кур-несушек и морфологическими и физико-химическими величинами яйца, снесенного в разные периоды яйцекладки.

Анализ корреляционных связей позволил нам сделать следующие выводы (таблица 39, 40, 41):

1. Между концентрацией биохимических параметров крови и величиной морфологических и физико-химических показателей качества пищевого яйца выявлены в основном отрицательные коэффициенты корреляции. Значит, тиреоидные гормоны и белковые вещества крови непосредственно не используются в формировании яйца и его компонентов; они являются или субстратной, или метаболической основой для процессов его биосинтеза, формируя и отражая направленность обменных процессов в организме. В пользу данного вывода свидетельствует и тот факт, что большинство значений коэффициентов корреляции указывают на наличие «слабой» прямолинейной связи между изучаемыми признаками.

2. Уровень мочевой кислоты, являющейся конечным продуктом катаболизма нуклеиновых кислот, обнаруживал во все периоды исследования корреляционную связь с массой яйца и массой белка, то есть теми параметрами качества пищевого яйца, которые в большей степени определяются генотипом птицы.

Значения коэффициентов корреляции между данными признаками в 26-недельном возрасте кур (начало яйцекладки) составили (таблица 39) $(-0,52 \pm 0,24) \dots (-0,52 \pm 0,23)$. Коэффициент детерминации (R^2), соответствующий данным значениям r , показал, что 27,04 % варибельности массы яйца и белка связано с концентрацией мочевой кислоты.

В 52-недельном возрасте несушек (пик яйцекладки) значение коэффициента корреляции между мочевой кислотой (МК) и массой яйца (МЯ) составило $-0,65 \pm 0,29$ ($R^2 = 42,25$); между мочевой кислотой (МК) и массой белка (МБ) $-0,61 \pm 0,32$ ($R^2 = 37,21$) (таблица 40), то есть вариация массы яйца и белка на 42,25 % и 37,21 % соответственно были результатом концентрации молочной кислоты в сыворотке крови.

В 80-недельном возрасте несушек (конец яйцекладки) коэффициент корреляции между МК – МЯ был равен $-0,71 \pm 0,20$ ($p \leq 0,05$), $R^2 = 50,41$; между МК – МБ $-0,77 \pm 0,20$ ($p \leq 0,05$), $R^2 = 59,21$ (таблица 41), что свидетельствовало о зависимости изучаемых признаков более чем на 50 % от вариации молочной кислоты в сыворотке крови.

Следовательно, скорость распада нуклеиновых кислот, индикатором интенсивности которого служит уровень МК, отражает процесс реализации генетического потенциала несушек в виде регулирования массы яйца и массы белка. Поэтому возрастание в ходе репродуктивного периода данных показателей, несмотря на сохранение концентрации мочевой кислоты в крови, было результатом активации катаболизма нуклеопротеидов, что проявилось в нарастании силы связи между изучаемыми признаками.

3. Уровень трийодтиронина (биологически активного гормона щитовидной железы), влияющего на экспрессию генов и синтез белков и за счет этого регулирующего метаболизм во всех органах и тканях организма несушек, коррелировал с массой яйца и массой белка, а в конце репродуктивного периода – и массой желтка (таблицы 39, 40, 41). Значения коэффициентов корреляции колебались от $-0,71 \pm 0,25$ до $-0,78 \pm 0,20$ ($p \leq 0,05$), а коэффициента детерминации – в пределах 50,41–60,84. Значит, трийодтиронин более чем на 50 % определял функциональную активность половых желез куриц, а также синтез белка, желтка и яйца в целом.

Значение коэффициентов корреляции (*r*) морфологических и физико-химических показателей яйца с параметрами крови в 26-недельном возрасте кур (начало яйцекладки)

Показатель	Масса яйца	Масса белка	Масса желтка	Масса скорлупы	Плотность яиц	Толщина скорлупы	Индекс формы	Индекс белка	Индекс желтка	Единицы Хау
T ₃	-0,74 ± 0,23*	-0,71 ± 0,25*	0,02 ± 0,35	0,11 ± 0,35	0,12 ± 0,35	0,28 ± 0,33	0,57 ± 0,28	0,60 ± 0,28	-0,52 ± 0,3	-0,46 ± 0,31
T ₄	-0,79 ± 0,21*	-0,08 ± 0,35	0,43 ± 0,31	-0,25 ± 0,34	-0,19 ± 0,34	0,08 ± 0,35	0,29 ± 0,33	-0,23 ± 0,33	-0,52 ± 0,3	-0,27 ± 0,34
ТТГ	-0,58 ± 0,29	-0,02 ± 0,35	0,04 ± 0,35	-0,67 ± 0,26	-0,57 ± 0,29	0,44 ± 0,31	0,05 ± 0,35	-0,02 ± 0,35	-0,14 ± 0,35	-0,08 ± 0,35
T ₃ /T ₄	0,31 ± 0,33	0,04 ± 0,35	-0,38 ± 0,32	0,26 ± 0,34	0,40 ± 0,32	-0,17 ± 0,34	-0,09 ± 0,35	0,53 ± 0,29	-0,44 ± 0,31	0,42 ± 0,32
T ₃ /ТТГ	-0,007 ± 0,35	-0,08 ± 0,35	0,026 ± 0,35	0,15 ± 0,34	0,25 ± 0,34	-0,36 ± 0,32	0,63 ± 0,27	0,50 ± 0,3	-0,50 ± 0,30	0,40 ± 0,32
T ₄ /ТТГ	0,35 ± 0,33	0,07 ± 0,35	0,40 ± 0,32	-0,21 ± 0,34	-0,12 ± 0,35	0,02 ± 0,35	0,33 ± 0,33	-0,29 ± 0,33	-0,51 ± 0,30	-0,24 ± 0,34
T ₃ + T ₄ /ТТГ	0,32 ± 0,33	0,05 ± 0,35	0,37 ± 0,32	-0,16 ± 0,34	-0,06 ± 0,35	-0,04 ± 0,35	0,42 ± 0,32	-0,19 ± 0,34	0,56 ± 0,29	-0,15 ± 0,34
Мочевина	0,56 ± 0,29	0,20 ± 0,34	0,56 ± 0,29	-0,30 ± 0,33	0,11 ± 0,34	0,23 ± 0,34	-0,002 ± 0,35	0,24 ± 0,34	-0,50 ± 0,3	0,067 ± 0,35
МК	-0,52 ± 0,24	-0,52 ± 0,23	-0,52 ± 0,3	-0,82 ± 0,20*	0,064 ± 0,35	0,25 ± 0,35	-0,06 ± 0,35	0,06 ± 0,35	-0,23 ± 0,33	0,29 ± 0,33
Аlb	0,58 ± 0,29	-0,23 ± 0,34	-0,40 ± 0,32	0,35 ± 0,33	-0,04 ± 0,35	0,26 ± 0,34	0,38 ± 0,32	-0,14 ± 0,35	-0,09 ± 0,35	0,09 ± 0,35
Об	-0,14 ± 0,35	-0,08 ± 0,35	-0,06 ± 0,35	-0,12 ± 0,35	-0,05 ± 0,35	-0,50 ± 0,3	0,35 ± 0,33	-0,05 ± 0,35	0,25 ± 0,34	-0,009 ± 0,35
АпАТ	-0,73 ± 0,24*	-0,78 ± 0,23*	-0,01 ± 0,35	-0,17 ± 0,34	-0,15 ± 0,35	0,30 ± 0,33	0,17 ± 0,34	0,11 ± 0,35	-0,60 ± 0,18	0,11 ± 0,35
АсАТ	-0,10 ± 0,35	-0,35 ± 0,33	0,19 ± 0,34	-0,56 ± 0,29	0,06 ± 0,35	0,20 ± 0,34	0,63 ± 0,27	0,08 ± 0,35	-0,005 ± 0,35	0,13 ± 0,35

Примечание. * $p \leq 0,05$.

Таблица 40

Значение коэффициентов корреляции (r) морфологических и физико-химических показателей яйца с параметрами крови в 52-недельном возрасте кур (пик яйцекладки)

Показатель	Масса яйца	Масса белка	Масса желтка	Масса скорлупы	Плотность яиц	Толщина скорлупы	Индекс формы	Индекс белка	Индекс желтка	Единицы Хау
T ₃	-0,24 ± 0,34	-0,73 ± 0,22*	0,13 ± 0,35	0,55 ± 0,29	-0,09 ± 0,35	-0,18 ± 0,34	-0,26 ± 0,34	-0,008 ± 0,35	0,16 ± 0,34	0,04 ± 0,35
T ₄	-0,24 ± 0,34	-0,30 ± 0,33	-0,10 ± 0,35	0,05 ± 0,35	-0,43 ± 0,31	-0,12 ± 0,35	-0,02 ± 0,35	-0,02 ± 0,35	0,03 ± 0,35	-0,15 ± 0,38
ТТГ	-0,17 ± 0,34	-0,33 ± 0,33	0,11 ± 0,35	-0,17 ± 0,34	-0,40 ± 0,32	-0,24 ± 0,34	0,52 ± 0,3	-0,19 ± 0,34	-0,36 ± 0,32	-0,25 ± 0,34
T ₃ /T ₄	-0,81 ± 0,19*	-0,74 ± 0,21*	-0,38 ± 0,32	0,26 ± 0,34	0,40 ± 0,32	-0,17 ± 0,34	-0,09 ± 0,35	0,53 ± 0,29	0,19 ± 0,34	0,06 ± 0,35
T ₃ /ТТГ	0,10 ± 0,35	0,003 ± 0,35	0,11 ± 0,35	0,57 ± 0,29	-0,02 ± 0,35	-0,15 ± 0,34	-0,33 ± 0,33	0,01 ± 0,35	0,21 ± 0,34	0,08 ± 0,35
T ₄ /ТТГ	-0,07 ± 0,35	0,02 ± 0,35	-0,28 ± 0,33	0,51 ± 0,3	-0,39 ± 0,32	-0,02 ± 0,35	-0,46 ± 0,31	0,29 ± 0,33	0,48 ± 0,3	0,38 ± 0,32
T ₃ + T ₄ /ТТГ	-0,08 ± 0,35	-0,15 ± 0,34	-0,03 ± 0,35	0,38 ± 0,32	-0,24 ± 0,34	-0,12 ± 0,35	-0,28 ± 0,39	0,02 ± 0,35	0,20 ± 0,34	0,09 ± 0,35
Мочевина	-0,11 ± 0,35	-0,01 ± 0,35	-0,26 ± 0,34	0,15 ± 0,34	0,009 ± 0,35	-0,18 ± 0,34	-0,04 ± 0,35	0,36 ± 0,32	0,11 ± 0,35	0,29 ± 0,33
МК	-0,65 ± 0,29	-0,61 ± 0,32	0,48 ± 0,3	-0,82 ± 0,20*	-0,004 ± 0,35	0,15 ± 0,34	-0,14 ± 0,35	0,03 ± 0,35	-0,008 ± 0,35	-0,12 ± 0,35
Alb	0,08 ± 0,35	0,33 ± 0,33	-0,32 ± 0,33	0,35 ± 0,33	0,66 ± 0,26	-0,12 ± 0,35	-0,41 ± 0,32	0,58 ± 0,28	0,54 ± 0,29	0,57 ± 0,28
Об	-0,47 ± 0,31	-0,52 ± 0,3	0,19 ± 0,34	-0,44 ± 0,31	-0,07 ± 0,35	-0,29 ± 0,33	0,03 ± 0,35	-0,20 ± 0,34	-0,40 ± 0,32	-0,19 ± 0,35
АпАТ	0,13 ± 0,35	-0,03 ± 0,35	0,29 ± 0,33	-0,50 ± 0,31	0,42 ± 0,32	0,40 ± 0,35	-0,26 ± 0,34	-0,46 ± 0,31	-0,16 ± 0,34	-0,35 ± 0,33
АсАТ	-0,83 ± 0,19*	0,71 ± 0,20*	0,68 ± 0,28	-0,70 ± 0,25*	0,26 ± 0,34	0,34 ± 0,33	-0,54 ± 0,29	-0,75 ± 0,23	-0,66 ± 0,26	-0,43 ± 0,33

Примечание. * $p \leq 0,05$.

Значение коэффициентов корреляции (r) морфологических и физико-химических показателей яйца с параметрами крови в 80-недельном возрасте кур (конец яйцекладки)

Показатель	Масса яйца	Масса белка	Масса желтка	Масса скорлупы	Плотность яиц	Толщина скорлупы	Индекс формы	Индекс белка	Индекс желтка	Единицы Хау
T ₃	-0,73 ± 0,25*	-0,76 ± 0,24*	-0,79 ± 0,21*	0,18 ± 0,34	-0,27 ± 0,34	0,30 ± 0,33	-0,21 ± 0,34	-0,006 ± 0,35	-0,16 ± 0,34	-0,27 ± 0,34
T ₄	-0,49 ± 0,3	-0,63 ± 0,27	0,03 ± 0,35	-0,03 ± 0,35	-0,11 ± 0,35	-0,22 ± 0,34	0,47 ± 0,31	-0,24 ± 0,34	-0,21 ± 0,34	-0,37 ± 0,32
ТТГ	-0,02 ± 0,35	0,21 ± 0,34	0,13 ± 0,35	-0,69 ± 0,28	0,27 ± 0,34	0,01 ± 0,35	0,26 ± 0,34	0,49 ± 0,3	0,35 ± 0,33	0,46 ± 0,31
T ₃ /T ₄	0,65 ± 0,26	0,79 ± 0,21*	0,65 ± 0,27	0,09 ± 0,35	-0,005 ± 0,35	0,45 ± 0,31	0,11 ± 0,35	0,26 ± 0,34	0,18 ± 0,34	0,31 ± 0,33
T ₃ /ТТГ	0,13 ± 0,35	-0,01 ± 0,35	0,05 ± 0,35	0,29 ± 0,33	-0,30 ± 0,33	0,26 ± 0,34	-0,14 ± 0,35	0,19 ± 0,34	-0,22 ± 0,34	-0,33 ± 0,33
T ₄ /ТТГ	-0,48 ± 0,3	-0,65 ± 0,26	0,01 ± 0,35	0,03 ± 0,35	-0,13 ± 0,35	-0,22 ± 0,34	-0,26 ± 0,34	-0,29 ± 0,33	-0,25 ± 0,34	-0,42 ± 0,32
T ₃ + T ₄ /ТТГ	-0,28 ± 0,33	-0,28 ± 0,33	-0,07 ± 0,35	-0,12 ± 0,35	-0,11 ± 0,35	-0,33 ± 0,33	-0,17 ± 0,34	-0,25 ± 0,34	0,22 ± 0,34	-0,25 ± 0,34
Мочевина	-0,11 ± 0,32	-0,18 ± 0,34	-0,06 ± 0,35	0,14 ± 0,35	0,01 ± 0,35	-0,12 ± 0,35	0,20 ± 0,34	-0,24 ± 0,34	-0,43 ± 0,31	-0,32 ± 0,33
МК	-0,71 ± 0,20*	-0,77 ± 0,20*	-0,16 ± 0,34	-0,22 ± 0,34	0,13 ± 0,35	-0,16 ± 0,34	-0,002 ± 0,35	-0,26 ± 0,34	0,20 ± 0,34	-0,14 ± 0,35
Аlb	0,11 ± 0,35	0,06 ± 0,35	0,13 ± 0,35	0,01 ± 0,35	-0,27 ± 0,34	0,37 ± 0,32	-0,34 ± 0,33	0,56 ± 0,29	-0,12 ± 0,35	0,03 ± 0,35
Об	0,36 ± 0,32	0,32 ± 0,33	0,59 ± 0,28	-0,38 ± 0,32	0,31 ± 0,33	0,23 ± 0,34	-0,12 ± 0,35	0,20 ± 0,34	0,28 ± 0,33	0,32 ± 0,33
АпАТ	0,20 ± 0,34	0,18 ± 0,34	-0,23 ± 0,34	0,41 ± 0,32	-0,14 ± 0,35	-0,24 ± 0,34	0,15 ± 0,34	-0,39 ± 0,32	-0,36 ± 0,32	-0,52 ± 0,30
АсАТ	-0,70 ± 0,25*	-0,73 ± 0,22*	0,10 ± 0,35	-0,72 ± 0,25*	0,04 ± 0,35	0,58 ± 0,28	-0,61 ± 0,27	0,72 ± 0,24*	0,01 ± 0,35	0,33 ± 0,33

Примечание. * $p \leq 0,05$.

4. Активность ферментов переаминирования была прямолинейно связана с массой яйца и белка, а начиная с 25-недельного возраста – и массой скорлупы. При этом в начале яйцекладки с параметрами качества пищевого яйца была установлена корреляционная связь для АлАТ. Коэффициент корреляции между АлАТ – МЯ составил $-0,73 \pm 0,24$ ($p \leq 0,05$), $R^2 = 53,29$; между АлАТ – МБ $-0,78 \pm 0,23$ ($p \leq 0,05$), $R^2 = 60,84$, то есть вариация массы яйца и массы белка были результатом сопряженности процессов яйцеобразования и интенсивности системного анаболизма, индикатором которого является активность фермента АлАТ.

На пике и в конце яйцекладки массы яйца, белка и скорлупы коррелировали с активностью фермента АсАТ. Значения коэффициентов корреляции колебались от $-0,70 \pm 0,25$ до $-0,83 \pm 0,19$ ($p \leq 0,05$). Данным r соответствовал R^2 в пределах 49,00–68,89. Стало быть, вариация массовых показателей яйца была результатом функциональной активности митохондрий, на уровне которых сопряжены процессы окисления и фосфорилирования, а маркером воспроизводства энергии служит фермент АсАТ, так как его каталитическое действие обеспечивает поступление субстратов в цикл трикарбоновых кислот митохондрий.

На следующем этапе мы оценили изменчивость силы корреляционных связей между показателями крови и яйца в ходе яйцекладки (рис. 12).

Мы установили, что в 26-недельном возрасте несушек (начало яйцекладки) между биохимическими параметрами крови и морфологическими и физико-химическими показателями яиц имелось наименьшее количество слабых (58,46 %) и сильных корреляций (4,61 %), наибольшее – умеренных (36,92 %).

В целом скоррелированность (сильные + умеренные корреляции) изучаемых признаков составила 41,53 %. С возрастом увеличивается доля сильных корреляционных связей. Так в 52-недельном возрасте кур (пик яйцекладки) численность сильных корреляций от их общего количества составила 6,15 %, умеренных – 33,84 %, слабых – 60,0 %. Общий процент прямолинейных связей (сильные + умеренные корреляции) изучаемых признаков был равен 39,99 %. В 80-недельном возрасте несушек (конец яйцекладки) число сильных и слабых корреляций повысилось соответственно до 7,69 и 63,84 %, а средних снизилось до 28,46 %. Скоррелированность биохимических параметров крови и морфологических и физико-химических показателей яиц в виде суммы сильных и умеренных корреляций составила 36,15 %.

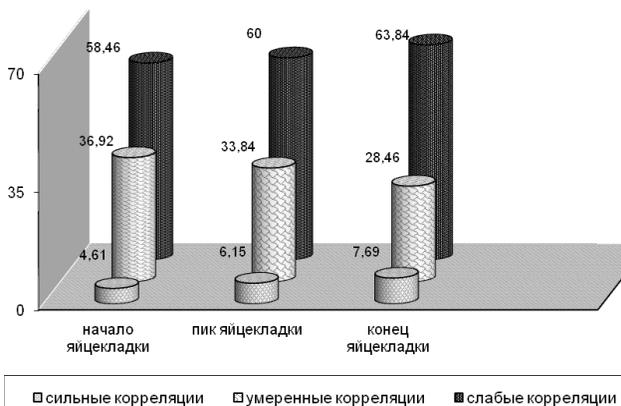


Рис. 12. Динамика силы коэффициентов корреляции (%) в ходе яйцекладки

Значит, от начала к концу репродуктивного периода вариация морфологических и физико-химических констант пищевых яиц в меньшей степени начинает зависеть от изменения биохимических параметров сыворотки крови. При этом наибольшая скоррелированность изучаемых признаков в начале яйцекладки, вероятно, является следствием становления не только функциональной активности репродуктивных органов кур, но и всех физиологических систем их организма в рамках реализации генетического потенциала. К концу яйцекладки все органы и системы в организме несушек уже функционально зрелы, наследственная программа кросса запущена и работает в полную мощность. В этих условиях показатели качества пищевых яиц в большей степени определяются воздействием средовых, чем внутренних факторов.

Таким образом качество пищевых яиц (в основном масса яйца, масса белка, а также масса желтка и масса скорлупы) прямолинейно связано с концентрацией в сыворотке крови кур трийодтиронина, мочевой кислоты, активности ферментов переаминирования. Максимально данные биохимические показатели определяют вариацию массовых параметров яиц в начале яйцекладки (в 26-недельном возрасте) кур, что дает основание их использовать в селекционной работе.

3.9. ВОЗМОЖНОСТЬ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МАССЫ ПИЩЕВЫХ ЯИЦ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ КРОВИ

Наибольшее экономическое значение в яичном птицеводстве имеет не только уровень яйценоскости, но и масса яиц, которая влияет на категорию, а следовательно, и на рыночную стоимость продукции (Г. А. Бобылева, 2005). Установлено, что масса яиц в основном определяется генетическими факторами и условиями внешней среды. Изменения ее величины, наблюдаемые как в природных условиях, так и в условиях интенсивного птицеводства, свидетельствуют о возможности регулирования данного показателя без нарушения питательных достоинств яиц (И. И. Кочиш, М. Г. Петраш, С. Б. Смирнов, 2004; А. Л. Штеле, 2011). Повышение качества яиц, кроме селекционной работы, достигается сбалансированным кормлением (А. Бочков, С. Буров, И. Контарев, 2009). Питательные вещества корма используются в организме несушек в экзо- и эндогенных процессах, обеспечивающих энергией и субстратами процессы как яйцеобразования, так и жизнедеятельности. Регуляция интенсивности данных реакций осуществляется нейрогуморальным путем, в том числе с участием тиреоидных гормонов (Р. М. Yen, 2001).

Залогом сохранения состояния здоровья несушек на фоне реализации генетической программы развития и продуктивности является баланс обменных процессов с участием соответствующих гормонов. Поддержание баланса связано с координацией двух динамических составляющих метаболизма: обеспечения процессов жизнедеятельности на фоне нормальных ритмов деятельности эндокринной системы и реализации продуктивного потенциала с получением пищевого яйца соответствующего качества. Основным индикатором данного баланса является кровь, а точнее – ее состав (Е. В. Громыко, 2005; Т. П. Афанасьева, 2008). Вопрос о возможности использования показателей крови для оценки и прогнозирования пищевых качеств яиц в ходе репродуктивного периода до сих пор остается малоизученным.

В связи с этим мы попытались установить взаимосвязи метаболических процессов, опосредованных регулирующим действием тиреоидных гормонов, с массой пищевых яиц у кур кросса Ломан Уайт в ходе репродуктивного периода.

Мы уже отмечали, что масса яйца кур кросса Ломан Уайт зависела от возраста несушек, срока репродуктивного периода. Яйцо, снесенное 26-недельными несушками (начало яйцекладки), имело массу $57,7 \pm 0,81$ г,

52-недельными (пик яйцекладки) – 60,29 ±1,40 г, 80-недельными (конец яйцекладки) – 62,2 ±1,86 г (таблица 33).

При анализе взаимосвязи МЯ с параметрами крови мы исходили из того, что масса яйца является интегральным показателем, величина которого в рамках реализации генетического потенциала и воздействия разнообразных внешних факторов может быть ассоциирована с уровнем тиреоидных гормонов, регулирующих энергетический обмен (Р. М. Yen, 2001), и концентрацией в крови показателей белкового обмена, характеризующих сопряженность анаболических и катаболических реакций. В качестве метода, используемого для проверки данного предположения, был использован линейный множественный регрессионный анализ как наиболее адекватный метод описания ассоциации одного физиологического параметра с несколькими показателями, играющими роль его предикторов. Общий вид уравнения имел вид:

$$Y_i = b_1X_{1i} + b_2X_{2i} + \dots + b_nX_{ni},$$

где Y_i – масса яйца i -й несушки;

b_n – коэффициент регрессии, соответствующий n -му показателю крови – предиктору;

X_{ni} – величина показателя крови – предиктора, принадлежащего i -й несушке.

В роли потенциальных показателей крови – предикторов были взяты концентрации ТТГ, Т₃, Т₄, общего белка, альбуминов, мочевины, мочевой кислоты, активности АлАТ и АсАТ.

Мы установили, что максимальное количество предикторов влияет на массу яйца в начале репродуктивного периода (26-недельный возраст несушек) (таблица 42). Наибольшее действие оказывает уровень мочевой кислоты (конечный продукт азотистого обмена у птиц), затем ТТГ (гормон гипофиза, регулирующий функциональную активность щитовидной железы), трийодтиронин (основной действующий тиреоидный гормон в организме кур), альбумин (основной транспортный белок крови и аминокислотный резерв организма), тироксин (прогормон, обеспечивающий постоянный запас гормона в малоактивной форме) и общий белок (один из показателей, характеризующих адекватность белкового питания биологическим потребностям организма кур).

Показатели перечислены в соответствии с их относительным вкладом в величину массы яйца и с величиной стандартизированных коэффициентов регрессии, которые были статистически значимы при $p < 0,05$.

Статистические параметры линейного уравнения ассоциации массы яйца с показателями крови в 26-недельном возрасте кур (начало яйцекладки) (модель 1)

ИССЛЕДУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ (X_n)	КОЭФФИЦИЕНТЫ РЕГРЕССИИ (b_n)	СТАНДАРТИЗОВАННЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ РЕГРЕССИИ (β_n)	УРОВЕНЬ ЗНАЧИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТОВ РЕГРЕССИИ (p_n)	КОЭФФИЦИЕНТ ДЕТЕРМИНАЦИИ (R^2) И УРОВЕНЬ ЗНАЧИМОСТИ МОДЕЛИ (p)
Мочевая кислота	-159,42	-1,37	0,0004	$R^2 = 99,46\%$ $p = 0,0016$
ТТГ	51,20	0,62	0,0034	
Т ₃	-2,33	-0,45	0,0048	
Альбумины	74,26	0,37	0,0195	
Т ₄	0,28	0,29	0,0096	
Общий белок	-0,039	-0,22	0,0317	

Примечание. В таблицу вошли показатели крови, которые статистически значимы для регрессионной модели ($p < 0,05$).

Показатели крови – предикторы демонстрировали высокую степень взаимосвязи с массой яйца, так как коэффициент детерминации R^2 составил 99,4 %, а величина частных коэффициентов корреляции колебалась в пределах 0,91–0,99. Регрессионное уравнение имело вид:

$$Y_{26} = 106,84 - 159,42MK - 2,33T_3 + 51,26TТГ + 0,28T_4 + 74,25Alb - 0,04ОБ.$$

Считаем, что данная модель является отражением зависимости величины МЯ от интенсивности обмена веществ на фоне продолжающегося роста организма кур-несушек и становления репродуктивной функции. Поэтому в уравнение входит большое количество предикторов. В свою очередь, концентрация в крови мочевой кислоты, ТТГ, Т₃, Т₄, альбуминов, общего белка – это результат обеспеченности организма птиц питательными и биологически активными веществами, возрастной изменчивости, реализации генетического потенциала и т.д., то есть каждый из вышеперечисленных биохимических параметров способен оказывать самостоятельное влияние на изменчивость массы яйца. Это предположение подтверждается тем, что высоким значениям частной корреляции соответствовали маленькие величины поучастной корреляции (исключение – мочевая кислота).

При построении модели регрессионного уравнения на пике яйцекладки (52-недельный возраст несушек) (модель 2) было установлено, что ни один показатель крови не является статистически значимым предиктором массы яйца. Физиологический смысл установленной особенности, вероятно, сводится к тому, что в организме кур-несушек в данный период яйцекладки сбалансирована активность обменных процессов с уровнем

яичной продуктивности и массой яйца. Логично предположить, что яйцо в данный срок репродуктивного периода характеризуется высокими показателями качества.

Таблица 43

Статистические параметры линейного уравнения взаимосвязи массы яйца с показателями крови в 80-недельном возрасте кур (конец яйцекладки) (модель 3)

ИССЛЕДУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ (X_n)	КОЭФФИЦИЕНТЫ РЕГРЕССИИ (b_n)	СТАНДАРТИЗОВАННЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ РЕГРЕССИИ (β_n)	УРОВЕНЬ ЗНАЧИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТОВ РЕГРЕССИИ (p_n)	КОЭФФИЦИЕНТ ДЕТЕРМИНАЦИИ (R^2) И УРОВЕНЬ ЗНАЧИМОСТИ МОДЕЛИ (p)
АсАТ	11,46	0,73	0,029	$R^2 = 63,49\%$ $p = 0,067$

При анализе характера взаимосвязи МЯ с показателями крови в конце репродуктивного периода (таблица 43) было установлено, что статистически значимый вклад при $p < 0,05$ в формирование массы яйца вносит только активность АсАТ, но данный параметр определяет менее высокую степень детерминации МЯ, чем для модели 1 ($R^2 = 63,49\%$). При этом величина частных коэффициентов корреляции практически не отличалась от участных и соответствовала средней силе связи.

Модель 3, включающая только один фактор, конкретизирует смысл метаболических перестроек в организме кур в конце яйцекладки, лежащие в основе регулирования соотношения между активностью анаболических и катаболических процессов на фоне увеличения массы яйца. В этом плане снижение активности АсАТ, символизирующей катаболический термогенез, в конце яйцекладки – это механизм, позволяющий использовать большее количество субстратов в формировании составных частей яйца и увеличивать его массу.

Таким образом, полученные модели регрессионного анализа позволяют сделать вывод, что показатели крови (ТТГ, Т₃, Т₄, общий белок, альбумины, мочевая кислота) можно использовать для оценки и прогнозирования массы яйца только в начале яйцекладки (в 26-недельном возрасте несушек), так как только в этот период МЯ является функцией от уровня мочевой кислоты, ТТГ, Т₃, Т₄, альбуминов и общего белка. Можно утверждать, что изменчивость массы яйца как интегрального показателя метаболизма при нормальном состоянии здоровья птиц определяется уровнем содержания в крови тиреоидных гормонов и соответствующих показателей белкового обмена, отражающих интенсивность катаболического и анаболического аспектов метаболизма, в условиях становления репродуктивной функции в рамках реализации генетического потенциала.

3.10. ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА СКОРЛУПЫ ПИЩЕВЫХ ЯИЦ

Повышение биологической и товарной ценности яиц, снижение потерь имеет большое экономическое значение. Поэтому проблема улучшения качества яиц является одной из актуальных в яичном птицеводстве (И. И. Кочиш, М. Г. Петраш, С. Б. Смирнов, 2004; Г. А. Бобылева, 2005; Г. Соловьева, Д. Жилиянов, 2009).

Важнейшими путями обеспечения необходимого уровня качества яиц при их производстве, хранении и использовании являются систематический контроль и целенаправленное воздействие на условия и факторы, влияющие на это качество.

Одной из составляющих пищевого яйца является скорлупа. Она представляет собой его внешнюю оболочку, формирующуюся в матке яйцевода. Скорлупа яйца – сложная и совершенная природная упаковка его ценнейшего содержимого. Ее основным назначением является противостояние механическим воздействиям на яйцо, обеспечивающее сохранение его целостности. Скорлупа, кроме того, успешно противодействует микробной атаке, замедляет обезвоживание яйца, а ее поры делают яйцо открытой биологической системой (И. И. Кочиш, М. Г. Петраш, С. Б. Смирнов, 2004; Л. Ш. Шарипкулова, Т. И. Середа, М. А. Дерхо, 2012).

Скорлупа является одним из показателей качества яиц. Ее состояние определяет сроки хранения и, соответственно, сохранения свежести яйца. В практике, оценивая яйцо, преобладающее внимание уделяют прочности скорлупы, поскольку именно от нее зависит повреждаемость яйца (бой, насечка), высокий уровень которой вызывает резкое снижение его сортности и пищевой безопасности (П. П. Царенко, Е. В. Осипова, 2012). В связи с этим прочность скорлупы подлежит постоянному контролю, что позволяет вовремя предпринимать соответствующие действия по снижению повреждаемости яиц. Косвенно о качестве скорлупы (толщине, прочности), можно судить по ее относительной массе в яйце.

Яйцо является продуктом жизнедеятельности организма несушек в рамках реализации ее репродуктивного потенциала. Для формирования химической структуры скорлупы используются вещества, как поступающие в организме кур с кормом, так и образующиеся в ходе обмена веществ, доставляющиеся в клетки репродуктивных органов несушек с помощью крови, омывающей все органы и ткани (Т. И. Середа, М. А. Дерхо,

2012). Логично предположить, что уровень биохимических показателей крови взаимосвязан с качеством скорлупы и ее относительной массой, так как параметры крови отражают характер воздействия на организм несушек разнообразных биологических и технологических факторов.

Относительная масса скорлупы кур-несушек кросса Ломан Уайт зависела от срока яйцекладки: в начале репродуктивного периода (26-недельный возраст несушек) она составила $7,18 \pm 0,14$ г, на пике (52-недельный возраст) – $7,50 \pm 0,11$ г, в конце (80-недельный возраст) – $8,53 \pm 0,15$ г (таблица 33).

Хотя оценка качества скорлупы яиц по ее относительной массе в практике почти не применяется, но, вероятно, для этих целей можно использовать показатели крови, которые регулярно определяются в плане мониторинга состояния здоровья кур-несушек.

Для проверки данного предположения был использован линейный множественный регрессионный анализ как наиболее адекватный метод описания ассоциации одного параметра с несколькими показателями, играющими роль его предикторов. Общий вид уравнения имел вид:

$$Y_i = b_1X_{1i} + b_2X_{2i} + \dots + b_nX_{ni},$$

где Y_i – относительная масса скорлупы i -й несушки;

b_n – коэффициент регрессии, соответствующий n -му показателю крови – предиктору;

X_{ni} – величина показателя крови – предиктора, принадлежащего i -й несушке.

В роли потенциальных показателей крови – предикторов были взяты концентрации ТТГ, Т₃, Т₄, общего белка, альбуминов, мочевины, мочевой кислоты, активности АлАТ и АсАТ.

Мы установили, что несушки в 26-недельном возрасте несли яйца, в которых относительная масса скорлупы (таблица 44) в наибольшей степени зависела от уровня мочевой кислоты (конечного продукта азотистого обмена у птиц), ТТГ (гормон гипофиза, регулирующего функциональную активность щитовидной железы) и АсАТ (маркера активности митохондрий).

Показатели перечислены в соответствии с их относительным вкладом в величину массы скорлупы и с величиной стандартизированных коэффициентов регрессии, которые были статистически значимы при $p \leq 0,05$. Показатели крови – предикторы демонстрировали высокую степень взаимосвязи с массой скорлупы, объясняя 91,65 % колебаний данного показателя. Регрессионное уравнение имело вид:

$$Y_{26} = 3,94 + 30,62MK - 18,11ТТГ - 2,28АсАТ.$$

Таблица 44

Статистические параметры линейного уравнения ассоциации массы скорлупы с показателями крови в начале яйцекладки (модель 1)

ИССЛЕДУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ (X_n)	КОЭФФИЦИЕНТЫ РЕГРЕССИИ (b_n)	СТАНДАРТИЗОВАННЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ РЕГРЕССИИ (β_n)	УРОВЕНЬ ЗНАЧИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТОВ РЕГРЕССИИ (p_n)	КОЭФФИЦИЕНТ ДЕТЕРМИНАЦИИ (R^2) И УРОВЕНЬ ЗНАЧИМОСТИ МОДЕЛИ (p)
Мочевая кислота	30,62	1,45	0,005	$R^2 = 91,65 \%$ $p = 0,027$
ТТГ	-18,11	-1,21	0,009	
АсАТ	-2,27	-0,63	0,021	

Примечание. В таблицу вошли показатели крови, которые статистически значимы для регрессионной модели ($p \leq 0,05$).

На пике яйцекладки относительная масса скорлупы определялась концентрацией мочевой кислоты, активностью АсАТ и АлАТ (маркер интенсивности глюкозо-аланинового шунта) (таблица 44).

Степень взаимосвязи показателей крови (независимых показателей) с зависимой переменной (массой скорлупы) составила 96,4%; регрессионное уравнение было представлено следующей формулой:

$$Y_{s2} = -13,65 + 53,75MK + 7,75 \text{ АлАТ} - 2,44\text{АсАТ}.$$

В конце репродуктивного периода относительная масса скорлупы была достоверно взаимосвязана с концентрацией в крови несущек ТТГ и каталитической активностью АсАТ.

Таблица 45

Статистические параметры линейного уравнения ассоциации массы скорлупы с показателями крови на пике яйцекладки (модель 2)

ИССЛЕДУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ (X_n)	КОЭФФИЦИЕНТЫ РЕГРЕССИИ (b_n)	СТАНДАРТИЗОВАННЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ РЕГРЕССИИ (β_n)	УРОВЕНЬ ЗНАЧИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТОВ РЕГРЕССИИ (p_n)	КОЭФФИЦИЕНТ ДЕТЕРМИНАЦИИ (R^2) И УРОВЕНЬ ЗНАЧИМОСТИ МОДЕЛИ (p)
Мочевая кислота	53,75	1,18	0,005	$R^2 = 96,40 \%$ $p = 0,005$
АсАТ	-2,44	-1,09	0,004	
АлАТ	7,75	0,61	0,028	

Примечание. В таблицу вошли показатели крови, которые статистически значимы для регрессионной модели ($p \leq 0,05$).

При анализе характера линейной взаимосвязи массы скорлупы с данными показателями крови (таблица 45) было установлено, что изменение

их концентрации обуславливает 95,39 % колебаний зависимой переменной. При этом регрессионное уравнение описывалось формулой:

$$Y_{80} = 161,36 - 362,25\text{ТГГ} + 7,54\text{АсАТ}.$$

При анализе регрессионных моделей было установлено:

1. Независимо от периода яйцекладки в каждую входит предиктор – каталитическая активность фермента АсАТ. При этом в начале и на пике яйцекладки (26- и 52-недельный возраст несушек) связь между относительной массой скорлупы и активностью фермента отрицательная.

При этом наивысшей каталитической активности АсАТ в начале репродуктивного периода ($1,06 \pm 0,4$ мкмоль/ч-л) соответствовала наименьшая относительная масса скорлупы ($7,18 \pm 0,14$ г). В 52-недельном возрасте кур (пик яйцекладки) увеличение массы скорлупы до $7,50 \pm 0,11$ г закономерно сопровождалось снижением каталитической активности АсАТ до $0,92 \pm 0,046$ мкмоль/ч-л. При этом в указанные сроки яйцекладки увеличение массы скорлупы возможно только на фоне снижения активности фермента. Это подразумевает регуляцию в белковом обмене организма кур-несушек соотношения между интенсивностью катаболических (маркер АсАТ) и анаболических (маркер АлАТ) процессов в сторону уменьшения выраженности первых.

2. В конце репродуктивного периода связь между относительной массой скорлупы и активностью фермента была положительной. При этом уровню АсАТ в пределах $0,76 \pm 0,087$ мкмоль/ч-л соответствовало изменение массы скорлупы до $8,53 \pm 0,15$ г. В этот срок яйцекладки для повышения величины зависимой переменной (масса скорлупы) нужно создавать условия для повышения активности ферментов.

Таблица 45

Статистические параметры линейного уравнения ассоциации массы скорлупы с показателями крови в конце яйцекладки (модель 3)

ИССЛЕДУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ (X_n)	КОЭФФИЦИЕНТЫ РЕГРЕССИИ (b_n)	СТАНДАРТИЗОВАННЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ РЕГРЕССИИ (β_n)	УРОВЕНЬ ЗНАЧИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТОВ РЕГРЕССИИ (p_n)	КОЭФФИЦИЕНТ ДЕТЕРМИНАЦИИ (R^2) И УРОВЕНЬ ЗНАЧИМОСТИ МОДЕЛИ (p)
ТГГ	-1,74	-362,24	0,03	$R^2 = 95,39\%$ $p = 0,03$
АсАТ	7,54	1,18	0,05	

Примечание. В таблицу вошли показатели крови, которые статистически значимы для регрессионной модели ($p \leq 0,05$).

Таким образом, относительная масса скорлупы пищевых яиц, полученных от кур-несушек кросса Ломан Уайт, линейно взаимосвязано с активностью фермента АсАТ. Можно утверждать, что изменчивость массы скорлупы как интегрального показателя метаболизма при нормальном состоянии здоровья птиц определяется интенсивностью функционирования митохондрий в клетках органов и тканей организма кур, что влияет на количество образующейся энергии, используемой для процессов биосинтеза, в том числе и скорлупы яйца. Поэтому по активности фермента АсАТ можно с учетом возраста птицы и срока репродуктивного периода контролировать относительную массу скорлупы. Это подтверждается следующими выводами:

1. Действие тиреотропного гормона гипофиза и тироксина, трийодтиронина щитовидной железы (гипофизарно-тиреоидная регуляция) обеспечивает формирование интенсивности и направленности белкового обмена, метаболических функций печени, метаболического профиля организма кур-несушек кросса Ломан Уайт, а также яичной продуктивности и пищевой ценности яиц в зависимости от возраста птицы по стадиям репродуктивного периода.
2. В организме 26- (начало яйцекладки) и 52-недельных (пик яйцекладки) кур белковый обмен имел преимущественно анаболическую направленность и характеризовался задержкой азота (мочевина – от $2,76 \pm 0,18$ до $3,35 \pm 0,31$ ммоль/л), высокой активностью митохондрий (АсАТ – от $0,92 \pm 0,046$ до $1,06 \pm 0,4$ мкмоль/ч·л), что создавало метаболическую основу для яйценоскости на уровне 94–95 %. В конце репродуктивного периода (в 80-недельном возрасте) формировался катаболический профиль белкового обмена, проявляющийся интенсификацией процессов биосинтеза мочевины (концентрация увеличилась до $4,03 \pm 0,11$ ммоль/л) и снижением функциональной активности митохондрий (АсАТ снизилась до $0,76 \pm 0,087$ мкмоль/ч·л) на фоне падения яйценоскости до 80 %.
3. Лимитирующим тиреоидным гормоном в организме кур является трийодтиронин, а тироксин – его предшественник (прогормон), обеспечивающий постоянный запас гормона в малоактивной форме. Метаболический профиль организма несушек, активность метаболических функций печени, уровень яичной продуктивности и качество пищевого яйца формировались на фоне константности концентрации тиреотропного гормона гипофиза, изменяющемся уровне гормонов щитовидной железы и их соотношения.

4. Маркером направленности белкового обмена в организме несушек являются отношения ТТГ/мочевина и Тз/мочевина, величина которых планомерно снижалась в ходе яйцекладки, соответственно на 36,0 и 39,1 % и отражала количество азотсодержащих субстратов, подвергающихся катаболизму.
5. Во все периоды яйцекладки были установлены корреляционные связи между Тз ($r = 0,71-0,74; p \leq 0,05$) и Т4 ($r = 0,76-0,82; p \leq 0,05$) – Alb (одним из транспортных белков гормонов); Тз – АсАТ ($r = 0,79-0,98; p \leq 0,05$), что было следствием влияния гормона на процессы синтеза энергии в митохондриях; Тз и Т4 – МК ($r = 0,73-0,83; p \leq 0,05$), характеризующие участие гормонов в обмене нуклеиновых кислот.
6. Показатели качества пищевых яиц кур кросса Ломан Уайт зависели от срока яйцекладки и возраста птиц. Масса яйца, белка, желтка, скорлупы и толщина скорлупы увеличивалась соответственно на 7,82; 4,50; 14,99; 18,80 %; 4,00 %, а индекс формы, индекс белка, индекс желтка и единиц Хау, наоборот, уменьшался на 4,54; 9,52; 7,14; 2,25 % соответственно.
7. Масса яйца и масса белка достоверно коррелирует с уровнем трийодтиронина (r от $-0,71 \pm 0,25$ до $-0,78 \pm 0,20$), что подтверждает влияние генотипа кур на данные показатели.
8. Ранжирование коэффициентов детерминации показало, что вариация:
 - массы яйца определяла в среднем за яйцекладку изменчивость массы белка на 68,49 %, массы желтка – 55,39 %, индекса белка – 52,82 %, индекса желтка – 51,38 %, индекса формы – 50,65 %;
 - массы скорлупы сказывалась в среднем за яйцекладку на величине толщины скорлупы на 58,29 %, плотности яйца – на 29,63 %.
9. Количество корреляционных связей между биохимическими показателями сыворотки крови и параметрами качества пищевых яиц зависело от возраста кур и срока яйцекладки. В 26-недельном возрасте несушек скоррелированность (сильные + умеренные корреляции) изучаемых признаков составила 41,53 %; в 52-недельном – 39,99 %; в 80-недельном – 36,15 %, что отражало функциональную активность репродуктивных органов кур и всех физиологических систем организма.
10. Масса яйца кур-несушек в большей степени определяется генетическими факторами, чем средовыми. Поэтому только в начале

яйцекладки (26-недельном возрасте) она является функцией от уровня мочевой кислоты, ТТГ, Т₃, Т₄, альбуминов и общего белка в условиях становления репродуктивной функции в рамках реализации генетического потенциала; описывается регрессионным уравнением:

$$МЯ_{26} = 106,84 - 159,42МК - 2,33Т_3 + 51,26ТТГ + 0,28Т_4 + 74,25Аlb - 0,04ОБ.$$

11. Относительная масса скорлупы пищевых яиц, полученных от кур-несушек кросса Ломан Уайт, линейно взаимосвязана с активностью фермента АсАТ. Модель регрессионного анализа показала: чтобы увеличить массу скорлупы на 26 и 52 неделях яйцекладки, необходимо создавать условия для понижения активности АсАТ, а на 80-й неделе, наоборот, повышения.

Заключение

Обеспечение населения страны продуктами питания – важнейшая задача работников агропромышленного комплекса. Птицеводство – динамично развивающаяся отрасль животноводства. Согласно расчетам Всемирной организации здравоохранения, медицинская норма потребления яиц на душу человека составляет 260 шт/г. Потребление яиц в России, по последним данным, превышает медицинскую норму, составляя 269 шт/г. В связи с этим развитию птицеводства (в том числе яичного) придается большое значение. На качество яйца и продуктивность кур оказывают влияние многие факторы. Это генетические и фенотипические факторы, в том числе и возраст.

Изучение влияния происхождения кур-несушек и их адапционного потенциала показал, что необходимо переходить на собственное воспроизводство родительского стада кур-несушек. Цыплята, 2-линейного кросса родительского стада, завезенные в суточном возрасте из Германии

Предложения производству

1. Полученные данные по уровню ферментов в супернатанте органов могут быть использованы как референтные при оценке физиологического состояния цыплят. У двухлинейных гибридных курочек активность ферментов (на 1 г влажной ткани) в печени, почках и сердце составляет:

а) АсАТ 17,46–19,30 мкмоль/ч·мл;

б) АлАТ 6,26–16,27 мкмоль/ч·мл;

в) ЩФ 487,36–1790,17 Ед/л.

У четырехлинейных гибридных курочек уровень энзимов в органах колеблется:

а) АсАТ 28,46–126,06 мкмоль/ч·мл;

б) АлАТ 14,09–57,32 мкмоль/ч·мл;

в) ЩФ 173,57–917,11 Ед/л.

2. В плане решения проблемы импортозамещения создавать племя репродукторы I типа, что позволит получать особи родительских форм с более высоким адаптационным потенциалом.

3. Величины показателей крови (общий белок, альбумины, мочевины, мочевиная кислота, АлАТ, АсАТ, Т₃, Т₄, ТТГ) в возрастной динамике могут быть использованы в качестве физиологической нормы при проведении плановой диспансеризации птиц, а также в учебном процессе при подготовке зооветспециалистов или при разработке отраслевых рекомендаций, учебных пособий, учебников, монографий.

4. На 26-й неделе репродуктивного периода можно проводить отбор кур-несушек по массе яйца с помощью регрессионного уравнения:

$$M_{Y_{26}} = 106,84 - 159,42MK - 2,33T_3 + 51,26TTG + 0,28T_4 + 74,25Alb - 0,04OB.$$

Относительную массу скорлупы яиц можно оценивать по биохимическим показателям крови, используя модели регрессионных уравнений:

$$Y_{26} = 3,94 + 30,62MK - 18,11TTG - 2,28AcAT;$$

$$Y_{52} = -13,65 + 53,75MK + 7,75 АлАТ - 2,44AcAT;$$

$$Y_{80} = 161,36 - 362,25TTG + 7,54AcAT.$$

Список сокращений

- АлАТ – аланинаминотрансфераза.
АсАТ – аспаратаминотрансфераза.
Аlb – альбумины.
G1 – глобулины.
ОБ – общий белок.
ЩФ – щелочная фосфатаза.
Hb – гемоглобин.
ПОЛ – перекисное окисление липидов.
АКГТ – адренкортикотропный гормон.
МСН – среднее содержание гемоглобина в эритроците.
Г/Л – соотношение между сегментоядерными псевдозозинофилами и лимфоцитами.
ПС – показатель состояния.
ИК – индекс Кребса.
ЛИИ – лейкоцитарный индекс интоксикации.
ИЛГ – лимфоцитарно-гранулоцитарный индекс.
ККП – кровно-клеточный показатель.
ЯИ – ядерный индекс Даштаянца.
ТТГ – тиреотропный гормон гипофиза.
Т₃ – трийодтиронин.
Т₄ – тироксин.
МК – мочеваая кислота.
МЯ – масса яйца.
МБ – масса белка.
МЖ – масса желтка.
МС – масса скорлупы.
R² – коэффициент детерминации.
r – коэффициент корреляции.
Усл. ед. – условные единицы.
ЛН – лютеинизирующий гормон.
ИФА – иммуноферментный анализ.

Библиография

Агаджанян, Н. А. Адаптация и резервы организма / Н. А. Агаджанян. – Москва : Физкультура и спорт, 1983. – 220 с. – Текст : непосредственный.

Агаджанян, Н. А. Стресс и теория адаптации : монография / Н. А. Агаджанян. – Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2005. – 190 с. – Текст : непосредственный.

Абрамов, С. В. Метаболические основы биохимических сдвигов в плазме крови / С. В. Абрамов, И. М. Рослый, Е. Г. Белова. – Текст : непосредственный // Современные достижения фундаментальных наук в решении актуальных проблем медицины : материалы научно-практической конференции. – Астрахань, 2004. – С. 60–65.

Агаджанов, А. Л. Влияние моноклавиты-1 и зоо-верда на естественную резистентность организма цыплят-бройлеров и кур-несушек : автореф. дис. ... канд. вет. наук / Агаджанов Анатолий Львович. – Санкт-Петербург : СПГАВМ, 2010. – 19 с. – Текст : непосредственный.

Аксенова, Б. Н. Действие тироксина на активность ферментов пентозофосфатного пути превращения углеводов в сердце, печени, лимфоидных органах при ваготомии у крыс / Б. Н. Аксенова // Деп. в ВИНТИ 10.10.89, №1348. – 11 с. – Текст : непосредственный.

Аншаков, Д. В. Рост, развитие и продуктивность яичных кур, дебикированных в разном возрасте : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Д. В. Аншаков. – Сергиев-Посад : ВНИИТИП, 2007. – 24 с. – Текст : непосредственный.

Архипов, А. В. Липидное питание, продуктивность птицы и качество продуктов птицеводства / А. В. Архипов. – Москва : Агробизнесцентр, 2007. – 440 с. – Текст : непосредственный.

Астраханцев, А. А. Продуктивность, качество продукции и биологические особенности кур-несушек кроссов «Родонит-2», «Хайсекс коричневый» и «Хайсекс белый» : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Астраханцев Антон Анатольевич. – Ижевск : ИГСХА, 2009. – 24 с. – Текст : непосредственный.

Афанасьева, Т. П. Прогнозирование уровня продуктивности овец северокавказской мясошерстной породы по биохимическим показателям : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Афанасьева Татьяна Петровна. – Ставрополь : СНИИЖК, 2008. – 24 с. – Текст : непосредственный.

Афанасьева, А. И. Гормональный статус молодняка овец разных генотипов / А. И. Афанасьева, Н. В. Симонова. – Текст : непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – № 3. – С. 50–53.

Байдавлетова, О. Н. Морфологические показатели качества яиц новой субпопуляции кур мясо-яичного направления продуктивности / О. Н. Байдавлетова, Н. С. Огурцова, Н. В. Шомина. – Текст : непосредственный // Птахівництво. – 2006. – Вып. 64. – С. 23–30.

Балаболкин, М. И. Достижения в изучении биосинтеза тиреоидных гормонов / М. И. Балаболкин. – Текст : непосредственный // Проблемы эндокринологии. – 1988. – Т. 34. – № 2. – С. 46–50.

Балобин, Б. В. Практикум по птицеводству и технологии производства яиц и мяса птицы : учебное пособие / Б. В. Балобин. – Минск : Ураджай, 1998. – 226 с. – Текст : непосредственный.

Баранова, И. А. Гормональный статус у бычков герефордской и холмогорской пород : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Баранова Ирина Алексеевна. – Боровск : ГНУ ВНИИФБиП, 2001. – 28 с. – Текст : непосредственный.

Батоев, Ц. Ж. Физиология пищеварения птиц / Ц. Ж. Батоев. – Улан-Удэ : Изд-во Бурятского гос. ун-та, 2001. – 214 с. – Текст : непосредственный.

Беньковская, Г. В. Стресс-реакция как механизм реализации адаптивного потенциала особей и популяции насекомых : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Беньковская Галина Васильевна. – Новосибирск : ИСиЭЖ СО РАН, 2009. – 40 с. – Текст : непосредственный.

Березов, Т. Т. Биологическая химия : учебник / Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин. – 3-е изд., стереотип. – Москва : Медицина, 2002. – 704 с. – Текст : непосредственный.

Бессарабов, Б. Белковый и углеводный обмен веществ у несушек / Б. Бессарабов, Л. Клетикова, О. Копоть, С. Алексеева. – Текст : непосредственный // Птицеводство. – 2010. – № 3. – С. 6–8.

Бессарабов, Б. Ф. Естественная резистентность и продуктивность птицы / Б. Ф. Бессарабов. – Текст : непосредственный // Сучасне птахівництво. – 2010. – № 1–2 (86–87). – С. 12–14.

Бессарабов, Б. Ф. Методы оценки качества яиц / Б. Ф. Бессарабов, Н. П. Мишуоров, А. А. Усов [и др.]. – Текст : непосредственный // Эффективне птахівництво. – 2005. – № 2 (2). – С. 17–23.

Бичкаева, Ф. А. Резервные возможности эндокринно-метаболических показателей у жителей европейского севера в условиях глюкозотолерант-

ного теста в зависимости от фотопериода / Ф. А. Бичкаева, Л. П. Жилина, О. С. Власова. – Текст : непосредственный // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. – 2009. – № 4. – С. 417–429.

Бобылева, Г. А. Птицеводство России / Г. А. Бобылева. – Текст : непосредственный // Птицеводство. – 2005. – № 4. – С. 4–11.

Божко, А. П. Значение тиреоидных гормонов в реализации защитных эффектов холодовой адаптации / А. П. Божко, И. В. Городецкая. – Текст : непосредственный // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 1994. – № 4. – С. 29–32.

Бондаренко, Г. А. Метаболические тесты у крупного рогатого скота и перспективы их использования для повышения молочной продуктивности / Г. А. Бондаренко. – Текст : непосредственный // Сельскохозяйственная биология. – 1983. – № 10. – С. 108–115.

Боровкова, Г. К. Средства, регулирующие метаболические процессы (витаминные и гормональные препараты) : методическое пособие для студентов / Г. К. Боровкова. – Текст : непосредственный. – Ставрополь : СтГМА, 2012. – 63 с.

Бородай, В. П. Якість і безпека харчових яєць / В. П. Бородай, Н. П. Пономаренко, В. В. Мельник. – Текст : непосредственный // Сучасне птахівництво. – 2006. – № 11. – С. 11–13.

Бочков, А. Протеин корма и качество яйца / А. Бочков, С. Буров, И. Контарев. – Текст : непосредственный // Животноводство России. – 2009. – № 12. – С. 21–22.

Бочков, А. Ю. Продуктивность и пищевые качества яиц кур кросса «УК-Кубань» при включении в рацион L-карнитина : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Бочков Анатолий Юрьевич. – Персиановский : ДГАУ, 2011. – 24 с. – Текст : непосредственный.

Бузлама, В.С. Биодинамика витамина С в механизме защитного действия адаптогенов при технологическом стрессе животных / В.С. Бузлама, Т. И. Агеева. – Текст : непосредственный // Тезисы докладов II Всесоюзного симпозиума. – Ленинград, 1987. – С. 47–48.

Булатова, С.В. Биологические ритмы функции щитовидной железы, гипофиза и обмена веществ / С. В. Булатова, Л. Н. Марвина, А.А. Рудных. – Текст : непосредственный // Продовольственная безопасность XXI век: эколого-экономические аспекты : материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Екатеринбург, 2000. – С. 167–169.

Булатова, С.В. Сезонная изменчивость гормонов щитовидной железы как отражение процессов адаптации у жителей Урала / С. В. Булатова

ва. – Текст : непосредственный // Эколого-физиологические проблемы адаптации : материалы X международного симпозиума. – Москва, 2001. – С. 156–158.

Булатова, С. В. Результаты обследования функции щитовидной железы у крупного рогатого скота в хозяйствах Свердловской области / С. В. Булатова, И. М. Донник, Я. Б. Бейкин. – Текст : непосредственный // Сборник научных трудов УрГСХА. – Екатеринбург, 2000. – С. 85–90.

Бурда, О. Н. Влияние биоэлектрических показателей, качества яиц родителей на стресс-устойчивость, резистентность цыплят яичного кросса «УК Кубань-456» : автореф. дис. ... канд. биол. наук / О. Н. Бурда. – Ставрополь : Ставропольский НИИЖК, 2009. – 26 с. – Текст : непосредственный.

Бурдашкина, В. Н. Птицеводство : методические указания / В. Н. Бурдашкина, Н. В. Розенкова. – Пенза : РИО ПГСХА, 2004. – 126 с. – Текст : непосредственный.

Бурков, П. В. Влияние «Геприм для кур» на сохранность и биохимические показатели сыворотки крови / П. В. Бурков, П. Н. Щербаков. – Текст : непосредственный // Вестник Алтайского ГАУ. – 2012. – № 5 (91). – С. 90–92.

Буртов, Ю. З. Инкубация яиц : справочник / Ю. З. Буртов, Ю. С. Галдин, И. П. Кривошипин. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 239 с. – Текст : непосредственный.

Бусловская, Л. К. Адаптация кур к факторам промышленного содержания / Л. К. Бусловская, А. Ю. Ковтуненко, Е. Ю. Беляева. – Текст : непосредственный // Научные ведомости. – 2010. – № 21 (92). – Вып. 13. – С. 96–102.

Бусловская, Л. К. Транспортный стресс кур и коррекция их нарушений / Л. К. Бусловская, О. Л. Ковалева. – Текст : непосредственный // Эколого-физиологические проблемы адаптации : материалы XII международного симпозиума. – Москва, 2007. – С. 82–84.

Бусловская, Л. К. Характеристика адаптационных реакций у кур при вибрационном воздействии разной частоты и транспортировке / Л. К. Бусловская, А. Ю. Ковтуненко. – Текст : непосредственный // Сельскохозяйственная биология. – 2009. – № 6. – С. 80–84.

Вальдман, А. В. Фармакологическая регуляция эмоционального стресса / А. В. Вальдман, М. М. Козловская, О. С. Медведев. – Москва : Медицина, 1979. – 359 с. – Текст : непосредственный.

Вахрамова, О. Г. Влияние разных форм хитозана на биохимические и продуктивные качества кур-несушек кросса «Хайсекс-белый» : авто-

реф. дис. ... канд. биол. наук / Вахрамова Ольга Геннадьевна. – Дубровицы : Всероссийский НИИ животноводства, 2009. – 24 с. – Текст : непосредственный.

Ветщев, В. С. Заболевания щитовидной железы / В. С. Ветщев, Е. А. Мельниченко, Н. С. Кузнецов. – Москва : Медицина, 1996. – 160 с. – Текст : непосредственный.

Влияние вибрационного стресса на активность углеводного обмена в организме животных / М. А. Дерхо, Т. И. Середа, О. А. Хижнева [и др.]. – Текст : непосредственный // *Stredoevropsky Vestnik pro Vedu a Vyzkum*. – 2015. – Т. 76. – С. 6.

Винникова, С. В. Мембранное пищеварение у кроликов при стрессовых состояниях и его коррекция : автореф. дис. ... канд. вет. наук / Винникова Светлана Викторовна. – Санкт-Петербург : СПбГАВМ, 2010. – 25 с. – Текст : непосредственный.

Волков, Г. К. Гигиена крупного рогатого скота на промышленных комплексах / Г. К. Волков. – Москва : Россельхозиздат, 1978. – 208 с. – Текст : непосредственный.

Висмонт, Ф. И. Механизмы изменения температуры тела у крыс и кроликов в зависимости от состояния детоксикационной функции печени и выраженности эндотоксинемии / Ф. И. Висмонт. – Текст : непосредственный // *Функциональное состояние организма в норме и при патологии : сборник научных трудов / Под ред. В. С. Улащика, А. Г. Чумака*. – Минск, 2008. – С. 80–84.

Висмонт, Ф. И. О роли монооксида азота в регуляции детоксикационной функции печени, тиреоидного статуса и температуры тела при эндотоксиновой лихорадке / Ф. И. Висмонт, Н. А. Степанова. – Текст : непосредственный // *Белорусский медицинский журнал*. – 2003. – № 1. – С. 29–32.

Висмонт, Ф. И. О роли клеток купфера и гепатоцитов в механизмах реализации влияния трийодтиронина на процессы детоксикации и регуляции температуры тела / Ф. И. Висмонт, С. А. Артюшкевич. – Текст : непосредственный // *Белорусский медицинский журнал*. – 2005. – Т. 13. – № 13. – С. 45–47.

Воловников, В. В. Функциональное состояние инсулярного аппарата и щитовидной железы и показателей обмена веществ у бычков при введении в рацион пропиленгликоля : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Воловников Вячеслав Викторович. – Боровск : ВНИИФБиПСХЖ, 2007. – 20 с. – Текст : непосредственный.

Гаврикова, Л. М. Йодистый крахмал для кур-несушек / Л. М. Гаврикова. – Текст : непосредственный // Вестник Алтайского ГАУ. – 2007. – № 6 (32). – С. 29–32.

Гаврилов, О. К. Клетки костного мозга и периферической крови / О. К. Гаврилов, Г. И. Козинец, Н. Б. Черняк. – Москва : Медицина, 1985. – 286 с. – Текст : непосредственный.

Гаврилова, О. В. Патогенетическое обоснование коррекции нарушений в эритроидном звене системы крови при экзоинтоксикациях и стрессе с помощью арабинолактана : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Гаврилова Ольга Владимировна. – Иркутск : ИМУ, 2007. – 21 с. – Текст : непосредственный.

Галицкая, М. С. Влияние различных стрессовых ситуаций на моторно-секреторную функцию тонкого кишечника у собак и коррекция стресс-реакций с использованием биологически активных добавок : автореф. дис. канд. биол. наук / Галицкая Мария Сергеевна. – Тюмень : Тюменский ГУ, 2003. – 24 с. – Текст : непосредственный.

Гаркави, Л. Х. Активационная терапия. Антистрессорные реакции активации и тренировки и их использование для оздоровления, профилактики и лечения / Л. Х. Гаркави. – Ростов н/Д : РГУ, 2006. – 256 с. – Текст : непосредственный.

Гаркави, Л. Х. Антистрессорные реакции и активационная терапия / Л. Х. Гаркави, Е. Б. Квакина, Т. С. Кузьменко. – Москва : ИМЕДИС, 1998. – 220 с. – Текст : непосредственный.

Гахова, Н. А. Морфологические и функциональные показатели у птиц в норме и при мочекаменной болезни : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Гахова Наталья Александровна. – Ставрополь : СГАУ, 2005. – 24 с. – Текст : непосредственный.

Голиков, А. Н. Угнетение и стимуляция как фазы процесса адаптации / А. Н. Голиков, Н. В. Голиков. – Текст : непосредственный // Вопросы теории адаптации : сборник трудов ЗИН АН СССР. – 1987. – Т. 160. – С. 4–12.

Голиков, А. Н. Физиологическая адаптация животных / А. Н. Голиков. – Текст : непосредственный // Ветеринария. – 1988. – № 11. – С. 55–58.

Горев, Р. А. Адсорбция белка, глюкозы и холестерина на эритроцитах при действии адаптивных гормонов / Р. А. Горев, З. Ш. Смагулова, С. Г. Макарушко. – Текст : непосредственный // Научные труды I съезда физиологов СГН. – Москва, 2005. – С. 15.

Горелик, Л. Ш. Яйценоскость кур-несушек в связи с тиреоидным профилем крови и уровнем биохимических показателей / Л. Ш. Горелик,

М. А. Дерко. – Текст : непосредственный // Главный зоотехник. – 2014. – № 5. – С. 50–55.

Горизонтов, П. Д. Стресс. Система крови в механизме гомеостаза. Стресс и болезни / П. Д. Горизонтов. – Москва : Медицина, 1976. – 464 с.

Горизонтов, П. Д. Стресс и система крови / П. Д. Горизонтов, О. И. Белоусова, М. И. Федотова. – Москва : Медицина, 1983. – 239 с. – Текст : непосредственный.

Городецкая, И. В. Влияние йодсодержащих тиреоидных гормонов на гистоструктуру печени крыс при стрессе / И. В. Городецкая, Е. А. Гусакова. – Текст : непосредственный // Цитология. – 2014. – Т. 56. – № 3. – С. 225–232.

Городецкая, И. В. Влияние тиреоидного статуса на интенсивность стресс-реакции при хроническом стрессовом воздействии / И. В. Городецкая, Н. А. Корневская. – Текст : непосредственный // Вестник ВГМК. – 2010. – Т. 9. – № 4. – С. 23–33.

Грикшас, С. А. Влияние стресс-восприимчивости родителей на продуктивность свиней / С. А. Грикшас. – Текст : непосредственный // Зоотехния. – 1998. – № 9. – С. 26–28.

Гринь, В. К. Интегральные гематологические показатели лейкоцитарной формулы как критерий оценки тяжести течения ожоговой болезни, ее осложнений и эффективности проводимого лечения / В. К. Гринь, Э. Я. Фисталь, И. И. Сперанский. – Текст : непосредственный // Сепсис : проблемы диагностики, терапии та профілактики : материалы научно-практической конференції. – Харьков, 2006. – С. 77–78.

Гуськов, А. Н. Влияние стресс-фактора на состояние сельскохозяйственных животных / А. Н. Гуськов. – Москва : Агропромиздат, 1994. – 384 с. – Текст : непосредственный.

Голикова, А. Н. Физиология сельскохозяйственных животных / А. Н. Голикова, Н. У. Базанова, З. К. Кожебеков [и др.]. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 432 с. – Текст : непосредственный.

Гончаров, Н. П. Тиреоидные гормоны / Н. П. Гончаров. – Текст : непосредственный // Проблемы эндокринологии. – 1995. – № 3. – С. 31–35.

Горизонтов, П. Д. Стресс и система крови / П. Д. Горизонтов, О. И. Белоусова, М. И. Федотова. – Москва : Медицина, 1983. – 238 с. – Текст : непосредственный.

Громыко, Е. В. Оценка состояния организма коров методами биохимии / Е. В. Громыко. – Текст : непосредственный // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2005. – № 2. – С. 80–94.

Гудима, В. Ю. Ліпідний склад яєць за різного рівня вітаміну Д₃ в раціоні курей / В. Ю. Гудима. – Текст : непосредственный // НТБ ІБТІ ДНДКІВКД. – Вып. 11. – № 1. – С. 97–99.

Гудин, В. А. Физиология и этология сельскохозяйственных птиц / В. А. Гудин, В. Ф. Лысов, В. И. Максимов. – Санкт-Петербург : Лань, 2010. – 336 с. – Текст : непосредственный.

Гусева, Т. С. Биохимический статус кур-несушек и качество яиц при использовании в их рационе каротиноидов растительного и микробиологического синтеза : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Гусева Татьяна Сергеевна. – Москва : МГАВМиБ им. К. И. Скрябина, 2008. – 22 с. – Текст : непосредственный.

Гуменюк, О. А. Особенности обменных процессов в организме цыплят-бройлеров на фоне применения люцэвиты : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Гуменюк Ольга Анатольевна. – Троицк : Уральская государственная академия ветеринарной медицины, 2006. – 22 с. – Текст : непосредственный.

Деева, А. В. Новое в профилактике транспортного стресса с использованием иммуностропных препаратов у цыплят первого дня жизни / А. В. Деева, М. Л. Зайцева. – URL : <https://www.gama-market.ru/articles/sh/profilaktika-transportnogo-stressa-ciplat/index> (дата обращения: 04.12.2015). – Текст : электронный.

Дежаткина, С. В. Использование соевой окары в качестве белковой добавки сельскохозяйственной птице / С. В. Дежаткина, В. В. Ахметова, Н. В. Силова, С. Г. Писалева. – Текст : непосредственный // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2011. – Т. 206. – С. 55–60.

Демчук, М. Влияние перевозки на физиологические и биохимические показатели организма телят / М. Демчук. – Текст : непосредственный // Гигиена промышленного животноводства : сборник статей. – Новочеркасск, 1990. – С. 107–109.

Дерхо, М. А. Динамика биохимических показателей в ходе остеогенеза после травмы различных костей скелета у собак : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Дерхо Марина Аркадьевна. – Москва : Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии имени К. И. Скрябина, 2004. – 32 с. – Текст : непосредственный.

Дерхо, М. А. Особенности реакции красной крови при травмах трубчатых костей / М. А. Дерхо. – Текст : непосредственный // Ветеринарная клиника. – 2004. – Т. 1. – С. 18.

Дерхо, М. А. Особенности стресс-реакции организма мышей при комбинированном воздействии сульфата кадмия и вибрации / М. А. Дерхо, Т. И. Середа, О. А. Хижнева. – Текст : непосредственный // Современные концепции научных исследований. – 2014. – № 6. – Ч. 4. – С. 101–103.

Дерхо, М. А. Интегральные индексы интоксикации как критерий оценки уровня эндогенной интоксикации при бабезиозе / М. А. Дерхо, Е. С. Самойлова. – Текст : непосредственный // Ученые записки казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2011. – Т. 207. – С. 177–182.

Дерхо, М. А. Регуляция адаптационных возможностей организма бычков лигфолом в условиях техногенной провинции / М. А. Дерхо, С. Ю. Концевая, П. А. Соцкий. – Текст : непосредственный // Ветеринария. – 2013. – № 2. – С. 33–35.

Дерхо, М. А. Влияние металлотоксикоза и вибрационного стресса на состояние углеводного обмена в организме мышей / М. А. Дерхо, Т. И. Середа. – Текст : непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 6 (56). – С. 255–258.

Дерюгина, А. В. Исследование типовых изменений электрокинетических свойств эритроцитов в норме и при альтерации функций организма : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Дерюгина Анна Вячеславовна. – Нижний Новгород : НГУ им. Н. И. Лобачевского, 2012. – 46 с. – Текст : непосредственный.

Дигурова, И. И. Исследования электро-реологических свойств крови при иммобилизационном стрессе у крыс / И. И. Дигурова, А. Г. Гушин, Ю. В. Карева. – Текст : непосредственный // Вестник КрасГАУ. – 2007. – № 6. – С. 160–164.

Довгуша, В. В. Введение в военную экологию / В. В. Довгуша, И. Д. Кудрин, М. Н. Тихонов. – Санкт-Петербург : Воениздат, 1995. – 496 с. – Текст : непосредственный.

Донник, И. М. Клетки крови как индикатор активности стресс-реакции в организме цыплят / И. М. Донник, М. А. Дерхо, С. Ю. Харлап. – Текст : непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 5 (135). – С. 68–71.

Долгоржавын, У. Некоторые физиолого-биохимические показатели у кур-несушек в зависимости от уровня марганца в рационе : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Долгоржавын Уртнасан. – Москва : МСА им. К. А. Тимирязева, 1976. – 16 с. – Текст : непосредственный.

Дейвис, П. Д. Негеномные эффекты тиреоидных гормонов / П. Д. Дейвис, Ф. Б. Дейвис. – Текст : непосредственный // Болезни щитовидной железы (пер. с англ.) / год ред. Л. И. Бравермана. – Москва : Медицина, 2000. – С. 18–37.

Дрюцкая, С. М. Медико-экологическая оценка йодной недостаточности на территории Хабаровского края в условиях природного йоддефицита : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Дрюцкая Светлана Михайловна. – Хабаровск : Дальневост. гос. ун-т, 2005. – 21 с. – Текст : непосредственный.

Дубенская, Л. И. Тематическая морфология / Л. И. Дубенская, С. М. Баженов. – Текст : непосредственный. – Вестник Смоленской меакадемии. – 1997. – Т. 2. – Вып. 1. – С. 146–154.

Евдокимова, О. В. Влияние экспериментального гипотиреоза и L-тироксина на активность аминотрансфераз и гамма-глутамилтрансферазы в крови при действии стрессоров различного происхождения / О. В. Евдокимова, И. В. Городецкая. – Текст : непосредственный // Вестник ВГМУ. – 2013. – Т. 12. – № 4. – С. 34–42.

Евстигнеев, Т. А. Анатомия и физиология птиц / Т. А. Евстигнеев // Птицеводство; под ред. Э. Э. Пенионжкевич. – Изд. 4-е. Москва : Сельхозиздат, 1947. – С. 23–24. – Текст : непосредственный.

Елисеев, В. В. Аденозин и функции миокарда / В. В. Елисеев, Н. С. Сапронов. – Санкт-Петербург : Лань, 2000. – 160 с. – Текст : непосредственный.

Едыгова, С. Б. Разработка способа отбора яиц кур по качественным признакам при оптимизации условий эмбриогенеза : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Едыгова Саида Батырбиевна. – Ставрополь : Ставропольский НИИЖиК Россельхозакадемии, 2013. – 28 с. – Текст : непосредственный.

Журнист, А. Г. Функциональное состояние симпатико-адреналовой системы в животном организме при воздействии ионизирующей радиации / А. Г. Журнист, А. Б. Утешев, Ж. А. Макашев [и др.]. – Текст : непосредственный // Механизмы функционирования висцеральных систем : тезисы докладов международной конференции. – СПб., 1999. – С. 134–135.

Забудский, Ю. И. Адаптационные возможности организма цыплят в зависимости от продолжительности пребывания в инкубаторе / Ю. И. Забудский, Н. В. Григорьева. – Текст : непосредственный // Сельскохозяйственная биология. – 2000. – № 4. – С. 87–92.

Забудский, Ю. И. Проблемы адаптации в птицеводстве / Ю. И. Забудский. – Текст : непосредственный // Сельскохозяйственная биология. – 2002. – № 6. – С. 80–85.

Зайчик, А. Ш. Патологическая физиология. Механизмы развития болезней и синдромов : учебник для медицинских вузов / А. Ш. Зайчик, Л. Н. Чурилов. – Санкт-Петербург : ЭЛБИ, 2002. – 508 с. – Текст : непосредственный.

Забякин, В. А. Морфологические показатели яиц аутосексных цесарок / В. А. Забякин, Г. П. Дробот, Н. В. Иванова. – Текст : непосредственный // Животноводство России. – 2008. – № 5. – С. 47–52.

Зеличенко, Л. И. Стресс и патология / Л. И. Зеличенко, Г. В. Порядин. – Москва : РГМУ, 2009. – 23 с. – Текст : непосредственный.

Зеньков, А. С. Влияние стресса на биохимические показатели крови свиней / А. С. Зеньков, С. И. Лосьмакова, З. И. Ковалева. – Текст : непосредственный // Научные основы развития животноводства в СССР. – 1979. – Вып. 9. – С. 84–85.

Ибрагимов, А. А. Гистоморфология стрессовой реакции у птиц / А. А. Ибрагимов, В. А. Ибрагимов. – Текст : непосредственный // Диагностика, патоморфология, патогенез и профилактика болезней в промышленном животноводстве. – 1990. – Ч. 2. – С. 129–131.

Иванов, В. М. Биоиндикация и биотестирование как методы экологического мониторинга / В. М. Иванов, С. В. Ковешникова. – Текст : непосредственный // Управление функциональными системами организма : материалы международной научно-практической интернет-конференции, посвященной 75-летию кафедры физиологии и 60-летию кафедры хирургии СГАУ. – Ставрополь : Аргус, 2006. – С. 82–83.

Имангулов, Ш. А. Мочекислый диатез, подагра, мочекаменная болезнь птицы : меры профилактики и снижения ущерба / Ш. А. Имангулов, Т. Т. Папазян, А. Ш. Кавтарашвили. – Сергиев Посад : Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства, 2001. – 51 с. – (Сер. Клиническая диетология). – Текст : непосредственный.

Исследование системы крови в клинической практике / Под ред. Г. И. Козинца, В. А. Макарова. – Москва : Триада-Х, 1997. – 480 с. – Текст : непосредственный.

Камышников, В. С. Клинико-биохимическая лабораторная диагностика : справочник / В. С. Камышников. – 2-е изд. – Минск : Интерпрес-сервис, 2003. – 493 с. – Текст : непосредственный.

Каравашенко, В. Ф. Кормление сельскохозяйственной птицы / В. Ф. Каравашенко. – Киев : Урожай, 1986. – 304 с. – Текст : непосредственный.

Карагайчева, Ю. В. Биохимические исследования крови животных, подвергнутых комбинированному воздействию ацетата свинца и ЭМИ 65 ГГц / Ю. В. Карагайчева, С. М. Рогачева, С. И. Баулин. – Текст : непосредственный.

ственный // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – Т. 12. – № 1 (8). – С. 1973–1975.

Карелина, Л. Н. Влияние янтарной и малоновой кислот на активность сукцинат дегидрогеназы и содержание молекул средней массы у цыплят-бройлеров при темновом стрессе / Л. Н. Карелина, Б. Я. Власов, О. П. Ильина // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 11. – С. 125–128.

Карелина, Л. Н. Деградация соединительнотканых структур при темновом стрессе у цыплят-бройлеров и ее профилактика малоновой кислотой / Л. Н. Карелина. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы экологической, сравнительной, возрастной и экспериментальной морфологии : материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию профессора И. А. Спирихова. – Улан-Удэ, 2007. – С. 213.

Карпуть, И. Формирование иммунного статуса цыплят-бройлеров / И. Карпуть, М. Бабина. – Текст : непосредственный // Ветеринария. – 1996. – № 6. – С. 28–30.

Карпищенко, А. И. Физиолого-биохимические механизмы предварительной и ускоренной адаптации к сухому жаркому климату и горно-пустынной местности : автореф. дис. д-ра мед. наук / Карпищенко Анатолий Иванович. – Санкт-Петербург : Военно-медицинская академия, 1995. – 40 с. – Текст : непосредственный.

Кассиль, Г. Н. Симпато-адреналовая система при стрессе / Г. Н. Кассиль, Э. Ш. Матлина // Стресс и его патогенетические механизмы : материалы Всесоюзного симпозиума. – Кишинев : Штиинца, 1973. – 395 с. – Текст : непосредственный

Кашин, А. С. Антистрессовое действие аминазина / А. С. Кашин. – Текст : непосредственный // Ветеринария. – 1973. – № 7. – С. 88–90.

Кашин, А. С. Профилактика и терапия транспортного стресса у телят / А. С. Кашин. – Текст : непосредственный // Ветеринария. – 1981. – № 4. – С. 61–63.

Китаев-Смык, Л. А. Психология стресса / Л. А. Китаев-Смык. – Москва : Наука, 1983. – 368. – Текст : непосредственный.

Кичеепл, Т. Г. Прогнозирование стресс-устойчивости кур родительского стада в раннем возрасте : автореф. дис. ... канд. вет. наук / Т. Г. Кичеепл. – Иваново : Ивановская ГСХА, 2000. – 22 с. – Текст : непосредственный.

Киеня, А. И. Секреторная функция желудка: роль тиреоидных гормонов / А. И. Киеня. – Минск : Университетское, 1984. – 128 с. – Текст : непосредственный.

Киселев, Л. Ю. Породы, линии и кроссы сельскохозяйственной птицы : учебник / Л. Ю. Киселев, В. Н. Фатеев. – Москва : Колос, 2005. – 112 с. – Текст : непосредственный.

Клопов, М. И. Связь концентрации тиреоидных гормонов в сыворотке крови с количественными характеристиками спермы быков-производителей / М. И. Клопов. – Текст : непосредственный // Вестник РГАЗУ. – 2007. – № 3 (8). – С. 107–108.

Кобец, Т. В. Роль лейкоцитарных индексов в оценке адаптационно-компенсаторных возможностей чукотских детей, больных рецидивирующим бронхитом, на этапе санаторно-курортного лечения / Т. В. Кобец, В. Н. Некрасов, А. К. Мотрич. – Текст : непосредственный // Вестник физиотерапии и куртологии. – 2003. – № 1. – С. 47–48.

Ковалева, О. Л. Адаптация кур к острому и хроническому стрессу : автореф. дис. ... канд. биол. наук / О. Л. Ковалева. – Белгород : Белгородская СХА, 2008. – 24 с. – Текст : непосредственный.

Ковалев, Н. Н. Холинэстеразы – биохимические механизмы адаптации гидробионтов : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Ковалев Николай Николаевич. – Владивосток : Тихоокеанский НИРХЦ, 2003. – 36 с. – Текст : непосредственный.

Коваленко, Н. А. Комплексная система оценки адаптационного потенциала свиней при породно-линейном разведении : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Коваленко Наталья Анатольевна. – Ставрополь : СНИИЖиК, 2012. – 32 с. – Текст : непосредственный.

Ковальчикова, М. Адаптация и стресс при содержании и разведении сельскохозяйственных животных / М. Ковальчикова, К. Ковальчик. – Москва : Колос, 1978. – 270 с. – Текст : непосредственный.

Ковтуненко, А. Ю. Адаптационные реакции у кур при транспортировке и шумовом воздействии : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ковтуненко Алексей Юрьевич. – Белгород : БГСХА, 2009. – 22 с. – Текст : непосредственный.

Колесник, Е. А. Сезонная динамика физиологических параметров крови и их связь с уровнем сохранности бройлеров / Е. А. Колесник, М. А. Дерхо. – Текст : непосредственный // Вестник Томского государственного университета. – 2013. – № 368. – С. 186–188.

Колесник, Е. А. Оценка сохранности и жизнеспособности цыплят по фосфолипидному профилю крови / Е. А. Колесник, М. А. Дерхо. – Текст : непосредственный // Сельскохозяйственная биология. – 2013. – № 6. – С. 89–93.

Колесник, Е. А. Корреляция прироста живой массы и сохранности бройлеров кросса ISA-15 с уровнем биохимических показателей крови / Е. А. Колесник, М. А. Дерхо. – Текст : непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 3. – С. 72–76.

Колесник, Е. А. Корреляционная взаимосвязь сохранности и клинико-биохимических параметров у бройлеров кросса ISA-15 / Е. А. Колесник, М. А. Дерхо. – Текст : непосредственный // Известия ОГАУ. – 2011. – Т. 3. – № 31–1. – С. 105–108.

Колесник, Е. А. Комплексная оценка роли гормональных и метаболических факторов в процессах роста и развития у цыплят-бройлеров / Е. А. Колесник, М. А. Дерхо. – Текст : непосредственный // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2015. – № 4. – С. 72–81.

Колесник, Е. А. Оценка адаптационных ресурсов организма бройлерных цыплят / Е. А. Колесник, М. А. Дерхо. – Текст : непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 1. – С. 59–61.

Колесник, Е. А. Влияние сезона года на корреляцию показателей роста и сохранности цыплят с биохимическими показателями / Е. А. Колесник, М. А. Дерхо. – Текст : непосредственный // Вестник КазГАУ. – 2012. – № 2 (24). – С. 97–100.

Коноплева, А. П. Разведение кур / А. П. Коноплева. – Москва : Россельхозиздат, 1987. – 72 с. – Текст : непосредственный.

Комилзода, Д. К. Качество яиц кур кроссов Хайсекс коричневый и Белларусь-9 с коричневой и белой скорлупой яиц / Д. К. Комилзода, С. А. Рахматова. – Текст : непосредственный // Доклады Таджикской академии сельскохозяйственных наук. – 2006. – № 9–10. – С. 112–115.

Коршунова, Л. Г. Фенотипическая характеристика серых перепелов эстонской породы / Л. Г. Коршунова. – Текст : непосредственный // Птица и птицепродукты. – 2011. – № 3. – С. 45–52.

Коткина, Т. И. Диагностическое значение исследования альбуминов сыворотки крови / Т. И. Коткина, Е. И. Волкова, В. Н. Титов. – Текст : непосредственный // Лабораторное дело. – 1991. – № 7. – С. 6–12.

Косенков, А. Я. Влияние и меры снижения воздействия некоторых стрессов на организм свиней в условиях комплекса : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Косенков Александр Яковлевич. – Персиановка : Донской с.-х. ин-т, 1978. – 20 с. – Текст : непосредственный.

Краткий справочник ветеринарного врача / Н. М. Алтухов, В. И. Афанасьев, Б. А. Башкиров [и др.]. – Москва : 1990. – 562 с. – Текст : непосредственный.

Кропотов, С. П. Сравнение показателей основного обмена и кровообращения здоровых лиц / С. П. Кропотов, В. Н. Цыган, В. Е. Дикань. – Текст : непосредственный // Материалы XI научной конференции молодых ученых и специалистов академии. – Ленинград, 1990. – С. 90.

Кочиш, И. И. Птицеводство / И. И. Кочиш, М. Г. Петраш, С. Б. Смирнов. – Москва : Колос, 2004. – 407 с. – Текст : непосредственный.

Кретьева, В. М. Потенциальные резервы щитовидной железы у лактирующих коров разного уровня молочной продуктивности и их телят голштиinizированного черно-пестрого скота : дис. ... канд. биол. наук / Кретьева Валерия Михайловна. – Белгород : Белгород. гос. с.-х. акад., 2008. – 137 с. – Текст : непосредственный.

Кретьева, В. М. Взаимосвязь тиреоидных гормонов и белка крови с молочной продуктивностью / В. М. Кретьева, В. И. Еременко. – Текст : непосредственный // Региональные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса : материалы всероссийской научно-практической конференции. – Курск, 2007. – Ч. 3. – С. 153–156.

Кригер, Д. Т. Физиология нейроэндокринной системы / Д. Т. Кригер. – Текст : непосредственный // Эндокринология и метаболизм. В 2 т. Т. 1 / Под ред. Ф. Фелига, Д. Д. Бакстера, А. Е. Бродуса, Л. А. Фромена; пер. с англ. – Москва : Медицина, 1985. – С. 225–228.

Кубарко, А. И. Щитовидная железа. Фундаментальные аспекты / А. И. Кубарко, S. Yamashita, С. Д. Денисов [и др.] / Под ред. А. И. Кубарко, S. Yamashita. – Минск : Белорус. гос. мед. ун-т; Нагасаки : Мед. шк. ун-та г. Нагасаки, 1998. – 368 с. – Текст : непосредственный.

Курушкин, В. В. Физиолого-биохимический статус организма кур-несушек и их продуктивность при использовании лактомикроцикола и повышенной дозы йода : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Курушкин Виталий Викторович. – Москва : МСХА им. К. А. Тимирязева, 2007. – 22 с. – Текст : непосредственный.

Кучук, Э. Н. Особенности формирования терморегуляторных реакций организма на действие высокой внешней температуры и эндотоксина в условиях токсического поражения печени / Э. Н. Кучук, Ф. И. Висмонт. – Текст : непосредственный // Здоровоохранение. – 2001. – № 7. – С. 28–29.

Ладан, П. Е. Подверженность организма свиней действию некоторых стрессовых факторов / П. Е. Ладан, В. И. Степанов, Г. Е. Максимов. – Текст : непосредственный // Доклады ВАСХНИЛ. – 1977. – № 10. – С. 26–28.

Лазарева, Е. В. Характеристика общего адаптационного синдрома у бычков при транспортировке и способы ограничения стресс-индуциро-

ванных повреждений : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е. В. Лазарева. – Троицк : УГАВМ, 2009. – 24 с. – Текст : непосредственный.

Латыпова, Е. Н. Витаминоид и меджик антистресс микс в рационе птиц родительского стада яичного кросса / Е. Н. Латыпова, Е. В. Шацких. – Текст : непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 1 (119). – С. 36–40.

Ламакин, А. И. Организационно-технологические методы увеличения производства яиц и мяса кур. Часть I / А. И. Ламакин ; под ред. Г. П. Демякина. – Сатаров : Издательство СГУ, 1991. – 152 с. – Текст : непосредственный.

Лейбсон, Л. Г. Механизмы обратной связи системы гликемического гомеостаза / Л. Г. Лейбсон // Механизмы гормональных регуляций и роль обратных связей в явлениях развития гомеостаза : сборник научных трудов. – Москва : Наука, 1981. – С. 276–285.

Левахин, Ю. И. Влияние стресс – факторов на клинические показатели бычков / Ю. И. Левахин, Г. В. Павленко. – Текст : непосредственный // Молочное и мясное скотоводство. – 2008. – № 4. – С. 30–31.

Летягина, Е. Н. Связь стрессоустойчивости с молочной продуктивностью, типами высшей нервной деятельности и пищевым поведением у высокопродуктивных коров : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е. Н. Летягина. – Новосибирск, 2004. – 25 с. – Место защиты : Тюменская государственная сельскохозяйственная академия. – Текст : непосредственный.

Лукичева, В. А. Влияние глицината натрия на адаптационные процессы при моделированном стрессе у сельскохозяйственных птиц / В. А. Лукичева. – Текст : непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 5 (59). – С. 72–74.

Лымарь, В. Т. Дебикирование как хирургическая стресс-операция / В. Т. Лымарь, Д. В. Аншаков. – Текст : непосредственный // Птицеводство. – 2007. – № 1. – С. 45–49.

Лымарь, В. Т. Гематологические показатели и продуктивность яичных кур кросса Радонеж, дебикированных в разном возрасте / В. Т. Лымарь, Ф. Ф. Алексеев, Д. В. Аншаков. – Текст : непосредственный // Сельскохозяйственная биология. – 2007. – № 4. – С. 96–103.

Мазгаров, И. Р. Стресс : механизм развития, влияние его на физиологическое состояние и продуктивность животных, пути и способы предупреждения / И. Р. Мазгаров. – Троицк : Уральская государственная академия ветеринарной медицины, 2005. – 136 с. – Текст : непосредственный.

Мамылина, Н. В. Ферментемия как показатель повреждения организма при длительном эмоциональном стрессе и гипокинезии / Н. В. Ма-

мылина, Н. А. Белоусова. – Текст : непосредственный // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. Серия 4. Естественные науки. – 2003. – № 5. – С. 120–123.

Маннапова, Р. Т. Восстановление иммунной морфологии лимфоидных органов при дебикировании птицы / Р. Т. Маннапова, А. А. Ахметова. – Текст : непосредственный // Актуальные направления научных исследований XXI века : теория и практика. – 2013. – № 1. – С. 44–48.

Маннапова, Р. Т. Показатели иммунного ответа в организме животных как адаптивно-регуляторные механизмы на стресс / Р. Т. Маннапова, Р. А. Рапиев. – Текст : непосредственный // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 3. – С. 500–504.

Марин, Л. П. Стресс и животноводство / Л. П. Марин, В. П. Тонкоглас. – Кишинев : Штиинца, 1982. – 168 с. – Текст : непосредственный.

Матвиенко, Е. Г. Функциональное состояние гепатобилиарной системы у больных с заболеваниями щитовидной железы по данным исследования с радиофармпрепаратом / Е. Г. Матвиенко, В. Ф. Горобец, В. А. Цыпляева. – Текст : непосредственный // Проблемы эндокринологии. – 1987. – Т. 33. – № 1. – С. 21–23.

Меерсон, Ф. З. Адаптация, стресс и профилактика / Ф. З. Меерсон. – Москва : Наука, 1981. – 278 с. – Текст : непосредственный.

Меерсон, Ф. З. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Ф. З. Меерсон, М. Г. Пшениčkова. – Москва : Медицина, 1988. – 253 с. – Текст : непосредственный.

Меерсон, Ф. З. Патогенез и предупреждение стрессорных и ишемических повреждений сердца / Ф. З. Меерсон. – Москва : Медицина, 1984. – 270 с. – Текст : непосредственный.

Меерсон, Ф. З. Адаптационная медицина : механизмы и защитные эффекты адаптации / Меерсон Ф. З. – Москва : Нурохиа med., 1993. – 331 с. – Текст : непосредственный

Мелехин, Г. П. Физиология сельскохозяйственной птицы / Г. П. Мелехин, Н. Я. Гридин. – Москва : Колос, 1977. – 288 с. – Текст : непосредственный.

Методы контроля и оценки качества яиц. Калибровка яиц : методические рекомендации. – Москва : ВАСХНИЛ, 1987. – 52 с. – Текст : непосредственный.

Микрюкова, О. С. Влияние качества скорлупы на выводимость цыплят-бройлеров / О. С. Микрюкова. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы науки и агропромышленного комплекса в процессе европейской интеграции : материалы международной научно-практической конференции. – Пермь, 2013. – С. 78–82.

Мицкевич, М. С. Гормональные регуляции в онтогенезе животных / М. С. Мицкевич. – Москва : Наука, 1978. – 224 с. – Текст : непосредственный.

Мифтахутдинов, А. В. Взаимосвязь стрессовой чувствительности кур и развития адаптационных реакций в условиях промышленного содержания / А. В. Мифтахутдинов. – Текст : непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 9 (83). – С. 65–68.

Мифтахутдинов, А. В. Особенности лейкоцитарной реакции организма кур с разной стрессовой чувствительностью / А. В. Мифтахутдинов. – Текст : непосредственный // Ветеринарный врач. – 2011. – № 4. – С. 39–43.

Мифтахутдинов, А. В. Особенности проявления лейкоцитарной реакции на транспортировку у цыплят с неодинаковой чувствительностью к стрессу / А. В. Мифтахутдинов, А. И. Кузнецов. – Текст : непосредственный // Сельскохозяйственная биология. – 2012. – № 4. – С. 62–68.

Мосягин, В. В. Влияние возраста и физиологического состояния на активность ферментных систем клеток, органов и тканей : автореф. дис. ... канд. биол. наук / В. В. Мосягин. – Москва : МГАВМиБ, 2010. – 35 с. – Текст : непосредственный.

Мухамедьярова, Л. Г. Характеристика адаптационного потенциала импортных коров симментальской породы австрийской селекции в условиях агроэкосистемы Южного Урала : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Мухамедьярова Лилия Газинуровна. – Троицк : Уральская государственная академия ветеринарной медицины, 2010. – 24 с. – Текст : непосредственный.

Мударисов, Т. Концепция повышения качества скорлупы яиц / Т. Мударисов, Р. Хайнен, Д. Элферинк, Д. Трос, Э. Тимофеева, Г. Айдинян // Комбикорма. – 2015. – № 11. – С. 50–52. – Текст : непосредственный.

Нгуен, Т. Ф. Н. Белки и активность аспаратаминотрансферазы, щелочной и кислой фосфатаз в сыворотке крови кур разных линий кросса Беларусь-9 в онтогенезе : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Нгуен Тхи Фыок Нуан. – Москва : МГАВМиБ им. К. И. Скрябина, 1984. – 16 с. – Текст : непосредственный.

Некрасова, И. И. Местные и общие реакции организма на повреждение : учебное пособие / И. И. Некрасова. – Ставрополь : АГРУС, 2008. – 192 с. – Текст : непосредственный.

Никулин, В. Н. Динамика морфологических и биохимических показателей крови кур-несушек кросса Хайсекс коричневый на фоне применения пробиотика лактомикробиоцикла в комплексе с йодидом калия /

В. Н. Никулин, В. В. Курушкин. – Текст : непосредственный // Известия Оренбургского гос. аграрного ун-та. – 2006. – № 3 (11). – С. 51–53.

Никулин, В. Н. Коррекция метаболизма йода у кур-несушек при совместном применении йодида калия и пробиотика лактоамиловарина / В. Н. Никулин, Т. В. Синюкова, О. Ю. Ширяева. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы биологии в животноводстве : сборник материалов IV международной конференции. – Боровск : ВНИИФБиП с.-х. животных, 2006. – С. 313–315.

Никулин, В. Н. Динамика морфологических и биохимических показателей крови кур-несушек кросса Хайсекс коричневый на фоне применения пробиотика лактомикротиокола в комплексе с йодидом калия / В. Н. Никулин, В. В. Курушкин. – Текст : непосредственный // Известия Оренбургского гос. аграрного ун-та. – 2006. – № 3 (11). – С. 51–53.

Новиков, В. Д. Нормальное кроветворение / В. Д. Новиков. – Новосибирск, 1990. – 136 с. – Текст : непосредственный.

Новицкий, А. А. Синдром хронического эколого-профессионального перенапряжения и проблемы сохранения здоровья личного состава в процессе военно-профессиональной деятельности / А. А. Новицкий. – Текст : непосредственный // Труды Военно-медицинской академии. – 1993. – Т. 235. – С. 81–82.

Новожилов, А. В. Влияние острого иммобилизационного стресса на некоторые гематологические показатели / А. В. Новожилов. – Текст : непосредственный // Человек и его здоровье : материалы X Всерос. медико-биологической конф. молодых исследователей. – Санкт-Петербург, 2007. – С. 45–48.

Носков, С. Б. Оценка физиологического состояния и продуктивности кур-несушек после применения каротинсодержащих препаратов / С. Б. Носков, А. В. Дымов. – Текст : непосредственный // Зоотехния. – 2011. – № 4. – С. 31–32.

Нурбекова, А. А. Зависимость мясной продуктивности молодняка геррефордской породы от уровня обменных процессов в организме / А. А. Нурбекова, М. А. Дерхо, Н. В. Фомина. – Текст : непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2009. – № 11. – С. 68–68.

Одинак, М. М. Клиническая характеристика жировой эмболии сосудов головного мозга при сочетанной механической травме / М. М. Одинак, А. Ю. Емельянов, С. А. Живолупов [и др.]. – Текст : непосредственный // Военно-медицинский журнал. – 1991. – № 1. – С. 32–33.

Островский, В. К. Показатели крови и лейкоцитарного индекса интоксикации в оценке тяжести и определении прогноза при воспалительных, гнойных и гнойно-деструктивных заболеваниях / В. К. Островский, А. В. Мащенко, Д. В. Янголенко. – Текст : непосредственный // Клиническая лабораторная диагностика. – 2006. – № 6. – С. 128–132.

Околелова, Т. Биохимические показатели кроссов «Хайсекс», их продуктивность и качество яиц / Т. Околелова, А. Грачев, Н. Маркелова. – Текст : непосредственный // Птицеводство. – 2010. – № 3. – С. 10–12.

Оножеев, А. А. Обмен веществ у животных при различных состояниях щитовидной железы / А. А. Оножаев. – Текст : непосредственный // Ветеринария. – 1984. – № 3. – С. 58–59.

Патент RU 2360411С1. Способ прогнозирования мясной продуктивности бычков / М. А. Дерхо, А. А. Нурбекова, Н. В. Фомина. – Заяв. 2007140445/13 от 31.10.2007; опубл. 10.07.2009. – Бюл. № 19. – 3 с. – Текст : непосредственный.

Патент RU 2469325С1. Способ оценки продуктивного потенциала кур-несушек / М. А. Дерхо, Т. И. Середа. – Заяв. 2011141154/15 от 10.10.2011; опубл. 10.12.12. – Бюл. № 97. – 3 с. – Текст : непосредственный.

Патрушев, Л. И. Генетические механизмы наследственных нарушений гемостаза / Л. И. Патрушев. – Текст : непосредственный // Биохимия. – 2002. – Т. 67. – Вып. 1. – С. 40–55.

Панин, Л. Е. Биохимические механизмы стресса / Л. Е. Панин. – Новосибирск : Наука. Сибирское отделение, 1983. – 232 с. – Текст : непосредственный.

Пахомова, Т. И. Методы ускоренного повышения генетического потенциала продуктивности яичных кур при создании новых кроссов : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Пахомова Татьяна Ивановна. – Краснодар : ГНУ ВНИИГРЖ Россельхозакадемия, 2008. – 36 с. – Текст : непосредственный.

Першина, О. В. Влияние инъекций тироксина и массажа вымени нетелей на молочную продуктивность первотелок / О. В. Першина. – Текст : непосредственный // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – № 8. – С. 45–46.

Плященко, С. И. Стрессы у сельскохозяйственных животных / С. И. Плященко, В. Т. Сидоров. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 192 с. – Текст : непосредственный.

Полина, Ю. В. Избирательное действие различных частотных режимов ЭМИ на гистофункциональную картину и гормональную активность почек и надпочечников при стрессе / Ю. В. Полина, Е. Б. Родзаевская,

Л. И. Наумова [и др.]. – Текст : непосредственный // Естественные науки. – 2007. – № 4. – С. 43–47.

Подобед, Л. И. Качество скорлупы – важнейшая составляющая инкубационной ценности яйца / Л. И. Подобед. – URL : <http://webptiscerom.ru/ru/articles-incubation.html?pageID=1288164008> (дата обращения: 26.03.2014). – Текст : электронный.

Подковкин, В. Г. Изменение некоторых биохимических показателей сердца крыс в условиях девятисуточной тепловой нагрузки / В. Г. Подковкин, Д. Г. Иванов. – Текст : непосредственный // Вестник СамГУ. Естественные науки. – 2007. – № 8 (58). – С. 198–206.

Пономаренко, В. В. Оценка дозозависимого антистрессового эффекта фармакологического комплекса СМПАО / В. В. Пономаренко, А. В. Мифтахутдинов. – Текст : непосредственный // Проблемы и пути развития ветеринарии высокотехнологичного животноводства : материалы международной научно-практической конференции, посвященной 45-летию ГНУ ВНИВИПФиТ Россельхозакадемии. – Воронеж, 2015. – С. 362–365.

Порядина, Г. В. Стресс и патология : методическая разработка / Г. В. Порядина. – Москва : РГМУ, 2009. – 23 с. – Текст : непосредственный.

Прошина, Л. Г. Особенности гистохимической и иммуноцитохимической перестройки тканей сердца в процессе адаптации к экстремальным воздействиям / Л. Г. Прошина, Н. П. Федоров, О. С. Быкова. – Текст : непосредственный // Вестн. Новгородского гос. ун-та. – 2010. – № 59. – С. 121–129.

Прошина, Л. Г. Определение вклада значимых показателей в формирование адаптивных реакций миокарда при экспериментальных воздействиях / Л. Г. Прошина, Л. М. Антонова, Н. П. Федорова [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник Новгородского государственного университета. – 2013. – № 71. – Т. 1. – С. 106–109.

Пшенникова, М. Г. Стресс и его роль в патологии / М. Г. Пшенникова. – Текст : непосредственный // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 2001. – № 1. – С. 26–30.

Пыльник, Т. О. Изменение экспрессии генов в почках крыс НИСАГ в покое и под воздействием эмоционального стресса / Т. О. Пыльник. – Текст : непосредственный // Студент и научно-технический прогресс : тезисы докладов конференции. – Новосибирск, 2011. – С. 199.

Размазина, Н. Б. Адаптационные и биологические особенности отечественных и импортных пород свиней, разводимых в условиях Среднего Поволжья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Размазина Наталья Борисовна. – Кинель : Самарская ГСХА, 2010. – 25 с. – Текст : непосредственный.

Рапиев, Р. А. Биохимический статус организма животных как компенсаторно-регуляторная реакция на фоне действия стресса / Р. А. Рапиев, Р. Т. Маннапова // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 10. – С. 2263–2669. – Текст : непосредственный.

Радченков, В. П. Эндокринная регуляция роста и продуктивности животных / В. П. Радченков, В. А. Матвеев, Е. В. Бутров [и др.]. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 160 с. – Текст : непосредственный.

Рахимов, И. Х. Влияние технологии содержания на формирование тиреоидного и метаболического статуса у бычков симментальской и чернопестрой пород / И. Х. Рахимов, М. А. Дерхо. – Текст : непосредственный // *Ученые записки КГАВМ*. – 2013. – Т. 214. – С. 336–341.

Рахматова, С. А. Влияние климатических условий Таджикистана на качество яиц кур кроссов «Птичное» с коричневой и «Радонез» с белой окраской скорлупы / С. А. Рахматова, Д. К. Комилзода. – Текст : непосредственный // *Доклады Таджикской академии сельскохозяйственных наук*. – 2010. – № 1. – С. 39–42.

Рахматова, С. А. Сравнительное изучение качества яиц различных кроссов кур в условиях Таджикистана : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Рахматова Садафмох Айдаровна. – Душанбе : Таджикский аграрный университет, 2011. – 24 с. – Текст : непосредственный.

Рендаков, Н. Л. Содержание тиреоидных гормонов и активность лизосомальных протеиназ у вуалевых песцов в условиях промышленной domestikации / Н. Л. Рендаков, Н. Н. Тютюник, Л. Н. Сироткина [и др.]. – Текст : непосредственный // *Вестник ВОГиС*. – 2009. – Т. 13. – № 3. – С. 624–637.

Робу, А. И. Взаимоотношения эндокринных комплексов при стрессе / А. И. Робу. – Кишинев : Штиинца, 1982. – 208 с. – Текст : непосредственный.

Рыкунова, А. Я. Изменение светового режима как стрессовый фактор, влияющий на экскреторную функцию почек / А. Я. Рыкунова // *Здоровье и образование в XXI веке*. – 2012. – Т. 14. – Вып. № 1. – С. 42–43.

Саркисов, Д. С. Рекомбинационные преобразования как один из механизмов многообразия в явлениях природы / Д. С. Саркисов, Г. Х. Шингарова. – Текст : непосредственный // *Рекомбинационные преобразования как один из механизмов качественных изменений в живых системах : материалы методолого-философского семинара*. – Москва, 1994. – С. 2–37.

Саркисов, Д. С. Структурные основы адаптации и компенсации нарушенных функций / Д. С. Саркисов. – Текст : непосредственный. – Москва : Медицина, 1987. – 448 с.

Сапрунов, Д. А. Активность ферментов в сыворотке крови индеек в постнатальном онтогенезе / Д. А. Сапрунов, А. Н. Квочко, А. Ю. Криво-ручко. – Текст : непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2010. – № 2 (68). – С. 665–666.

Салаутин, В. В. Адаптивная реакция у цыплят при стрессах / В. В. Салаутин. – Текст : непосредственный // Ветеринария. – 2003. – № 1. – С. 23–25.

Сало, А. Мигуген – эффективный антистрессовый препарат при выращивании и откорме бычков / А. Сало. – Текст : непосредственный // Молочное и мясное скотоводство. – 2008. – № 1. – С. 19–20.

Семенова, М. Г. Гормональная функция адренокортикальной системы у активных и пассивных крыс в условиях не избегаемого стресса / М. Г. Семенова, В. В. Ракицкая. – Текст : непосредственный // Механизмы функционирования висцеральных систем : материалы III Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 175-летию со дня рождения Ф. В. Овсянникова. – Санкт-Петербург, 2003. – С. 296.

Селье, Г. На уровне целого организма / Г. Селье ; Пер. с англ. И. А. Доброхотовой, А. В. Парина. – Москва : Наука, 1972. – 123 с. – Текст : непосредственный.

Селье, Г. Стресс без дистресса / Г. Селье. – Москва : Прогресс, 1979. – 123 с. – Текст : непосредственный.

Серета, Т. И. Характеристика белковых фракций сыворотки крови кур кросса «Ломанн-белый» и их связь с яичной продуктивностью / Т. И. Серета, М. А. Дерхо, Л. М. Разумовская. – Текст : непосредственный // Ветеринарный врач. – 2009. – № 6. – С. 67–69.

Серета, Т. И. Оценка роли аминотрансфераз в формировании продуктивности у кур-несушек / Т. И. Серета, М. А. Дерхо. – Текст : непосредственный // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – № 2. – С. 72–77.

Серета, Т. И. Продуктивность кур-несушек и активность ферментов крови / Т. И. Серета, Л. Ш. Горелик, М. А. Дерхо. – Текст : непосредственный // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2013. – Т. 214. – С. 372–376.

Серета, Т. И. Взаимосвязь активности щелочной фосфатазы с уровнем содержания металлов в крови кур кросса «Ломан-белый» / Т. И. Серета, М. А. Дерхо, Л. М. Разумовская // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 5. – С. 70–72.

Серета Т. И. Биологические аспекты формирования продуктивных качеств у кур кросса «Ломанн-белый» / Т. И. Серета, М. А. Дерхо // Вестник Рос. академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 3. – С. 72–74.

Серда, Т. И. Информативность белковых веществ крови в оценке продуктивности кур кросса «Ломанн-белый» / Т. И. Серда, М. А. Дерхо. – Текст : непосредственный // Материалы XI Сибирской ветеринарной конференции. – Новосибирск, 2012. – С. 151–155.

Серда, Т. И. О зависимости аминокислотного состава и биологической ценности протеинов яйца от содержания свободных аминокислот в крови у кур кросса «Ломанн-белый» / Т. И. Серда, М. А. Дерхо. – Текст : непосредственный // Сельскохозяйственная биология. – 2012. – № 4. – С. 34–43.

Серда, Т. И. Особенности метаболического профиля кур в репродуктивный период / Т. И. Серда, М. А. Дерхо. – Текст : непосредственный // Материалы VII международного симпозиума. – Москва, 2012. – Т. 3. – С. 160–168.

Серда, Т. И. Взаимосвязь углеводного состава крови и компонентов яиц кур-несушек на разных этапах репродуктивного периода / Т. И. Серда, М. А. Дерхо. – Текст : непосредственный // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2011. – № 5. – С. 71–72.

Сергеева, Л. А. Отбор и транспортировка телят-молочников на промышленные комплексы по выращиванию и откорму молодняка крупного рогатого скота / Л. А. Сергеева, Ю. П. Фомичев, В. И. Родин, А. П. Чуранов. – Текст : непосредственный // Передовой опыт производства продуктов животноводства на промышленной основе : сборник трудов. – Москва, 1974. – С. 36–41.

Синюкова, Т. В. Физиолого-биохимические аспекты метаболизма у кур-несушек при совместном использовании йодида калия и пробиотика лактоамиловарина : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Т. В. Синюкова. – Боровск : ВНИИФБиП с.-х. животных, 2007. – 28 с. – Текст : непосредственный.

Системные и метаболические ответы сельскохозяйственных птиц при стрессовом воздействии / Б. Я. Власов, Л. Н. Карелина, О. П. Ильина [и др.]. – Текст : непосредственный // Материалы региональной научно-практической конференции, посвященной 50-летию аспирантуры ИРГСХА. – Иркутск, 2003. – С. 10–11.

Смирнов, И. Ю. Влияние адсорбированных протеинов на реологические характеристики эритроцита / И. Ю. Смирнов, В. Н. Левин. – Текст : непосредственный // Физиология человека. – 2004. – Т. 30. – № 2. – С. 145–149.

Скударнова, И. М. Гормоны щитовидной железы : пособие для врачей / И. М. Скударнова, Н. В. Соболева, Н. В. Мычка. – Кольцово : Вектор-Бест, 2006. – 32 с. – Текст : непосредственный.

Соболева, Ю. Г. Оценка гепатоспецифического метаболического профиля сыворотки крови крупного рогатого скота : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Соболева Юлия Геннадьевна. – Витебск : Витебская государственная академия ветеринарной медицины, 2008. – 20 с. – Текст : непосредственный.

Соловьева, Г. Стратегический анализ состояния птицеводства яичного направления / Г. Соловьева, Д. Жилиянов. – Текст : непосредственный // АПК : экономика, управление. – 2009. – № 5. – С. 62–68.

Солонецкая, Л. С. Функциональная активность щитовидной железы у коз горноалтайской пуховой породы в ранний постнатальный период / Л. С. Солонецкая, А. И. Афанасьева, А. М. Еранов. – Текст : непосредственный // Актуальные аспекты экологической, сравнительно-видовой, возрастной и экспериментальной морфологии : материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию профессора В. Я. Суетина. – Улан-Удэ, 2004, С. 178–179.

Сотникова, Е. Д. Гематологические показатели в условиях стресса / Е. Д. Сотникова. – URL : www.vetportal.ru/post/939.html/2009 (дата обращения: 14.03.2016). – Текст : электронный.

Соцкий, П. А. Изучение воздействия тяжелых металлов на гематологические показатели крови бычков / П. А. Соцкий, М. А. Дерхо. – Текст : непосредственный // Ветеринарный врач. – 2009. – № 4. – С. 5–8.

Станишевская, Т. И. Характер зависимости основного обмена у белых крыс от уровня циркулирующих тиреоидных гормонов / Т. И. Станишевская. – Текст : непосредственный // Вестник Донецкого национального университета. Серия «Естественные науки». – 2009. – Вып. 1. – С. 383–386.

Суязов, Ю. М. Влияние сукцината Fe и Zn на продуктивность кур-несушек / Ю. М. Суязов, Н. В. Пристач. – Текст : непосредственный // Прогрессивные технологии в аграрной науке : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург, 2005. – С. 190–195.

Старков, Н. Т. Руководство по клинической эндокринологии / Н. Т. Старков. – Санкт-Петербург : Питер, 1996. – 360 с. – Текст : непосредственный.

Старшков, А. А. Технология производства яиц на промышленной основе / А. А. Старшков. – Москва : Колос, 1978. – 136 с. – Текст : непосредственный.

Стародубцева, М. Н. Термомеханические свойства мембран эритроцитов при окислительном стрессе / М. Н. Стародубцева. – Текст : непосредственный // Оригинальные исследования – журнал Гомельского государственного медицинского университета. – 2009. – № 2. – С. 66–67.

Степанов, А. В. Влияние транспортного стресса на организм бычков / А. В. Степанов. – Текст : непосредственный // Практик. – 2005. – № 9. – С. 70–71.

Структура печени у крыс в динамике иммобилизационного стресса / И. С. Выборова, У. Ханджав, Л. С. Васильева [и др.]. – Текст : непосредственный // Сибирский медицинский журнал. – 2005. – Т. 52. – № 3. – С. 30–33.

Суворов, Н. Б. Адаптация центральной нервной системы человека к эколого-профессиональным факторам / Н. Б. Суворов, В. Н. Цыган, Н. Г. Зуева. – Текст : непосредственный // Физиологический журнал им. И. М. Сеченова. – 1994. – Т. 80. – № 6. – С. 80–87.

Судаков, К. В. Олигопептиды в механизмах устойчивости к эмоциональному стрессу / К. В. Судаков. – Текст : непосредственный // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 1989. – Вып. 1. – С. 3–11.

Судаков, К. В. Стресс : постулаты, анализ с позиций общей теории функциональных систем / К. В. Судаков. – Текст : непосредственный // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 1992. – Вып. 4. – С. 86–93.

Сулейманов, С. М. Экспериментальная и клиническая фармакология леномака / С. М. Сулейманов. – Текст : непосредственный // Ветеринария. – 1997. – № 11. – С. 38–42.

Сутолкин, А. А. Оценка адаптационной способности животных голштинской породы немецкой селекции по интерьерным и хозяйственно-полезным признакам : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Сутолкин Андрей Алексеевич. – Дубровицы : Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства, 2013. – 24 с. – Текст : непосредственный.

Сурай, П. Ф. Стрессы в птицеводстве / П. Ф. Сурай. – Текст : непосредственный // Животноводство России. – 2015. – № S1. – С. 30–31.

Сухомлин К. Г. Возрастные особенности термогенеза у животных при стрессах / К. Г. Сухомлин, В. В. Стрельников, Л. В. Катрич. – Текст : непосредственный // Материалы докладов XVIII съезда физиологического общества им. И. П. Павлова. – Казань, 2001. – С. 429.

Терман, А. А. Антистрессовая активность и токсичность цитрата лития для кур с различной стрессовой чувствительностью : автореф. дис. ... канд.

вет. наук / А. А. Терман. – Троицк : Уральская государственная академия ветеринарной медицины, 2013. – 20 с. – Текст : непосредственный.

Теппермен, Дж. Физиология обмена веществ и эндокринной системы : ввод. курс / Дж. Теппермен, Х. Теппермен ; пер. с англ. В. И. Кандрора ; под ред. Я. И. Ажипы. – Москва : Мир, 1989. – 653 с. – Текст : непосредственный.

Тихонов, С. Л. Стресс и качество мяса : монография / С. Л. Тихонов. – Троицк : Уральская государственная академия ветеринарной медицины, 2007. – 148 с. – Текст : непосредственный.

Ткаченко, Е. А. Лейкоцитарные индекса при экспериментальной кадмиевой интоксикации мышей / Е. А. Ткаченко, М. А. Дерхо. – Текст : непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 3 (47). – С. 196–199.

Ткаченко, Е. А. Адаптационные изменения активности ферментов в организме мышей при оксидативном стрессе / Е. А. Ткаченко, М. А. Дерхо, О. А. Романкевич [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник ветеринарии. – 2013. – № 2 (65). – С. 65–68.

Тодоров, И. Н. Стресс, старение и их биохимическая коррекция / И. Н. Тодоров, Г. И. Тодоров. – Москва : Наука, 2003. – 479 с. – Текст : непосредственный.

Томова, Т. А. Физиология человека и животных / Т. А. Томова, Е. Ю. Просекина, Т. А. Замощина [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2014. – № 1 (25). – С. 183–198.

Трошкина, Н. А. Эритроцит : строение и функции его мембраны / Н. А. Трошкина, В. И. Циркин, С. А. Дворянский. – Текст : непосредственный // Вятский медицинский вестник. – 2007. – № 2–3. – С. 32–40.

Труш, Н. В. Породные и сезонные морфофункциональные возможности щитовидной железы крупного рогатого скота Амурской области / Н. В. Труш, Д. А. Клейкова. – Текст : непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 5 (59). – С. 77–78.

Тупикин, В. Д. Гисто-функциональная характеристика кортикальных и около мозговых нефронов почки при реакции на экспериментальный стресс / В. Д. Тупикин, Е. Б. Родзаевская, И. А. Уварова [и др.]. – Текст : непосредственный // Известия Саратовского ун-та. Серия «Химия. Биология. Экология». – 2013. – Т. 13. – Вып. 4. – С. 58–65. – Текст : непосредственный.

Тупикин, В. Д. Эффекты низкоинтенсивного электромагнитного излучения в структуре почек и надпочечников изолированно и при стрессе /

В. Д. Тупикин, Ю. В. Полина, И. А. Уварова [и др.]. – Текст : непосредственный // Астраханский медицинский журнал. – 2010. – № 1. – С. 282–285.

Туракулов, Я. Х. Внутритиреоидное дейодирование тироксина : влияние ТТГ и денервации щитовидной железы / Я. Х. Туракулов, Т. П. Ташходжаева // Проблемы эндокринологии. – 1986. – Т. 32. – № 5. – С. 72–76.

Туракулов, Я. Х. Активность конверсии тироксина в трийодтиронин в печени и почках крыс / Я. Х. Туракулов, Г. М. Артыкбаева. – Текст : непосредственный // Проблемы эндокринологии. – 1991. – Т. 37. – № 4. – С. 44–46.

Туракулов, Я. Х. Тиреоидные гормоны. Биосинтез, физиологические эффекты и механизмы действия / Я. Х. Туракулов. – Ташкент : Фан, 1992. – 332 с. – Текст : непосредственный.

Тюркина, О. В. Некоторые биохимические показатели кур-несушек при введении в рацион антиоксидантов / О. В. Тюркина. – Текст : непосредственный // Вестник мясного скотоводства : материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Оренбург, 2008. – Вып. 61. – Т. 2. – С. 65–69.

Устинов, Д. А. Стресс-факторы в промышленном животноводстве / Д. А. Устинов. – Москва : Россельхозиздат, 1976. – 166 с. – Текст : непосредственный.

Федоров, Б. М. Стресс и система кровообращения / Б. М. Федоров. – Москва : Медицина, 1991. – 320 с. – Текст : непосредственный.

Федорова, В. М. Использование кормового концентрата «Сарепта» из растительного сырья в рационах для птицы : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В. М. Федорова. – Волгоград, 2009. – 21 с. – Текст : непосредственный.

Филаретов, А. А. Закономерности реагирования гипофизарно-адренкортикальной системы на многократно повторяющиеся стрессоры / А. А. Филаретов, С. В. Рочас, Т. Р. Багаева. – Текст : непосредственный // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. – 1993. – Т. 79. – № 3. – С. 94–101.

Фисинин, В. И. Тепловой стресс у птиц. Сообщение I. Опасность, физиологические изменения в организме, признаки и проявления (обзор) / В. И. Фисинин, А. Ш. Кавтарашвили. – Текст : непосредственный // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т. 50. – № 2. – С. 162–171.

Фисинин, В. И. Эффективная защита от стрессов в птицеводстве / В. И. Фисинин, П. Ф. Сурай. – Текст : непосредственный // Птица и птицепродукты. – 2011. – № 6. – С. 10–13.

Фисинин, В. Качество пищевых яиц и здоровое питание / В. Фисинин, А. Штеле, Г. Ерастов. – Текст : непосредственный // Птицеводство. – 2008. – № 2. – С. 6–12.

Фисинин, В. И. Антисрессовая активность и эффективность применения фармакологического комплекса СПАО курам родительского стада / В. И. Фисинин, А. В. Мифтахутдинов[и др.]. – Текст : непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 12. – С. 54–58.

Фомичев, Ю. П. Предупреждение стресса у телят при транспортировке / Ю. П. Фомичев, Л. А. Сергеева, Н. М. Семянченко. – Текст : непосредственный // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1974. – № 1. – С. 63–68.

Фурдуй, Ф. И. Стресс и животноводство / Ф. И. Фурдуй. – Кишинев : Штинца, 1982. – 183 с. – Текст : непосредственный.

Фурдуй, Ф. И. Функциональное состояние некоторых эндокринных желез при чрезвычайных воздействиях и роль этих желез в приспособительных реакциях организма / Ф. И. Фурдуй, Г. М. Бабарэ. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы стресса : сборник статей. – Кишинев : Штинца, 1976. – С. 243–259.

Хомичук, А. А. Динамика яичной продуктивности кур разных кроссов / А. А. Хомичук, В. П. Коваленко. – Текст : непосредственный // Развитие научных исследований 2009 : материалы V международной научно-практической конференции. – Полтава, 2009. – С. 134–136.

Хожахмедов, Г. Изменение синтеза белков и активности ферментов в эндокринных органах птиц в онтогенезе / Г. Хожахмедов. – Текст : непосредственный // Биохимия. – 1990. – Т. 55. – № 11. – С. 1984–1987.

Харлап, С. Ю. Особенности лейкограммы цыплят в ходе развития стресс-реакции при моделированном стрессе / С. Ю. Харлап, М. А. Дерхо, Т. И. Середа. – Текст : непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2 (52). – С. 103–105.

Харлап, С. Ю. Характеристика адаптационного потенциала цыплят кросса «Ломан-белый» / С. Ю. Харлап, М. А. Дерхо. – Текст : непосредственный // Агропродовольственная политика России. – 2015. – № 6 (18). – С. 62–67.

Хижнева, О. А. Ферменты крови животных, подвергнутых комбинированному воздействию сульфата кадмия и вибрации / О. А. Хижнева, М. А. Дерхо, Т. И. Середа. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы научной мысли : сборник статей международной научно-практической конференции. – Уфа : Аэтерна, 2014. – С. 54–57.

Храмцов, В. В. Зоогигиена с основами ветеринарии и санитарии / В. В. Храмцов, Г. П. Табаков. – Москва : КолосС, 2004. – 157 с. – Текст : непосредственный.

Цапов, Е. Г. Влияние длительной гипокинезии на состояние метаболизма в почках : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Цапов Евгений Геннадиевич. – Челябинск : Челябинский государственный педагогический университет, 2002. – 24 с. – Текст : непосредственный.

Цветков, И. Л. Биохимические параметры стресс-редуцирующей реакции гидробионтов при интоксикации автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Цветков Илья Леонидович. – Мытищи : Московский государственный областной университет, 2009. – 46 с. – Текст : непосредственный.

Царенко, П. П. Прочность – главное качество скорлупы / П. П. Царенко, Е. В. Осипова // Птица и птицепродукты. – Текст : непосредственный. – 2012. – № 5. – С. 51–54.

Чемезов, С. М. Управление системой обеспечения продовольственной безопасности населения в регионе : автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Екатеринбург : УрГСХА, 2005. – 26 с.

Чистякова, Т. М. Прочность скорлупы и ее связь с другими показателями качества куриных яиц / Т. М. Чистякова, П. П. Царенко. – Текст : непосредственный // Тезисы докладов ВНАД. – Рига, 1990. – С. 150–151.

Чистякова, Т. М. Совершенствование методов оценки основных показателей качества скорлупы куриных яиц : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Чистякова Татьяна Михайловна. – Санкт-Петербург : СПбГАУ, 1992. – 23 с. – Текст : непосредственный.

Черкесова, Д. У. Физиологические аспекты клеточно-молекулярных закономерностей адаптации животных организмов к экстремальным факторам : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Черкесова Дилара Улубиевна. – Астрахань : Астраханский государственный университет, 2013. – 31 с. – Текст : непосредственный.

Черницкий, Е. А. Структура и функции эритроцитарных мембран / Е. А. Черницкий, А. В. Воробей. – Минск : Наука и техника, 1981. – 216 с. – Текст : непосредственный.

Шумилов, П. В. Патфизиологические механизмы послеоперационной стресс-реакции и современные возможности нутритивной поддержки детей в послеоперационный период / П. В. Шумилов, Л. Е. Цыпин, Ю. Г. Мухина. – Текст : непосредственный // Педиатрическая фармакология. – 2010. – Т. 7. – № 3. – С. 36–45.

Шумко, Н. Н. Коррекция экзогенным меланотонином нарушений функций почек, вызванных иммобилизационным стрессом / Н. Н. Шумко. – Текст : непосредственный // Здоровье и образование в XXI веке. – 2013. – Т. 15. – Вып. № 1–4. – С. 222–224.

Шхинек, Э. К. Влияние парапентрикулярного введения налоксона на вызванные стрессом гормональные реакции / Э. К. Шхинек, В. А. Лесников, Е. Е. Фомичева. – Текст : непосредственный // Проблемы эндокринологии. – 1991. – Т. 37. – № 3. – С. 48–51.

Шамбаха, Х. Гормонотерапия / Х. Шамбаха, Г. Кнаппе, В. Карола. – Москва : Медицина, 1988. – 416 с. – Текст : непосредственный.

Шарипкулова, Л. Ш. Морфологическая характеристика и пищевые качества кур кросса «Ломанн-белый» / Л. Ш. Шарипкулова, Т. И. Середа, М. А. Дерхо. – Текст : непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 3. – С. 56–58.

Шилин, Д. Е. Актуальные вопросы лабораторной диагностики заболеваний щитовидной железы (современные рекомендации международных организаций) / Д. Е. Шилин. – Текст : непосредственный // Лаборатория. – 2002. – № 3. – С. 23–26.

Штеле, А. Л. Образование биологически полноценных яиц и продуктивность кур яичных кроссов / А. Л. Штеле. – Текст : непосредственный // Птица и птицепродукты. – 2011. – № 6. – С. 21–23.

Штеле, А. Л. Математическое моделирование энергетической ценности пищевых яиц / А. Л. Штеле, А. И. Филатов. – Текст : непосредственный // Птица и птицепродукты. – 2012. – № 3. – С. 58–61.

Штеле, А. Л. Рассказы о курином яйце / А. Л. Штеле. – Москва : Колос, 1980. – 111 с. – Текст : непосредственный.

Щербатов, В. Морфология яиц кур кросса УК-Кубань 123 / В. Щербатов, Л. Сидоренко, Т. Пахомова [и др.]. – Текст : непосредственный // Птицеводство. – 2005. – № 11. – С. 18–19.

Щетина, Н. Н. Справочник птицевода / Н. Н. Щетина. – Донецк : Донбасс, 1974. – 263 с. – Текст : непосредственный.

Экологическая физиология животных. Часть II. Физиологические системы в процессе адаптации и факторы среды обитания / под ред. А. Д. Слонима. – Ленинград : Наука, 1981. – 582 с. – Текст : непосредственный.

Юдаев, Н. А. Роль эндокринологии в здравоохранении : Стеногр. лекции, прочит. в Ун-те здравоохранения СССР 18 мая 1977 г. – Москва : [б. и.], 1978. – 14 с. – Текст : непосредственный.

Юшков, Б. Г. Сосуды костного мозга и регуляция кроветворения / Б. Г. Юшков, В. Г. Климин, А. И. Кузьмин. – Екатеринбург : НИСО УрО РАН, 2002. – 184 с. – Текст : непосредственный.

Ярован, Н. И. Изменение активности ферментов в крови коров при технологическом стрессе / Н. И. Ярован. – Текст : непосредственный // Естествознание и гуманизм : сборник научных трудов. – 2005. – Т. 2. – Вып. 4. – С. 23–26.

Ясенявская, А. Л. Изучение влияния иммобилизационного стресса и антиоксидантов на гормональную активность щитовидной железы белых крыс на разных этапах онтогенеза / А. Л. Ясенявская. – Текст : непосредственный // Вестн. Нижегородского ун-та им. Н. И. Лобачевского. – 2010. – № 2 (2). – С. 689–693.

Baarendse, P. Ontogeny of avian thermoregulation from a neural point of view / P. Baarendse, M. Debonne, E. Descuyper. – Текст : непосредственный // World's Poultry Science Journal. – 2007. – № 63. – Pp. 267–276.

Bakhuys, W. L. Observations on hatching movements in the chick (*Gallus domesticus*) / W. L. Bakhuys. – Текст : непосредственный // Journal of Comparative and Physiological Psychology. – 1974. – № 87. – Pp. 997–1003.

Clark, W. G. Brain and pituitary peptides in thermoregulation / W. G. Clark, J. M. Lipton. – Текст : непосредственный // Pharmacology & Therapeutics. – 1993. – Vol.22. – Pp. 249–297.

Concannon, P. W. Physiology and endocrinology in the bitch / P. W. Concannon. – Текст : непосредственный // Current Therapy in Theriogenology / Ed. by D. A. Morrow. – Philadelphia etc.: Saunders Co., 2008. – Pp. 491–497.

Debonne, M. Involvement of the hypothalamic-pituitary-thyroid axis and its interaction with the hypothalamic-pituitary-adrenal axis in the ontogeny of avian thermoregulation : a review / M. Debonne, P. Baarendse, H. Van Den Brand. – Текст : непосредственный // World's Poultry Science Journal. – 2008. – № 64. – Pp. 309–321.

De Oliveira, J. Important metabolic pathways in poultry embryos prior to hatch / J. De Oliveira, Z. Uni, P. R. Ferket. – Текст : непосредственный // World's Poultry Science Journal. – 2008. – № 64. – Pp. 488–499.

Falk, S. A. Thyroid Disorders / S. A. Falk. – Текст : непосредственный // Clinica Chimica Acta. – 1997. – № 223. – Pp. 159–167.

Foye, O. T. The Effects of Amniotic Nutrient Administration, “In ovo Feeding” of Arginine And/or β -Hydroxy- Bet β -Methyl Butyrate (HMB) on Insulin-like Growth Factors, Energy Metabolism and Growth in Turkey Poult /

O. T. Foye, Z. Uni, J. P. McMurtry, P. R. Ferket. – Текст : непосредственный // International Journal of Poultry Science. – 2006. – Vol. 5. – № 4. – Pp. 309–317.

John, T. M. Pre- and posthatch ultrastructural and metabolic changes in the hatching muscle of turkey embryos from antibiotic and glucose treated eggs / T. M. John, J. C. Gorge Jr., E. T. Moran. – Текст : непосредственный // Cytobios. – 1987. – № 49. – Pp. 197–210.

Kelly, G. S. Peripheral metabolism of thyroid hormones: a review / G. S. Kelly. – Текст : непосредственный // Journal of Alternative and Complementary Medicine. – 2000. – № 4. – Pp. 306–333.

Lu, J. W. Developmental changes of plasma insulin, glucagon, insulin-like growth factors, thyroid hormones, and glucose concentrations in chick embryos and hatched chicks / J. W. Lu, J. P. McMurtry, C. N. Coon. – Текст : непосредственный // Poultry Science. – 2007. – № 86. – Pp. 673–683.

Mazurkiewicz, M. Choroby drobiu Poultry diseases / M. Mazurkiewicz. – Wrocław : AWA (American Writers Association), 2005. – 269 p. – Текст : непосредственный.

Moran Jr., E. T. Nutrition of the developing embryo and hatchling / E. T. Moran Jr. – Текст : непосредственный // Poultry Science. – 2007. – № 86. – Pp. 1043–1049.

Koga K. O. The effect of thyroid hormones on liver glycogen, muscle glycogen and liver lipids in chicks / K. O. Koga, H. Nishiyama. – Текст : непосредственный // Japanese Journal of Zootechnical Science. – 1989. – № 60. – Pp. 346–348.

Nelson, D. L. Lehninger Principles of Biochemistry / D. L. Nelson, M. M. Cox. – 4th edition. – London – New York : Interscience Publishers. 2004. – 1119 p. – Текст : непосредственный.

Romanoff, A. L. Biochemistry of the avian embryo : a quantitative analyses of prenatal development / A. L. Romanoff. – New York : Interscience Publishers, 1967. – 398 p. – Текст : непосредственный.

Scott, T. R. Circulating levels of corticosterone in the serum of developing chick embryos and newly hatched chicks / T. R. Scott, R. P. Gildersleeve, W. A. Jonson, D. G. Satterlee. – Текст : непосредственный // Poultry Science. – 1981. – № 60. – Pp. 1314–1320.

Schmid, H. A. Role of nitric oxide in temperature regulation / H. A. Schmid, W. Riedel, E. Simon. – Текст : непосредственный // Progress in Brain Research. – 1998. – Vol. 115. – Pp. 87–110.

Sobolev, V. I. Influence of alpha- and beta-adrenoblockers on the calorogenic effect of epinephrine on the rats with experimental hyperthyroidism /

V. I. Sobolev. – Текст : непосредственный // Neuroscience and Behavioral Physiology. (USA). – 1981. – Vol. 11. – № 4. – Pp. 389–391.

Sobolev, V. I. Thyroid control of thermoregulation / V. I. Sobolev. – Текст : непосредственный. – 5th Meeting of Regional Thermoregulatory Group. Bechlingen, 1990. – Pp. 20–32.

Tapra, G. Kupffer cells function in thyroid hormone-induced liver oxidative stress in the rat / G. Tapra, I. Pepper, G. Smok. – Текст : непосредственный // Free Radical Research. – 1997. – Vol.26 (3). – Pp. 267–279.

Uni, Z. In ovo feeding improves energy status of late-term chicken embryos / Z. Uni, P. R. Ferket, E. Tako, O. Kedar. – Текст : непосредственный // Poultry Science. – 2005. – № 84. – Pp. 764–770.

Yen, P. M. Physiological and Molecular Basis of Thyroid Hormone Action / P. M. Yen. – Текст : непосредственный // Physiological Reviews. – 2001. – Vol. 81. – № 3. – Pp. 1097–1142.

Al-Hashem, F. H. Co-administration of Vitamins E and C protects against stress-induced hepatorenal oxidative damage and effectively improves lipid profile at both low and high altitude / F. H. Al-Hashem. – Текст : непосредственный // African Journal of Biotechn. – 2012. – Vol. 11. – № 45. – Pp. 1041–1042.

Boya, P. Lysosomal membrane permeabilization in cell death / P. Boya, G. Kroema. – Текст : непосредственный // Oncogene. – 2008. – Vol. 50. – № 22. – Pp. 6434–6451.

Braastad, B. O. Effects of prenatal stress on behaviour of offspring of laboratory and farmed mammals / B. O. Braastad. – Текст : непосредственный // Applied Animal Behaviour Science. – 1998. – № 61. – Pp. 159–180.

Ivannik, B. P. Comparative efficiency of injurious action of radiation and stress on thymus and lipid peroxidation / B. P. Ivannik, N. I. Riabchenko, L. A. Dzikovskaia. – Текст : непосредственный // Radiation biology. Radioecology. – 2000. – № 6. – Pp. 656–658.

Cotter, P. F. An examination of the utility of heterophil-lymphocyte ratios in assessing stress of caged hens / P. F. Cotter. – Текст : непосредственный / Article in Poultry Science. – 2015. – № 94 (3). – Pp. 512–517. DOI : 10.3382/ps/peu009

Cotter, P. F. Are peripheral Mott cells an indication of stress or inefficient immunity? / P. F. Cotter. – Текст : непосредственный // Poultry Science. – 2015. – № 94 (7). – Pp. 1433–1438.

Hauger, R. L. Corticotropinreleasing factor receptors and pituitary adrenal responses during immobilization stress / R. L. Hauger, M. A. Millan,

M. Lorang. – Текст : непосредственный // *Endocrinol.* – 1988. – Vol. 123. – № 1. – Pp. 397–406.

El-Safty, S. A. R. Comparative study on some immunological traits in two different genetic groups of chicken / S. A. R. El-Safty. – Текст : непосредственный // *Veterinary World.* – 2012. – Vol.5 (11). – Pp.645–650.

Elfwing M., Nätt D., Goerlich-Jansson V. C., Persson M., Hjelm J., Jensen P. Early Stress Causes Sex-Specific, Life-Long Changes in Behaviour, Levels of Gonadal Hormones, and Gene Expression in Chickens. *PLoS ONE*, 2015. 10(5) : e0125808. doi : 10.1371/journal.pone.0125808.

De Marco, M. Effect of genotype and transport on tonic immobility and heterophil/lymphocyte ratio in two local Italian breeds and Isa Brown hens kept under free-range conditions / M. de Marco, Miro S. M., Tarantola M. et. al. – Текст : непосредственный // *Italian Journal of Animal Science.* – 2013. – Vol. 12 (e78). – Pp. 481–485.

Olanrewaju, H. A. Effects of color temperatures (Kelvin) of LED bulbs on blood physiological variables of broilers grown to heavy weights / H. A. Olanrewaju, J. L. Purswell, S. D. Collier et. al. – Текст : непосредственный // *Poultry Science.* – 2015. – № 8. – Pp. 1721–1728.

Xie, J. Effects of acute and chronic heat stress on plasma metabolites, hormones and oxidant status in restrictedly fed broiler breeders / J. Xie, L. Tang, L. Lu et. al. – Текст : непосредственный // *The Poultry Science Association.* – 2015. – Vol. 94 (7). – Pp. 1635–1644.

Borsoi, A. Effects of cold stress and Salmonella Heidelberg infection on bacterial load and immunity of chickens / A. Borsoi, W. M. Quinteiro-Filho, A. S. Calefi et. al. – Текст : непосредственный // *Avian Pathology.* – 2015. – № 44 (6). – Pp. 490–497.

Frésard, L. Epigenetics and phenotypic variability : some interesting insights from birds / L. Frésard, M. Morisson, J.-M. Brun et. al. – Текст : непосредственный // *Genetics Selection Evolution.* – 2013. – Vol. 45 (1). – Article number. – DOI : 10.1186/1297-9686-45-16.

Freeman, B. M. Stress and the Domestic Fiwi : Physiological Re-Appraisal / B. M. Freeman. – Текст : непосредственный. – *World's Poultry Science Journal.* – 1976. – Vol. 32. – № 3. – Pp. 249–256.

Helal, G. E. Effect of noise stress and/or sulphiride treatment on some physiological and histological parameters in female albino rats / G. E. Helal, F. Eid, M. T. Neama. – Текст : непосредственный // *The Egyptian Journal of Hospital Medicine.* – 2011. – Vol. 44. – Pp. 295–310.

Jensen, P. Transgenerational epigenetic effects on animal behavior / P. Jensen. – Текст : непосредственный // *Progress in Biophysics and Molecular Biology*. – 2013. – Vol. 113. – Pp. 447–454.

Jones, M. O. The metabolic response to operative stress in infants / M. O. Jones, A. Pierro, P. Hammond. – Текст : непосредственный // *The Journal of Pediatrics*. – 1993. – Vol. 28. – Pp. 1258–1263.

Kaiser, S. The effects of prenatal social stress on behaviour : mechanisms and function / S. Kaiser, N. Sachser. – Текст : непосредственный // *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. – 2005. – Vol. 29. – Pp. 283–294.

Komatsu, T. Surgical stress and nervous systems / T. Komatsu, T. Kimura. – Текст : непосредственный // *Masui. The Japanese journal of anesthesiology*. – 1996. – Vol. 45. – Pp. 16–24.

Marjani, A. Effect of peppermint oil on serum lipid peroxidation and hepatic enzymes after immobility stress in mice / A. Marjani. – Текст : непосредственный // *The Open Biochemistry Journal*. – 2012. – № 6. – Pp. 51–55.

Michael, S. D. Nutritional support of the critically ill child / S. D. Michael. – Текст : непосредственный // *Current Opinion in Pediatrics*. – 2002. – Vol. 14. – Pp. 470–481.

Cheng, J. Oxidative Stress and Histological Alterations of Chicken Brain Induced by Oral Administration of Chromium(III) / J. Cheng, W. Fan, X. Zhao et. al. – Текст : непосредственный // *Biological Trace Element Research*. – 2016. – Vol. 173. – Pp. 185–193.

Pearson, A. J. Hormonal responses of lambs to trucking, handling and electric stunning / A. J. Pearson, R. Kilgour, H. Langen. – Текст : непосредственный // *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.* – 1977. – № 37. – Pp. 243–248.

Carlise, A. J. Physiological responses of broiler chickens to the vibrations experienced during road transportation / A. J. Carlisle, M. A. Mitchell, R. R. Hanter et. al. – Текст : непосредственный // *British Poultry Science*. – 1998. – Vol. 39. – Pp. 48–49.

Jaksit, T. Proline metabolism in adult male burned patients and healthy control subjects / T. Jaksic, D. A. Wagner, J. F. Burke et al. – Текст : непосредственный // *The American Journal of Clinical Nutrition* – 1991. – Vol. 54. – Pp. 408–413.

Sabban, E. Stress-triggered activation of gene expression in catecholaminergic systems : dynamics of transcriptional events / E. Sabban, R. Kvetnansky. – Текст : непосредственный // *Trends in Neurosciences*. – 2001. – Vol. 24. – Pp. 91–98.

Sakai, T. Biological response to surgical stress – endocrine response / T. Sakai. – Текст : непосредственный // Masui. – 1996. – Vol. 45. – Pp. 25–30.

Saleh Y. Endokrine Verenderrückung der Legeltistung beim Huhn / Y. Saleh, B. Sohair, H. J. Wormuth. – Текст : непосредственный // Zentralbl Veterinarmed. – 1984. – Vol. 31. – № 3. – Pp. 226–239.

Soleimani, A. F. Effects of high ambient temperature on blood parameters in Red Jungle Fowl, Village Fowl and broiler chickens / A. F. Soleimani, I. Zulkifli. – Текст : непосредственный // Journal of Animal and Veterinary Advances. – 2010. – Vol. 9. – Pp. 1201–1207.

Keshen, T. H. Stable isotopic quantitation of protein metabolism and energy expenditure in neonates on and post extracorporeal life support / T. H. Keshen, R. G. Miller, F. Jahoor et al. – Текст : непосредственный // The Journal of Pediatrics. – 1997. – Vol. 32. – Pp. 958–963.

Matur, E. The effects of environmental enrichment and transport stress on the weights of lymphoid organs, cell-mediated immune response, heterophil functions and antibody production in laying hens / E. Matur, İ. Akyazi, E. Eraslan et al. – Текст : непосредственный // Japanese Society of Animal Science. – 2015. – № 2. – Pp. 284–292.

Rozenboim, I. The effect of heat stress on ovarian function of laying hens / I. Rozenboim, E. Tako, O. Gal-Garber et al. – Текст : непосредственный // Poultry Science. – 2007. – Vol. 86. – Pp. 1760–1765.

Calefi, A. S. The gut-brain axis interactions during heat stress and avian necrotic enteritis / A. S. Calefi, J. G. da Silva Fonseca, D. W. Cohn, B. T. Honda et al. – Текст : непосредственный // Poultry Science. – 2016. – № 21. – Pp. 1005–1014.

Weaver, I. C. G. The Transcription Factor Nerve Growth Factor-Inducible Protein A Mediates Epigenetic Programming : Altering Epigenetic Marks by Immediate-Early Genes / I. C. G. Weaver, A. C. D'Alessio, S. E. Brown et al. – Текст : непосредственный // Journal of Neuroscience. – 2007. – Vol. 27. – Pp. 1756–1768.

Научное издание

ХАРЛАП Светлана Юрьевна, ГОРЕЛИК Ляля Шагитовна,
ГОРЕЛИК Ольга Васильевна, ДЕРХО Марина Аркадьевна,
НЕВЕРОВА Ольга Петровна

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КУР-НЕСУШЕК ЯИЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ

Монография

Редактор *А. В. Ерофеева*

Дизайнер-верстальщик *А. Ю. Тюменцева*

На обложке использовано изображение: Freepik.com

Подписано в печать 20.11.2023. Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Alegreya, Alegreya Sans.
Уч.-изд. л. 13,56. Усл. печ. л. 13,72. Тираж 500 экз. Заказ 20/11

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный аграрный университет». 620075, Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42

Отпечатано в Издательском доме «Ажур»
620075, Екатеринбург, ул. Восточная, 54. Тел.: +7 (343) 350-78-28, +7 (343) 350-78-49. Эл. почта: azhur.ek@mail.ru

Оригинал-макет подготовлен в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении
высшего образования «Уральский государственный аграрный университет».
620075, Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 4