

ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции»
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»

На правах рукописи

Головин Вячеслав Викторович

**КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ «КАЛИЙ ХЛОРИСТЫЙ» И МАДУФОР® ПРИ
ВЫРАЩИВАНИИ БРОЙЛЕРОВ В УСЛОВИЯХ ТЕПЛООВОГО СТРЕССА**

06.02.10 – частная зоотехния, технология производства продуктов
животноводства

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель: доктор биологических наук,
профессор, член-корреспондент РАН,
Сложенкина Марина Ивановна

Волгоград – 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	9
1.1 Влияние теплового стресса на организм птиц	9
1.2 Влияние кормовых добавок и препаратов на рост, развитие и продуктивные качества птиц в условиях гипертермии	22
2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	35
3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	40
3.1 Эффективность использования новой кормовой добавки «Калий хлористый» в птицеводстве	40
3.1.1 Определение класса опасности изучаемой кормовой добавки	40
3.2 Использование кормовой добавки «Калий хлористый» в рационах цыплят-бройлеров, выращиваемых в условиях теплового стресса	45
3.2.1 Условия содержания и кормления.....	46
3.2.2 Переваримость питательных веществ корма	48
3.2.3 Изменение гематологических показателей под воздействием теплового стресса.....	51
3.2.4 Изменение динамики живой массы цыплят-бройлеров.....	56
3.2.5 Мясная продуктивность бройлеров в условиях гипертермии	59
3.2.6 Химический состав грудных мышц и печени	633
3.2.7 Экономическая эффективность	66
3.3 Эффективность использования кормовой добавки Мадуфор® в рационах цыплят-бройлеров для купирования последствий теплового стресса	67
3.3.1 Гематологические показатели цыплят-бройлеров.....	69
3.3.2 Изменение динамики живой массы бройлеров.....	71
3.3.3 Убойный выход и морфологический состав тушек бройлеров.....	74
3.3.4 Дегустационная оценка сенсорных свойств мяса и бульона.....	76
3.3.5 Экономическая эффективность	77
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	79

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ	911
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ Ошибка! Закладка не определена.2	
СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА	921
ПРИЛОЖЕНИЕ	1222

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Решить проблему обеспечения населения страны продукцией животноводства в полном объеме и за короткий срок возможно, прежде всего, за счет увеличения производства мяса птицы.

Высокие температуры окружающей среды являются одними из наиболее значимых факторов экологического стресса для птицеводства, вызывая значительные экономические потери в отрасли [240]. Изменение климата привело к увеличению распространенности и интенсивности воздействия теплового стресса на птицу в большинстве регионов во всем мире [188, 247].

В климатических зонах с повышенной температурой окружающей среды тепловой стресс является неизбежным фактором, который негативно влияет на потребление корма, репродуктивную способность, продуктивность, биоконверсию корма, экономические показатели и снижает жизнеспособность птиц. Снижение потребления корма отрицательно влияет на эндокринную систему, кислотно-щелочной дисбаланс и функции органов [8, 117, 118, 126, 157].

В процессе эволюции в организме птицы вырабатывались механизмы, обеспечивающие гомеостаз при стрессах. При экстремальных воздействиях в нем изменяются многие физиологические процессы, мобилизуются защитные механизмы, развивается общий адаптационный синдром [41, 43].

Питание имеет решающее значение, и использование правильной диеты помогает снизить тепловой стресс у птиц. Определенную роль в этом играют добавки и препараты, содержащие в своем составе калий, который участвует в регуляции кислотно-щелочного равновесия, в поддержании осмотического давления внутри клеток и в передаче нервных импульсов. Недостаток калия в организме птицы вызывает задержку роста, мышечную слабость, нарушение сердечной деятельности и функции почек [39].

Исходя из вышеизложенного, считаем актуальным изыскание возможности смягчения негативных последствий теплового стресса, за счет новых кормовых добавок, содержащих в составе хлорид калия, в рационах сельскохозяйственной птицы.

Степень разработанности темы исследований. Впервые температурный режим для цыплят установил Абозин И.И. [1]. В дальнейшем эти вопросы, как и особенности терморегуляции у птиц в условиях гипертермии изучали многие исследователи: Данилова А.К., [28]; Ларинов В.Ф., Котова О.Д., [66]; Патрик И.А., [81]; Кавтарашвили А.Ш., Колокольникова Т.Н., [49]; Кавтарашвили А.Ш., [50]; Фисинин В.И, Кавтарашвили А.Ш., [117,118]; Забудский Ю. И., [43]; Околелова Т., Ларионов А., [80]; Сурай П.Ф., Фотина Т.И., [104]; Surai P.F., [243]; Abd El-Наск М.Е., et. al., [128]; Farag M., Alagawany M., [165]; Забудский, Голикова и др., [41]; Барнвелл Р., [7]; Мельник В., 2014, Вагов И.В., [13]; Горлов И.Ф. и др., [23,24]; Akbarian A. et. al., [134]; Gorlov I.F., Komarova Z.B. et. al., [170]; Груза Г.В., Зайцев А.С. и др., [26]; Traber M.G., [250]; Епимахова Е.Э., Михайленко В.В. и др., [37]; Arab Ameri S., Samadi F. et. al., [137]; Имангулов Ш., Кавтарашвили А. и др., [47]; Habibian M., Sadeghi G., [171]; Квиткин Ю., [59]; Маркин Ю., Палунина С. И др., [71]; Мельник В., [75]; Подобед Л.И., [84]; Слепухин В.В., [97]; Трухачев В.И., Злыднев Н.З. и др., [107]; Явников Н.В., [127]; Hu R. et. al., [174]; Lin H, Zhang H.F., et. al., [193]; Yahav S., [263].

При этом следует отметить, что исследования по данной проблеме продолжаются, как зарубежными, так и отечественными учеными, разрабатываются новые кормовые добавки и препараты, способные нивелировать последствия теплового стресса у птиц. Одними из таких добавок являются «Калий хлористый» и Мадуфор®, испытания которых в птицеводстве проводятся впервые.

Цель и задачи исследований. Целью работы является комплексная оценка мясной продуктивности цыплят-бройлеров в условиях теплового стресса и изыскание оптимальных норм ввода кормовых добавок «Калий хлористый» и Мадуфор®, для нивелирования последствий гипертермии. Исследования проводились в рамках государственного задания ФГБНУ «Поволжский научно-

исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции» (№ госрегистрации АААА-А19-119051490125-8), а также гранта президента РФ НШ-2542.2020.11.

В задачи исследований входило:

- определить класс опасности кормовой добавки «Калий хлористый», острую пероральную токсичность, которой испытать на лабораторных аутбредных крысах;
- установить влияние кормовой добавки «Калий хлористый» на переваримость и усвояемость питательных веществ корма, нормализацию обменных процессов и продуктивность цыплят-бройлеров при выращивании в условиях теплового стресса;
- изучить возможность использования кормовой добавки Мадуфор® в рационах цыплят-бройлеров для купирования последствий теплового стресса;
- рассчитать экономическую эффективность.

Научная новизна исследований. Впервые в условиях жаркого климата Нижнего Поволжья проведены комплексные исследования по изучению влияния новых кормовых добавок «Калий хлористый» и Мадуфор® в рационах цыплят-бройлеров на биоконверсию корма, обменные процессы, мясную продуктивность и качественные показатели мяса с целью нивелирования негативных последствий теплового стресса на организм птиц.

Теоретическая и практическая значимость работы. Доказано, что использование изучаемых добавок («Калий хлористый» и Мадуфор®) в кормлении цыплят-бройлеров позволяет смягчить отрицательное воздействие высоких температур на биоконверсию корма, продуктивность, физико-химические и сенсорные свойства мяса.

Установлен класс опасности новой кормовой добавки «Калий хлористый» и возможность использования ее в птицеводстве.

Методология и методы диссертационного исследования. Методология исследований по рассматриваемой теме основана на обобщении научных положений, изложенных в трудах отечественных и зарубежных авторов. При выполнении научных исследований использовались общепринятые методы:

анализ, обобщение, проведение экспериментальных исследований путем постановки научно-хозяйственных опытов, и специальные методы: зоотехнические, морфологические, биохимические и иммунологические. Обработка цифрового материала, полученного при проведении экспериментов проводилась на основе статистических и математических методов анализа с использованием пакета программ «Microsoft Office» и определением критерия достоверности разности по Стьюденту-Фишеру при трех уровнях вероятности.

Положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Установлен класс опасности кормовой добавки «Калий хлористый» на лабораторных аутбредных крысах.
2. Скармливание кормовой добавки «Калий хлористый» в рационах цыплят-бройлеров положительно влияет на биоконверсию корма, продуктивность и нормализацию обменных процессов в период выращивания в условиях теплового стресса.
3. Кормовая добавка Мадуфор® снижает последствия теплового стресса на организм цыплят-бройлеров в период откорма за счет повышения уровня естественной резистентности птицы.
4. Экономическая эффективность применения кормовых добавок «Калий хлористый» и Мадуфор® при выращивании цыплят-бройлеров в условиях гипертермии.

Степень достоверности и апробация результатов. Степень достоверности научных заключений, на основании которых сделаны выводы и даны рекомендации производству, подтверждены исследованиями, проведенными в трех опытах на современном оборудовании с использованием классических методик на достаточном поголовье лабораторных животных и птиц, анализом и статистической обработкой результатов исследований, и внедрением их в производственные условия.

Основные положения и результаты диссертационной работы нашли свое отражение на международных научно-практических конференциях (Волгоград,

2019, 2020), на расширенном заседании отдела производства продукции животноводства ГНУ Поволжский НИИММП (Волгоград, 2018, 2019, 2020).

Наиболее значимые разработки соискателя демонстрировались на ВВЦ «Золотая осень» (Москва, 2019), Всероссийском смотре-конкурсе лучших пищевых продуктов, продовольственного сырья и инновационных разработок (Волгоград, 2019, 2020), на XXX специализированной выставке «Агропромышленный комплекс» (Волгоград, 2020), на международной научно-практической конференции AGRITECH III – 2020 (Волгоград-Красноярск), где были награждены золотыми медалями и дипломами.

Реализация результатов исследований. Результаты исследований диссертационной работы внедрены в ООО НВЦ «Новые биотехнологии», Волгоград.

Публикация результатов исследований. В процессе подготовки диссертационной работы, согласно темы исследований, было опубликовано 9 научных работ, в т.ч. 4 статьи – в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК РФ, из них 2 – в изданиях, индексируемых в международной информационно-аналитической системе научного цитирования Scopus, Web of Science, 1 патент РФ на изобретение.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Влияние теплового стресса на организм птиц

В процессе эволюции в организме птицы вырабатывались механизмы, обеспечивающие гомеостаз при стрессах. При экстремальных воздействиях в нем изменяются многие физиологические процессы, мобилизуются защитные механизмы, развивается общий адаптационный синдром [43].

Cannon W. [153] разработал теорию так называемой сигнальной реакции. Согласно которой у животных при различных эмоциональных состояниях наблюдается внезапное интенсивное выделение адреналина в кровь из мозгового слоя надпочечника с целью самообороны и адаптации. В 1939 году он ввел термин «гомеостаз», что означает поддержание относительного постоянства внутренней среды организма.

Высокие температуры окружающей среды являются одними из наиболее значимых факторов экологического стресса для птицеводства, вызывая значительные экономические потери в отрасли [240]. Изменение климата привело к увеличению распространенности и интенсивности воздействия теплового стресса на птицу в большинстве регионов во всем мире [188, 247].

Тепловой стресс является результатом неудачной терморегуляции у животных, поскольку они поглощают или выделяют больше тепла, чем могут потерять. Это означает, что существует отрицательный баланс между чистым количеством энергии, поступающей от животного в окружающую среду, и энергией, которую они производят [117, 118, 186].

Когда температура окружающей среды выше термонеutralной зоны, животные активируют механизмы терморегуляции, чтобы терять тепло из-за

поведенческих, биохимических и физиологических изменений и реакций. Тепловой стресс можно разделить на две основные категории: острый и хронический. Под острым тепловым стрессом понимается кратковременное и быстрое повышение температуры окружающей среды (несколько часов), тогда как при хроническом тепловом стрессе высокие температуры сохраняются в течение более длительных периодов времени (несколько дней). Некоторые исследования показывают, что при некоторых обстоятельствах домашние птицы проявляют определенную устойчивость к острому тепловому стрессу. Однако в долгосрочной перспективе их компенсаторных механизмов недостаточно для поддержания целостности тканей и, следовательно, здоровья и работоспособности [144, 165, 216, 235].

Воздействие теплового стресса на птицу изменяет экспрессию генов цитокинов, активирует белки теплового шока и снижает концентрацию гормонов щитовидной железы. Когда тепловой стресс продолжается, эти каскады клеточных реакций приводят к повреждению тканей и нарушению их функции. Животные, подвергшиеся тепловому стрессу, страдают от неблагоприятных последствий с точки зрения продуктивности, которые широко известны и включают высокую смертность, снижение роста и продуктивности, а также снижение качества мяса и яиц [174, 204].

По мнению Селянского В.М. [96] наименьшая разница между температурой тела и летальной температурой наблюдается только у птиц. Оптимальная температура мышц на несколько градусов ниже летальной и находится около верхней границы обычных температур. В результате многочисленных исследований установлено для кур оптимальный температурно-влажностный режим для зоны жаркого и сухого климата, к которой относится регион Нижнего Поволжья, он находится в пределах: 25-26 °С и относительной влажностью – 40-50%. Птицы менее подготовлены к повышенным температурам, чем к пониженным. Повышение температуры их тела на 2-3 °С от нормы – смертельно, в

то время снижение температуры тела птицы возможно до 25 °С, то есть на 16-17 °С. Критическая температура окружающей среды, то есть при которой теплоизолирующие механизмы уже не могут поддерживать постоянную температуру тела, зависит от времени года и от условий обитания (экологии) животного.

Впервые температурный режим для цыплят установил Абозин И.И. [1]. В дальнейшем эти вопросы, как и особенности терморегуляции у птицы изучали многие исследователи [28, 33, 41, 42, 43, 51, 66, 81, 117, 118].

В условиях высоких температур тепло отдается в окружающую среду только путем испарения с поверхности тела и дыхательных путей. Усиливается легочная вентиляция, которая в свою очередь вызывает увеличение потребления кислорода. Если учесть, что птицы не имеют потовых желез, а потому очень ограниченное испарение воды с поверхности тела определяет преимущественное охлаждение испарением при дыхании, то трудности терморегуляции у птиц в условиях жаркого засушливого климата в промышленных хозяйствах со значительной концентрацией поголовья в помещениях становится очевидной.

Тепловой стресс – обычное явление в птицеводстве, его последствия довольно сложны и вредны и зависят от интенсивности и продолжительности воздействия высоких температур. На кишечник тепловой стресс воздействует несколькими путями, включая ишемию органов и гипоксию, а также окислительный стресс. При тепловом стрессе кишечный барьер нарушается из-за более низкой экспрессии белков плотных контактов, повреждения энтероцитов и дисбаланса микробиома, что приводит к проблемам со здоровьем кишечника, таким как дисбактериоз и некротический энтерит.

Негативное влияние теплового стресса на продуктивные показатели птицы сопровождается значительным снижением усвояемости питательных веществ корма, которое может быть связано с уменьшением активности трипсина, химотрипсина и амилазы у цыплят-бройлеров, подвергшихся воздействию

высокой температуры (32 °С), что в свою очередь отрицательно влияет на усвояемость аминокислот [36, 133]. Кроме того, Dawoud А.М. [161] указал, что отрицательное влияние теплового стресса на центральную нервную систему может снизить скорость метаболизма и потребление корма, в связи с чем концентрация глюкозы в плазме выращиваемых цыплят снижается, что влечет за собой снижение массы тела. Известно, что глюкоза является ограничивающим фактором для роста животных.

В продуктивный период лимит потребления корма устанавливается на основе потребности птицы в обменной энергии, по которой идет основная регуляция удовлетворения аппетита. В период теплового стресса потребление корма резко снижается, что приводит к дефициту минеральных веществ, в том числе кальция калия, хлора (нарушение кислотно-щелочного баланса) [48]. Лобин Н.В. и др. [67] изучили зависимость окислительно-восстановительных процессов в организме птицы от температурных условий.

Свечин Н.В. [95], изучая вопрос о значении уровня температуры внешней среды для индивидуального развития животных, отмечает, что для каждого вида, разновидность и породы животных существует определенный диапазон температур, при которых рост и развитие организма, а также воспроизводительные и продуктивные функции имеют лучшие показатели.

Куры-несушки подвержены тепловому стрессу из-за их высокой метаболической продукции тепла, вызванной увеличением образования яиц. Кроме того, конвекция и незначительное выделение тепла у кур из-за очень эффективной изоляции поверхности тела пером. Отсутствие потовых желез и низкое испарение воды в процессе дыхания ограничивают способность кур поддерживать нормальную температуру во время теплового стресса. Оптимальная температура окружающей среды для кур-несушек составляет около 20-25 °С [157, 252]. Тепловой стресс вызывает неблагоприятное воздействие на кур-несушек, когда температура внешней среды превышает 30 °С [139, 149], отрицательно влияя на

потребление питательных веществ корма и характеристики яйцекладки [140, 141, 143, 157]. В случае неблагоприятных воздействий теплового стресса, первым основным вопросом является сохранность. Куры, выращенные в условиях теплового стресса и получавшие рацион без добавок, имеют низкую выживаемость, а посмертные исследования показывают признаки теплового стресса, такие как эмфизема легких, кровотечение в печени и яичниках. Высокие температуры окружающей среды, вызывающие тепловой стресс у домашней птицы, приводят к стрессовым поведенческим реакциям, таким как одышка, повышенная частота дыхания и, следовательно, обезвоживание, что может привести к гибели в результате теплового удара. Если принять своевременные меры, то птицу можно спасти от гибели, хотя неизбежен высокий уровень выбраковки [52, 53, 111, 145].

Доказано негативное влияние теплового стресса на снижение живой массы тела (2,5%), интенсивности яйцекладки (11,0%), массы яиц (12,8%), потребление корма (5,9%) и конверсии корма (8,6%). Снижение потребления корма является одним из основных ответов кур-несушек, чтобы поддерживать гомеотермический эффект и свести к минимуму выработку тепла. Низкие производительные показатели в основном связаны с уменьшением потребления корма, что приводит к меньшему биосинтезу белка и меньшему отложению жира [54, 265]. Концентрация Т3 в плазме сильно коррелирует с потреблением корма и температурой окружающей среды у птиц [261]. Уровни Т3 в плазме снижаются сразу после воздействия теплового стресса у птиц, по-видимому, с целью уменьшения выработки тепла и поддержания гомеотермической активности [254]. Снижение потребления корма птицей, подвергшийся термической нагрузке, также может быть результатом термически вызванных изменений уровней Т3 в плазме, показывая нарушение функций яичников и щитовидной железы.

Воздействие высоких температур окружающей среды и высокой относительной влажности изменяет дыхание и другие физиологические aberrации, что приводит к снижению роста [239]. Dale N.M., Fuller H.L. [158] предположили,

что только 63% депрессии роста у бройлеров из-за теплового стресса напрямую связано со сниженным потреблением корма, и пришли к выводу, что при высокой температуре птицы пытаются снизить энергетический обмен и защититься от голода, употребляя меньше кормов, чтобы удовлетворить потребность в энергии. При голодании организму необходимо меньше питательных веществ, что отражается на снижении прироста массы тела.

Тепловой стресс снижает производство яиц, и это связано с дисбалансом в отношениях кальция и эстрогена [149, 196]. Christopher D.M, Bramwell K.R. et. al. [154] сообщили о 32,7%-ном снижении яйценоскости (82,9 против 55,8%) у кур-несушек, подвергшихся тепловой нагрузке, по сравнению с курами, выращенными в оптимальных температурных условиях.

Снижение признаков яйценоскости кур, подвергшихся воздействию теплового стресса, сопровождается значительным снижением массы яичника (11,3%), массы большого фолликула (16%), массы яйцевода (25,2%) и его длины (15,6%). Яичник у домашней птицы играет важную роль в репродуктивных функциях. Мелкие белые фолликулы производят более 80% общего эстрогена яичника, который контролирует рост и развитие репродуктивного тракта [152, 205]. Гранулезные клетки крупных яичниковых иерархических фолликулов у кур-несушек секретируют прогестерон, главный стероидный гормон [211]. Гипертермия ответственна за нарушение функции яичников и снижение репродуктивной эффективности кур. У кур белого леггорна, подвергшихся тепловому стрессу (42 °C), наблюдается значительное снижение массы яичников и количества крупных фолликулов по сравнению с таковыми, выращенными при 24-26 °C, из-за уменьшения кровоснабжения яичников [222].

По мнению Altan O., Altan A. et al. [135], Sahin K., Kucuk O. [227], когда температура окружающей среды выходит за пределы оптимальных значений, отмечается широкий диапазон изменений биохимических и гематологических показателей крови. Во время высокой температуры окружающей среды не

выявлено значительного влияния витамина А ни на один из гематологических показателей крови, за исключением значений гематокрита, которые были статистически ($P \leq 0,01$) снижены в ответ на добавку витамина А. Friedman A. et al. [169] выявлено, что дефицит витамина А обычно сочетается с нарушением иммунного ответа. Авторы подтвердили важную роль витамина А в улучшении иммунной функции птиц. С другой стороны, Yuan J, Roshdy A.R. et al. [266] предположили, что добавление витамина А к рационам бройлеров на уровне 135000 МЕ/кг снижает пролиферацию лимфоцитов крови.

Прием витамина Е значительно влияет только на количество моноцитов ($P \leq 0,01$) и базофилов ($P \leq 0,05$). Самый высокий уровень витамина Е (500 мг/кг рациона) увеличивал количество моноцитов на 11,90% по сравнению с контролем. И наоборот, значительное ($P \leq 0,05$) снижение количества базофилов было зафиксировано с увеличением уровня витамина Е. El-Sebai A. [164] установил, что добавление витамина Е в рацион бройлеров приводит к значительному увеличению количества лейкоцитов на 4,65% по сравнению с контролем. Perez-Carbajal C., Caldwell D. et al. [210] заверили, что витамин Е обладает антиоксидантными и иммуномодулирующими свойствами, которые положительно влияют на иммунный ответ цыплят посредством улучшения фагоцитарной функции макрофагов.

Гормоны щитовидной железы рассматриваются как ключевые регуляторы метаболического тепловыделения, которое необходимо для поддержания высокой и постоянной температуры тела у гомеотермических птиц [159]. У японских перепелов, подвергнутых воздействию температуры окружающей среды от 34 до 35°C, наблюдалось постоянное снижение концентрации Т4 и постоянное увеличение концентрации Т3 в течение первых 6 часов воздействия тепла. Хорошо известно, что витамин А играет важную роль в регуляции секреции гормонов щитовидной железы, ферментов печени, в дополнение к его роли в нормализации роста и развития [147]. Sahin K., Kucuk O. [227] наблюдали, что добавка витамина

А увеличивала сывороточные концентрации Т4 и Т3 по сравнению с контрольной группой.

Abdel-Fattah S.A., Abdel-Azeem F. [130] обнаружили, что концентрации Т3 и Т4 в сыворотке крови повышаются с повышением уровня витамина Е, это связано с положительным воздействием витамина Е на смягчение вредного воздействия теплового стресса. Несколько исследователей подтвердили, что тепловой стресс снижает концентрации Т3 и Т4 в крови кур, что связано с уменьшением размеров и секреции щитовидной железы [229]. Abdel-Fattah S.A., Abdel-Azeem F. [130] продемонстрировали, что добавление витамина Е на уровне от 375 до 500 мг/кг повышает плазменную активность фермента АЛТ кур-несушек под воздействием тепловой нагрузки.

Во время теплового стресса концентрация Т3 значительно снижается. Это означает, что гормоны щитовидной железы являются важными факторами в ответ на высокую температуру. Кроме того, экзогенные гормоны щитовидной железы имеют более короткое время выживания при воздействии теплового стресса [138, 150]. У цыплят активность и размер щитовидной железы снижались при высоких температурах окружающей среды и увеличивались при низких [176]. Птицы, подверженные тепловому стрессу, обнаруживают повышенный уровень кортикостерона и более низкий уровень гормонов щитовидной железы [197]. Сывороточные концентрации гормонов щитовидной железы (Т3 и Т4) были выше ($P \leq 0,01$) у птиц, в рационах которых дополнительно включены витамин А и Е [227].

Abd El-Наск М.Е., Alagawany M. et al. [127] обнаружили значительное снижение сывороточной концентрации альбумина, общего холестерина, а также общих липидов и увеличение сывороточных концентраций глобулина и кальция вследствие добавления витамина А в летних условиях. Sahin K., Onderic M. et al. [228] зафиксировали значительное увеличение концентрации холестерина и глюкозы в плазме по сравнению с птицами, выращенными в условиях термонейтрального состояния. Кауа S. et al. [180], обнаружили, что добавление

витамина А снижает концентрацию холестерина в сыворотке крови у цыплят, а Kucuk O. et al. [185], заметили, что добавление витамина А повышает концентрацию общего белка в плазме бройлеров и снижает концентрацию холестерина.

Добавки витамина Е в рацион цыплят-бройлеров при летней температуре окружающей среды оказали положительное влияние ($P \leq 0,01$) на значения общего белка, общего холестерина и общих липидов. Этот результат может быть связан с антиоксидантной активностью витамина Е, который защищает липиды от перекисного окисления, вызванного повышенной тепловой нагрузкой. С другой стороны, никаких существенных эффектов не наблюдалось на другие метаболиты крови (альбумин, глобулин и кальций). El-Sebai A. [164] сообщил, что концентрации общих белков, общих липидов и общего холестерина в плазме увеличились в экспериментальных группах. Кроме того, Sahin K., Sahin N. et al. [230] постулировали, что обработка витамином Е вызывала повышение сывороточных концентраций общего белка и альбумина бройлеров в условиях теплового стресса.

Sahin K., Sahin N., Yaralioglu S. et al. [233] установили, что использование комбинации витаминов А и Е в качестве биологически активной добавки может смягчить серьезные метаболические изменения, связанные с тепловым стрессом у бройлеров. Abdo M.S.S. [132] предположил, что добавление витаминов в повышенных дозировках может вызвать физиологический стресс у птиц, который увеличивает и активизирует выброс кортикостерона, чтобы справиться со стрессом. У птиц, страдающих от теплового стресса, креатинкиназа высвобождается из мышечных клеток в плазму в результате внутриклеточного притока Ca , это воздействие может изменить фракцию белка плазмы. В этом случае витамины А и Е могут модулировать или улучшать состояние путем минимизации внутриклеточного притока Ca и проницаемости клеточных мембран [180, 219].

Проще говоря, окислительный стресс возникает, когда количество активных форм кислорода (АФК, таких как супероксид-анионы, перекись водорода и гидроксильные радикалы) превышает антиоксидантную способность клеток [134, 174, 234]. Окислительный стресс считается одним из наиболее серьезных стрессовых факторов в птицеводстве, поскольку он является ответом на различные проблемы, влияющие на животных [241, 244].

Тепловой стресс приводит к увеличению потребности клеток в энергии, способствуя генерации АФК в митохондриях, что превышает антиоксидантную способность организма. Следовательно, окислительный стресс возникает в нескольких тканях, что приводит к апоптозу или некрозу клеток. Среди этих тканей может сильно пострадать желудочно-кишечный тракт.

Окислительный стресс повреждает клеточные белки, липиды и ДНК и снижает эффективность выработки энергии. Более того, окисленные молекулы могут отбирать электроны у других молекул, что приводит к цепной реакции. Если не контролировать эту реакцию, она может вызвать обширное повреждение тканей [187]. В ответ на окислительный стресс все антиоксиданты в организме работают вместе, чтобы восстановить гомеостаз. Было идентифицировано несколько этапов реакции на окислительный стресс. Происходят ли они, зависит от интенсивности стрессора, при этом АФК и РНС действуют как сигнальные молекулы. Эти шаги включают внутренний синтез антиоксидантов, активацию факторов транскрипции или витагенов и производство защитных молекул.

В желудочно-кишечном тракте окислительный стресс и последующее повреждение тканей приводят к увеличению кишечной проницаемости. Это способствует перемещению токсинов и патогенов из кишечного тракта в кровоток.

В условиях окислительного стресса в кишечнике существует потребность в антиоксидантах для противодействия избытку АФК, следовательно, диетические антиоксиданты могут помочь снизить АФК и улучшить продуктивность животных. Исследования показывают, что некоторые фитомолекулы обладают

антиоксидантными свойствами и улучшают работу в условиях окислительного стресса [137, 204, 225].

На желудочно-кишечный тракт сильно влияет тепловой стресс: чтобы помочь с отводом тепла, терморегулирующий механизм животного смещает висцеральный кровоток в сторону периферического кровообращения. За этим следуют ишемия органов и гипоксия, ограничивающие перистальтику кишечника, использование питательных веществ и потребление корма [174, 188]. Энтероциты особенно чувствительны к гипоксии и ограничению питательных веществ, что приводит к окислительному стрессу [144, 244].

Несколько исследований показывают, что как острый, так и хронический тепловой стресс увеличивает проницаемость кишечника, отчасти за счет увеличения окислительного стресса и нарушения экспрессии белков плотного соединения. Тепловой и окислительный стресс в кишечнике приводят к повреждению кишечных клеток и апоптозу. Когда барьер плотного соединения нарушен, вещества из просвета кишечника проникают в кровоток, что приводит к состоянию, описываемому как «дырявый кишечник» [224].

Тепловой стресс влияет на вес, длину, барьерную функцию и микробиоту кишечника, в результате чего животные имеют более низкий общий и относительный вес тонкого кишечника, с более короткими тощими кишками и двенадцатиперстной кишкой, более короткими ворсинками и меньшими площадями абсорбции по сравнению с животными не подверженными воздействию стресс-фактора [131, 178, 236, 260].

Из-за пониженного потребления корма и нарушения функции кишечника присутствие и активность комменсальной микробиоты также могут быть изменены. Тепловой стресс может привести к сокращению популяций полезных микробов. В то же время он может стимулировать рост потенциальных патогенов и приводить к дисбактериозу, повышенной проницаемости кишечника, а также к иммунной и метаболической дисфункции [237]. Burkholder et al. [151] и Rostagno

[221] отмечают, что количество патогенов, таких как *Clostridia*, *Salmonella* и колиформные бактерии, увеличивается у домашней птицы, подвергающейся тепловому стрессу, в то время как популяции полезных бактерий, таких как *Lactobacilli* и *Bifidobacteria*, уменьшаются.

Тепловой стресс вызывает повреждение микробиоты кишечника, целостности кишечника и морфологии ворсинок, а также иммуносупрессию. Вследствие этого снижается переваривание и всасывание корма. Эти факторы повышают риск вспышек некротического энтерита, одного из наиболее проблемных бактериальных заболеваний в современном птицеводстве [136, 151, 217, 251].

В исследовании Tsiouris et al. [251], было обнаружено, что циклический острый тепловой стресс увеличивает частоту и тяжесть некротического энтерита у бройлеров, зараженных *C. perfringens*, и вызывает заболевание у животных, которые не подвергались воздействию бактерий. Другие признаки, такие как задержка роста и снижение рН пищеварительного тракта кишечника, также наблюдались у птиц, подвергшихся тепловому стрессу.

Снижая перевариваемость кормов, увеличивая проницаемость кишечника и снижая иммунитет, тепловой стресс делает животных более восприимчивыми к проблемам с заболеваниями кишечника, таким как дисбактериоз и некротический энтерит, и, таким образом, увеличивает потребность в использовании антибиотиков. Понимание и контроль условий окружающей среды всегда является частью управления тепловым стрессом: это имеет решающее значение для обеспечения жизнеспособности животных и успешного птицеводства [226]. Также рекомендуются меры по управлению кормлением и питанием, а также меры по охране окружающей среды для уменьшения воздействия теплового стресса. Они включают кормление гранулированными кормами с повышенной энергией, повышенным содержанием жиров, снижением общего белка, дополнительными аминокислотами, более высоким уровнем витаминов и минералов и

корректировкой баланса электролитов в рационе [137, 144, 160]. Питание имеет решающее значение, и использование правильной диеты помогает снизить тепловой стресс у птиц.

В промышленном птицеводстве избежать стресса практически невозможно; следовательно, животные время от времени испытывают окислительный стресс. Фитомолекулы, природные антиоксиданты с противовоспалительными и пищеварительными свойствами, которые улучшают продуктивность домашней птицы в сложные периоды (Saeed M. et al., 2019, Hu R. et al., 2019). Антиоксидантная способность фитомолекул проявляется в улавливании свободных радикалов, увеличении выработки природных антиоксидантов и активации факторов транскрипции [127, 243, 244].

Как соединения с низкой биодоступностью, фитомолекулы могут оставаться в высоких концентрациях в кишечнике, если они вводятся в соответствующей дозировке и с помощью технологии инкапсуляции и эффективно снижать АФК в кишечнике и, таким образом, снимать тепловой стресс у домашней птицы, уменьшая окислительный стресс в кишечнике [136, 203, 225, 234]. Карвакрол повышает активность глутатионпероксидазы в сыворотке крови бройлеров [225], коричный альдегид увеличивает активность природных антиоксидантов у бройлеров, подвергшихся тепловому стрессу [127], капсаицин снижает тепловой стресс, о чем свидетельствует более низкое соотношение гетерофил/лимфоцит (H/L) у животных, получавших добавки [213].

Силибинин, флавонолигнан, содержащийся в силимарине (экстракте расторопши), является еще одним мощным антиоксидантом. В желудочно-кишечном тракте он может вступать в прямой контакт с клетками, активируя факторы транскрипции, такие как ген NRF2 (инактиватор клеточной защитной системы), и, таким образом, способствуя усилению антиоксидантной защиты (Surai P.F., 2015). Другие фитомолекулы, такие как ментол и цинеол, также помогают животным при тепловом стрессе, моделируя сенсорные рецепторы холода

слизистой оболочки полости рта, что дает им ощущение охлаждения и снижает действие гипертермии [137].

Тепловой стресс также может влиять на безопасность пищевых продуктов. Многие недавние исследования показали, что бактерии, такие как *Salmonella* и *Campylobacter*, способны использовать нейроэндокринные изменения, вызванные стрессовой реакцией хозяина, для стимулирования роста и патогенности. Поэтому очень важно знать, что стрессы окружающей среды, такие как тепловой стресс, могут потенциально изменить взаимодействие хозяина и патогена [195].

Явников Н.В. [126] считает, что перспективным направлением профилактики и смягчения последствий теплового стресса может считаться повышение теплоустойчивости птицы посредством селекционно-племенной работы. Заслуживает внимания использование в селекции птицы генов, способствующих термоустойчивости, таких как ген голошейности (Na) и ген курчавости оперения (F). Данное направление заслуженно считается перспективным, но при экстремально высоких температурах окружающей среды мероприятия необходимо предпринимать немедленно. Подкисление питьевой воды с помощью комплекса различных органических кислот способствует санации полости рта, носа и всей пищеварительной системы птицы, благоприятствуют полезным бактериям, подавляет патогенные микроорганизмы в желудочно-кишечном тракте. Кислотная среда также помогает выработке ферментов поджелудочной железы и способствует превращению пепсиногена в пепсин, затормаживает прохождение химуса через желудочно-кишечный тракт. Рекомендуемые препараты: Комплисид, Либекрин и Бутацифол.

1.2 Влияние кормовых добавок и препаратов на рост, развитие и продуктивные качества птиц в условиях гипертермии

В последнее время актуальнейшей проблемой современного животноводства, которая все больше обостряется, является стресс. Многие звенья технологии выращивания и содержания животных находятся под воздействием стрессовых факторов. Все это приводит к изменениям, проявляющимся в снижении продуктивности и ухудшении качества продукции, что наносит существенный экономический ущерб [125].

Если белки, жиры и углеводы представляют собой пластический и энергетический материал для организма животного, то минеральные вещества – это не только каркас тела, но и вещества, входящие в разряд биологически активных или биоконплексы, инициирующие работу жизненно важных систем, включая кроветворную, эндокринную и т.д.

Минеральные вещества становятся биологически активными при их соединении с белками, ферментами, дыхательными пигментами, некоторыми гормонами и витаминами. Известно, что около одной четверти всех известных ферментов для проявления полной каталитической активности нуждаются в присутствии микроэлементов. Многие ферменты вообще не активны в отсутствии металлов [89].

В системе контроля полноценности питания продуктивных животных и птицы в последние годы появился дополнительный показатель – баланс электролитов (Dietary Electrolyte Balance, DEB).

Поддержание постоянства внутренней среды (гомеостаза) у сельскохозяйственных животных и птицы – главное условие нормального функционирования организма, интенсивно продуцирующего мясо, молоко, шерсть, яйцо. Чтобы обеспечить это нормальное постоянство надо создать стабильную жидкую среду и установить оптимальное равновесие в ней заряженных химических частиц. Если такое равновесие будет стабилизировано на

необходимом уровне – это станет главным условием максимального синтеза белка в организме, а значит максимальной продуктивности.

Жидкая среда любого животного организма занимает более 70% его массы и выступает в качестве главного фигуранта перемещения всех без исключения метаболитов в обмене веществ. Основными характеристиками этой среды является её кислотность (рН) и способность эффективно отдавать клеткам и забирать из них метаболиты. Это невозможно сделать, если в этой жидкой среде не будут присутствовать химически заряженные частицы, которыми в основном являются ионы солей электролитов.

Считается, что перечень электролитов, поддерживающих водно-солевой баланс в организме, включает ионы натрия, калия, магния, кальция, хлора, кислотные остатки фосфорных кислот, карбонат и сульфат ионы. При этом указанные ионы условно можно разделить на сильные: натрий (Na^+), калий (K^+), хлор (Cl^-) и ионы с менее выраженным влиянием на кислотно-щелочное равновесие: магний (Mg^{2+}), кальций (Ca^{2+}), HPO_4^{2-} , HPO_4^- , SO_4^{2-} .

Присутствуя практически во всех органах и тканях, электролиты организма отвечают: за скорость обмена веществ; за движение жидкости от капилляров к клеткам и обратно; за появление электрического потенциала на мембранах клетки, без которого невозможно высвобождение энергии для синтеза белка в клетке.

Кроме того, электролиты определяют постоянство рН всех жидкостей тела. Они препятствуют разрушению костной ткани (т.к. организм теряет кальций на нейтрализацию кислой среды, а с достаточным уровнем электролитов этого не происходит). Электролиты регулируют процесс свёртывания крови и непосредственно влияют на поддержание иммунитета у животных и птицы. Они корректируют аппетит, уровень сахара в крови, функцию гормонов надпочечников и щитовидной желез, а также использование жира в качестве источника энергии. Особое значение принадлежит электролитам в регуляции сокращений сердца, мышечных сокращений мускулатуры.

Натрий – центральный электролит межклеточной жидкости (до 96%). Его главная функция – поддержание нормального баланса жидкости в организме птицы. Превышение концентрации натрия в корме задерживает воду в межклеточном веществе, вызывает снижение поступления калия в клетки, что резко снижает скорость и степень удаления токсинов из органов и тканей. Поэтому на фоне избытка натрия активируются все формы тканевых токсикозов.

Недостаток натрия приводит к существенной потере осмотического давления в крови и клетках тканей мышц и паренхиматозных органов, что негативно влияет на кислотно-щелочной баланс организма в целом. Дефицит натрия в условиях избытка хлора дает толчок к физиологическому ацидозу.

Под действием дефицита поступления натрия с кормом падает мощность разового сердечного выброса и понижается кровяное давление. На фоне этого растёт гематокрит крови, в результате чего нарушается гормональная функция надпочечников. Как результат такого гормонального сдвига повышается содержания мочевой кислоты в крови, что может активно спровоцировать нарастание процессов усиления мочекишлого диатеза. В острых формах это может вызвать шок и даже смерть птицы.

Калий регулирует осмотическое давление внутри клеток всех органов и тканей. С его участием стабилизируется ритм сердца, усиливается снабжение мозга кислородом. Благодаря калию нормализуется энергетический обмен, повышается устойчивость организма к стрессам. Дефицит калия в кормах и рационах для птицы фиксируется реже чем избыток. Однако, при невозможности достижения оптимума баланса электролитов, соли калия часто вводят в рацион. Избыток калия – более частое явление, что чревато излишним выведением воды из организма и серьёзной потерей скорости обмена веществ.

Хлор – антипод суммы ионов калия и натрия. Наряду с ними он создаёт нормальные условия поддержания кислотно-щелочного равновесия. Хлор

стимулирует образование и выделение желудочного сока, активирует целый ряд других ферментов.

Однако чаще при организации кормления птицы фиксируется не недостаток, а избыток хлора. Это связано с тем, что в состав рациона вводится хлоргидраты лизина, холин хлориды и поваренная соль. Эти три компонента обогащают рацион хлором настолько интенсивно, что собственное содержание хлора в питательных компонентах никак не влияет на нормализацию уровня хлора в комбикорме. Избыток хлора – главная причина нарушения кислотно-щелочного равновесия. Хлор заменяет карбонат ион, который в жаркую погоду интенсивно удаляется из крови в процессе дыхания. В результате у птицы формируется выраженный физиологический ацидоз. Замена карбонат иона хлором резко и негативно сказывается на качестве скорлупы яйца. Избыток хлора замедляет синтез белка в тканях и существенно портит нормальные показатели конверсии корма.

На сегодняшний день является неоспоримым доказанным фактором важнейшая роль калия и натрия в поддержании осмотических свойств плазмы крови и клеток организма человека и животных, формировании электрического потенциала и проведении импульса. Современную нутрициологическую функцию натрия и калия можно свести к двум основным значениям: – поддержание водно-электролитного баланса; – активация ряда ферментов.

При этом их биологическое значение проявляется, прежде всего, во влиянии на: – центральную нервную систему; – артериальное давление крови; – сократимость мышц, в том числе сердечных.

Специализированные корма для животных и функциональные пищевые продукты для людей – один из путей решения существующей проблемы дисбаланса биоэлементов [91].

Основными электролитами, участвующими в поддержании постоянства рН крови и внеклеточной жидкости организма животных, являются катионы натрия, калия и анион хлора. Натрий и калий увеличивают рН и HCO_3 плазмы, а хлор их

снижает, поэтому при составлении рационов для сельскохозяйственной птицы следует обращать внимание на индивидуальное содержание натрия, калия и хлора, а именно на суммарный баланс [36].

По мнению Епимаховой Е.Э. и др. [38], при гипертемической нагрузке на птицу выпаивание 0,5% раствора КСl цыплятам-бройлерам способствовало нормализации обменных процессов и повышению их живой массы – на 4,6 и 9,7% ($P>0,999$), среднесуточных приростов – на 6,9 и 12,4%, снижению затрат корма на 1 кг прироста живой массы – на 6,1 и 9,9%. Таким образом птица в опытных группах даже в условиях температуры в среднем на 8-9 °С выше нормы за семь дней до убоя эффективнее использовали комбикорма.

Проблемой птицеводов остается нормирование натрия в рационах птицы в жаркий период года, существует мнение, что натрий и хлор связаны главным образом в виде хлористого натрия и в том же виде выводятся из организма.

По мнению Кавтарашвили А.Ш. [50], Горлов И.Ф. [24], повышение температуры воздуха увеличивает чувствительность птиц к избытку хлорида натрия из-за возрастающего потребления воды.

При содержании птицы в жарком климате необходимо увеличивать концентрацию минеральных веществ в рационе, включая хлорид натрия и калия компенсируя этим пониженное потребление корма. Использование карбоната калия в кормлении высокопродуктивной мясной птицы в дозировке 2-3 кг/т корма способствует увеличению живой массы цыплят на 2,42 и 2,34%, снижению затрат корма на 1 кг прироста живой массы на 1,32%, улучшению аминокислотного состава мяса, в том числе лизина на 0,32% [35].

Поваренная соль в комбикормах растительного типа для цыплят-бройлеров способствует увеличению переваримости и использования питательных веществ. При этом повышается доступность азота, кальция, фосфора и натрия на 3,8-8,31; 5,01-9,72; 2,31-5,09; 3,99-11,34% соответственно, а убойный выход – на 0,9-1,97%. Использование поваренной соли в качестве источника натрия в составе

комбикорма растительного типа для цыплят-бройлеров позволяет снизить его стоимость и повысить зоотехнический результат. При этом применять безводный сульфат натрия нецелесообразно из-за высокой его стоимости. Сода и природный сульфат натрия в комбикормах растительного типа менее эффективны [80].

Головко А. [19] установил, что кормовая добавка Факс-1 оказала эффективное влияние на оптимизацию концентрации гемоглобина, иммуноглобулинов, витамина С, кальция и фосфора в крови, на повышение обменных и защитных функций цыплят-бройлеров.

Использование препарата Факс-1 (11,8 мг% фосфора, 8,8 мг% кальция, 10 мг% сульфата и 7,1 мг% серы сульфатной) на первом этапе выравнивания способствовало лучшему соотношению оксипролина/триптофана и соответственно БПК в мышечной ткани бройлеров, а на 41 день эти показатели относительно равнозначны с контрольной группой. Как на первом, так и на втором этапе выращивания молодняка сохраняется стабильный уровень концентрации кальция, фосфора, витамина С, аминокислотного состава и биологической ценности мяса опытных групп, несмотря на опережающий рост мышечной ткани и напряженности метаболических процессов по мере взросления организма бройлеров по сравнению с контролем [20].

Использование органических соединений микроэлементов биоплексов в сочетании с 200 г/т Био Хрома™ способствует повышению живой массы бройлеров, снижению затрат корма на 1 кг прироста на 2,15%, а также повышению содержания гликогена в грудной мышце на 31,13% и витамина А в печени. Увеличение уровня его ввода до 400 г/т приводит к снижению продуктивности бройлеров [34].

Тепловой стресс неблагоприятно влияет на процесс образования яиц на уровне яичников и репродуктивного тракта, а также на процесс овуляции и яйцекладки [207, 222]. Как температура окружающей среды, так и относительная влажность влияют на степень тяжести теплового стресса у птиц [139, 168, 252].

Было выявлено, что витамин С и Е в качестве антиоксидантов и триметилглицин (бетаин) смягчают неблагоприятное воздействие теплового стресса [141, 143]. Бетаин или триметилглицин участвуют в биологических процессах, таких как, осмозащитные, щадящие метионин и холин, распределение жира и иммунитет. Сообщается, что для повышения продуктивности и стрессоустойчивости домашней птицы необходимо скармливать бетаин, который улучшает рост, выход туш и отложение мышечного белка у бройлеров и уток [253, 258] и уменьшает содержание жира [172].

Витамин С является водорастворимым витамином с антиоксидантной активностью, защищающий животных в состоянии стресса [141]. Витамин С необходим для образования коллагена, 1,25-дигидрокси витамина D, биосинтеза секреции адреналина и кортикостеронов, регуляции температуры тела и повышения иммунитета [208]. Было обнаружено, что добавки с витамином С смягчают негативное влияние стресса на обменные процессы, повышают выработку и повышают иммунитет [183]. Было обнаружено, что потребление корма, выживаемость, характеристики мяса улучшались при добавлении витамина С в дозе 200-400 мг/кг [155].

Витамин Е играет решающую роль в защите клеток и поглощении свободных радикалов [149, 182]. Высвобождение катехоламинов и кортикостерона и перекисное окисление липидов в клеточных мембранах инициируются тепловым стрессом. Витамин Е уменьшает неблагоприятное влияние кортикостерона, вызванное стрессом, защищает лимфоциты, макрофаги и плазматические клетки от окислительного повреждения и усиливает функции и пролиферацию иммунных клеток [181, 201, 250]. Следовательно, пищевые добавки витамина Е необходимы в условиях теплового стресса.

Дополнение к рациону кур при тепловом стрессе витамина С, Е и бетаина частично смягчает негативные эффекты перегрева организма. Синергетический эффект существует между витаминами и бетаином в условиях теплового стресса,

поскольку куры-несушки не могут синтезировать достаточное их количество, а корма для животных являются плохим источником бетаина [141, 258].

Что касается сохранности, интенсивности яйцекладки и коэффициента конверсии корма, то витамин С и бетаин являются наиболее эффективными биологически активными добавками для подавления негативного влияния теплового стресса на цыплят. Смесь бетаина с витамином Е оказывает аналогичный эффект, но не лучше, чем бетаин или витамин С в отдельности, при этом приводит к полному снижению негативного влияния теплового стресса на конверсию корма.

Бетаин и витамин С показывают аналогичные результаты для облегчения негативного влияния на рост цыплят, подвергшихся тепловой нагрузке [141, 166]. Бетаин показывает сравнимый эффект с витамином С и может заменить его в качестве антистрессового агента без каких-либо потерь в продуктивных качествах племенных кур. Кроме того, бетаин был более эффективен, чем витамин Е. Включение в рацион племенных кур в период теплового стресса 0,1% бетаина увеличивает производство яиц на 10% за счет стимуляции секреции, в передней доле гипофиза, фолликулостимулирующего и лютеинизирующего гормонов [267], а в количестве 0,2% улучшает интенсивность яйцекладки кур-несушек, подверженных тепловому стрессу [223]. Липопротеины очень низкой плотности и вителлогенин, предшественники яичного желтка значительно снижаются из-за теплового стресса [149] и восстанавливаются под воздействием бетаина в количестве 0,06% в рационе [194].

По мнению Metwally M.A. [201], кортикостерон, катехоламины и перекисное окисление липидов в клеточной мембране увеличиваются из-за воздействия теплового стресса, а жизнеспособность животных снижается. При этом витамин Е может снизить неблагоприятное влияние теплового стресса на секрецию кортикостерона. Витамин Е также защищает лимфоциты, макрофаги и плазматические клетки от окислительного повреждения и увеличивает пролиферацию и функции клеток в условиях теплового стресса. Добавка витамина

Е защищает клетки и ткани от липопероксидативного повреждения, вызванного свободными радикалами [149]. Добавки витамина Е в дозе 125-250 мг/кг [184] и 125 мг витамин Е плюс 200 мг витамина С / кг рациона [155] улучшают интенсивность яйцекладки, использование корма, иммунитет и уменьшают неблагоприятные последствия высокого уровня температуры окружающей среды. Кроме того, витамин Е действует как физиологический синергист и функционирующая часть специфических ферментов [167], и увеличивает предшественники желтка, вителлогенин и ЛПОНП во время воздействия теплового стресса, что улучшает производство яиц [255]. Корреляция между циркулирующим кальцием и эстрадиолом положительна у кур-несушек [249], так как эстрадиол контролирует синтез 1,25-дигидроксиолекальциферола и активный метаболит холекальциферола [246].

Установлено, что витамин С усиливает антиоксидантную активность витамин Е и защищает его от перекисного окисления [177, 233], восстанавливая токофероксильные радикалы до их активной формы или за счет экономии доступного витамина Е [220].

Факторы окружающей среды, такие как тепловой стресс, могут повлиять на продуктивность кур-несушек. Негативное влияние на поведение и продуктивность несушек можно ожидать, если температура окружающей среды превышает 28 °С [184]. Увеличение плотности питательных веществ, таких как ограничение аминокислот и витаминов, очень важно для смягчения вредного воздействия высокой температуры окружающей среды на потребление корма и обеспечение метаболических потребностей [171]. Учитывая, что тепловой стресс может увеличить выведение и мобилизацию минералов и витаминов из тканей, можно получить выгоду от добавления дополнительных количеств этих питательных веществ в рационы несушек, чтобы избежать их дефицита в жаркую погоду [232].

Многие исследователи подтверждают, что витамин А может улучшать показатели продуктивности и качества яиц у кур-несушек, выращиваемых в

условиях теплового стресса [185, 190]. Витамин А является жизненно важным антиоксидантом, который минимизирует перекисное окисление липидов при тепловом стрессе [129]. Это важно для роста и развития, репродуктивной функции. Добавление более высокого уровня витамина А, чем рекомендовано, необходимо для нормального развития репродуктивных органов кур-несушек и целостности мембран, когда птицы выращиваются в условиях теплового стресса [179].

Витамин Е хорошо известен как незаменимый антиоксидант, который также может использоваться в рационах домашней птицы, чтобы оказывать благоприятное воздействие во время теплового стресса. У кур-несушек Hisex Brown, получавших рацион с добавлением витамина Е в дозе 40 МЕ/кг, наблюдалось статистическое улучшение интенсивности яйцекладки до 85%, по сравнению с контролем – 83%. Витамин Е оказывает критическое влияние на поглощение и использование витамина А, кроме того, защищает и предотвращает окислительное разрушение витамина А, вызванное тепловым стрессом [163, 185].

Abd El-Hack M.E., Alagawany M. et al. [128] установили влияние добавки витамина А в ступенчатых уровнях на показатели продуктивности, потребления и конверсии корма у кур-несушек в возрасте от 42 до 54 недель. Потребление корма курами, получавшими рацион, обогащенный 8 000 МЕ витамина А / кг, было самым высоким, а у тех, кто получал витамин А (16 000 МЕ/кг корма) – низким.

Увеличение конверсии корма в результате приема витамина Е может быть объяснено антиоксидантными свойствами витамина Е, который улучшает использование корма и обмен веществ, а также защищает печень и другие органы от окислительного повреждения, вызванного тепловым бременем [148]. И наоборот, Meluzzi et al. [200] заверили, что витамин Е оказал недостоверное влияние на потребление и конверсию корма кур-несушек Hy-Line Brown, ежемесячную яйценоскость и выход яиц. В то же время как яйценоскость, так и выход яиц были численно увеличены в результате добавления витамина Е по сравнению с контролем.

Что касается интерактивного влияния уровней витаминов А и Е, то замечено, что благодаря этой комбинации улучшилось потребление и конверсия корма ($P \leq 0,01$). Было доказано, что комбинация витамина А и Е увеличивала потребление корма у японских перепелов, выращиваемых в условиях теплового стресса [227]. Испытания, выполненные Lin H. et al. [190] выявили, что интерактивное воздействие витамина А и Е оказалось полезным для продуктивных показателей кур-несушек, подвергшихся тепловому стрессу. Abdo MSS. [132] выявил, что средние значения яйценоскости кур значительно улучшаются при обогащении рационов витаминами А и Е, по отдельности или в комбинации.

Abd El-Hack M.E., Alagawany M. et al. [127] не наблюдали значительного влияния дополнительно введенных в рацион витаминов А и Е на признаки качества яиц, за исключением достоверного ($P \leq 0,01$) воздействия витамина А на индекс формы яиц, а витамина Е на толщину яичной скорлупы ($P \leq 0,05$). Содержание желтка и скорлупы, толщина скорлупы и показатель единицы Хау увеличились в результате приема дополнительного витамина А, хотя эти различия были не достоверными.

Другие авторы, в свою очередь, подчеркивали важность витамина Е в моделировании результатов производства в условиях окружающей среды, которые способствуют индукции стресса у птиц. Во время выращивания при высокой температуре ($35\text{ }^{\circ}\text{C}$) птицы, получавшие дополнительный витамин Е и цинк в дозе 100 и 50 мг/кг соответственно, имели более высокую живую массу, чем контрольные птицы. Рацион, богатый витамином Е, может уменьшить стресс, подавляя катаболическую реакцию организма и, таким образом, приводить к улучшению производственных показателей, включая увеличение живой массы. Поэтому уровень добавок витамина Е в кормлении птицы должен быть скорректирован с учетом потребностей организма в зависимости от условий выращивания [231].

В некоторых исследованиях использовался базовый уровень витамина Е [171, 238], который может быть адекватным или незначительно превышать минимальные требования для цыплят-бройлеров в соответствии с рекомендациями NRC (1994). Значительный эффект, о котором сообщают некоторые исследования в отношении этих реакций, может быть связан с типом ингредиентов, используемых в составе рациона, с какими-то проблемами, с которыми сталкиваются в птицеводстве, или с рядом факторов окружающей среды. Известно, что неблагоприятные условия в птицеводстве являются основным модификатором действия витамина Е [182]. Таким образом, дисбаланс питательных веществ, жара и стресс от холода, перенаселенность или транспортировка, помимо прочего, могут предрасполагать цыплят-бройлеров к снижению их защитных механизмов, что, следовательно, влияет на состояние здоровья и влияет на продуктивность животного.

Несмотря на решение комплекса проблем в промышленном птицеводстве, целый ряд требует изучения и научных разработок, в том числе с учетом зональных особенностей, как, например, преодоление отрицательного влияния высоких летних температур или использования нетрадиционных кормовых средств в рационах птицы.

2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Научные исследования проводились в летний (жаркий) период года в условиях Нижнего Поволжья на базе научно-исследовательского центра ГК «МегаМикс» и вивария ГНУ НИИММП (НВЦ «Новые биотехнологии», Волгоград) с 2018 по 2020 год согласно схеме (рисунок 1).

Объектом исследований служили цыплята-бройлеры кросса РОСС 308. В работе использованы: кормовая добавка «Калий хлористый», предназначенная для минеральной подкормки сельскохозяйственных животных и птиц в составе комбикормов и премиксов (ТУ 20.13.62-053-00203944-2018). Добавка была получена в результате переработки сильвинитовой руды галурическим методом в условиях ПАО «Уралкалий», (массовая доля КСl – 98,2%), которая ранее не применялась в птицеводстве; – кормовая добавка Мадуфор®, содержащая в качестве действующих веществ хлориды натрия и калия, крахмал, декстрозу, сахарозу, пребиотики, водорастворимые витамины и натуральные экстракты растений, которая в кормлении цыплят-бройлеров не использовалась.

Экспериментальная часть работы включает три научно-хозяйственных опыта: I – изучение острой пероральной токсичности кормовой добавки «Калий хлористый» (как потенциальной кормовой добавки, предназначенной для включения в рационы цыплят-бройлеров) на лабораторных аутбредных крысах; II – влияние кормовой добавки «Калий хлористый» на нормализацию обменных процессов и продуктивность цыплят-бройлеров, выращиваемых в условиях теплового стресса; III – эффективность использования кормовой добавки Мадуфор® в рационах цыплят-бройлеров для купирования последствий теплового стресса.

Для проведения I опыта были сформированы 4 опытных и 1 контрольная группы белых аутбредных крыс-самцов по 6 голов в каждой, которым перорально задавали исследуемый образец в дозах 5 814 мг/кг, 3 049 мг/кг, 2 216 мг/кг и 1 524

мг/кг. После чего в течение 14-ти суток проводили наблюдение за общим состоянием и поведением животных, проявлением симптомов интоксикации, а также возможной гибелью. Контроль массы тела крыс опытных и контрольной групп проводили в день постановки опыта (до введения образца), а также на 1, 3, 7, 9 и 14-е сутки.

Для II опыта было сформировано 3 группы суточных цыплят, по 80 голов в каждой. Птица контрольной группы получала общехозяйственный рацион (ОР), I-я опытная группа в составе премикса получала кормовую добавку КС1 в количестве 0,1%, II-я опытная группа – 0,3% аналогичной кормовой добавки. Продолжительность опыта 40 дней.

Для III опыта были сформированы две группы цыплят, по 50 голов в каждой. Птица контрольной группы получала общехозяйственный рацион (ОР), которой параллельно выпаивали 5% раствор глюкозы, птица опытной группы получала ОР и кормовую добавку Мадуфор®, из расчета 4 г/л воды. Продолжительность опыта 35 дней.

Подопытная птица содержалась напольно, с использованием оборудования фирмы «Биг Дачмэн» (Германия). Кормление птицы осуществлялось сухими полноценными гранулированными комбикормами, питательность которых на протяжении всего периода откорма соответствовала нормам ФНЦ «ВНИТИП» РАН с учетом фактической питательности сырья.

В процессе экспериментальной работы изучили:

- состав, питательность и конверсию комбикорма;
- переваримость питательных веществ рационов, баланс и использование азота, кальция и фосфора в организме птиц определяли по методике ВНИТИП (2007) в комплексной аналитической лаборатории ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции» по общепринятым методикам зоотехнического анализа;
- прижизненную оценку роста и развития подопытных цыплят проводили по показателям живой массы, среднесуточного прироста массы, относительной

скорости роста в определенные возрастные периоды. Абсолютную и относительную скорость роста вычисляли по формулам С. Броди:

$D = (M_t - M_0) / t$, где D – абсолютный прирост массы, г; M_t и M_0 – конечный и начальный показатели живой массы за неделю; t – 7 суток;

$K = (W_1 - W_0) / 0,5 \times (W_1 + W_0) \times 100$, где K – относительная скорость роста; W_0 – начальная живая масса, г; W_1 – конечная живая масса, г;

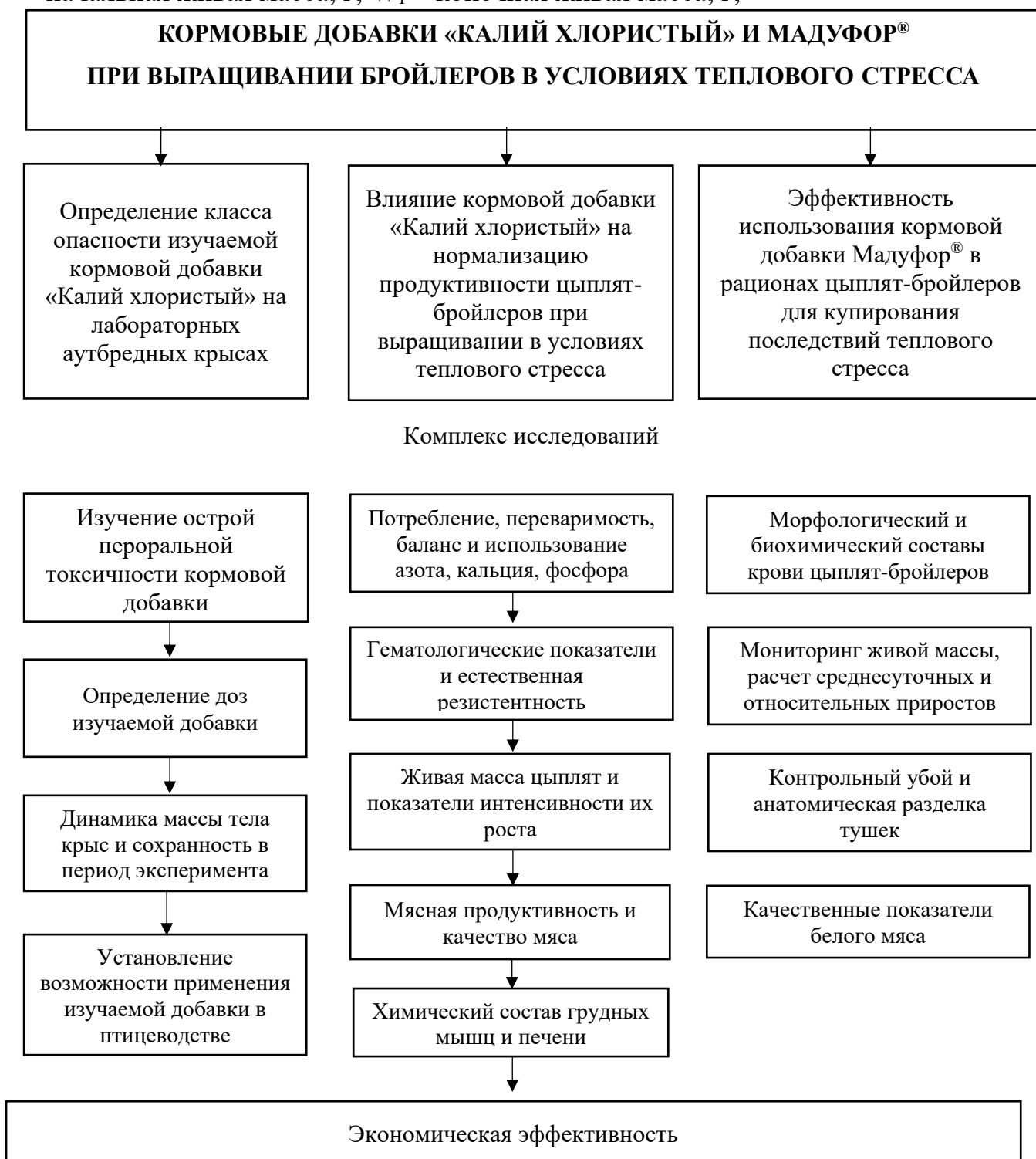


Рисунок 1 – Общая схема исследований

– однородность стада – согласно рекомендациям производителей кросса и общепринятым методикам по бонтировке стада;

– затраты кормов на 1 кг прироста живой массы рассчитывали по общепринятым методикам;

Морфологический и сортовой состав тушек определяли путем убоя и анатомической разделки, согласно ГОСТ Р 52702-2006 «Мясо кур (тушки кур, цыплят, цыплят-бройлеров и их части). Технические условия»;

– химический и биохимический составы мяса изучали по следующим методикам:

– содержание влаги – высушиваем навески до постоянной массы при температуре 103 ± 2 °С по ГОСТ Р 51479-99;

– содержание белка – методом определения общего азота по Кьельдалю (ГОСТ 25011-81);

– содержание жира – экстрагированием сухой навески в аппарате Сокслета по ГОСТ 23042-86;

– содержание минеральных веществ – сухой минерализацией образцов в муфельной печи при температуре 550-600 °С;

– содержание микроэлементов в исследуемом материале (сыворотка крови, кости, мясо) – методом инверсионной вольтамериметрии (ГОСТ Р 8.563-96 и ГОСТ ИСО Р 5725-2002) и на атомно адсорбционном спектрометре КВАНТ-2А (ГОСТ Р ИСО 5725-2002);

– аминокислотный состав грудных мышц определяли на аминокислотном анализаторе Agacus (Германия).

Морфологические и биохимические показатели крови с использованием гематологического и биохимического полуавтоматических анализаторов Urit-332 вет и Urit-800 вет. Естественную резистентность организма оценивали путем определения бактерицидной активности сыворотки крови (БАСК) по методике Смирновой О.В., Кузьминой Т.А. (1966) в модификации Бухарина О.В., Созыкина А.В. (1979); активность лизоцима – пробирочным методом по Каграмановой К.А., Ермольевой З.В. (1968) в модификации Бухарина О.В. (1971); фагоцитарный

показатель (ФП) и фагоцитарный индекс (ФИ) – по методике Чумаченко В.Е. (1990).

– рН – потенциометрическим методом с помощью рН-метра на глубине 4-5 см;

– вкусовые качества мяса и бульона – путем дегустации по методике Йоцюса Г.П. (1975);

– экономическую эффективность рассчитывали в соответствии с методикой определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ «Новые технологии, изобретения, рационализаторские предложения» (1983);

– Цифровой материал исследований обработан методами вариационной статистики (Плохинский Н.А., 1969) с использованием пакета программ «Microsoft Office» и определением критерия достоверности разности по Стьюденту-Фишеру при трех уровнях вероятности (2007). Статистическую значимость отличий определяли по t-критерию Стьюдента, для независимых выборок при $P < 0,05$.

Эксперименты на животных проводились в соответствии с принципами Европейской конвенции по охране позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Эффективность использования новой кормовой добавки «Калий хлористый» в птицеводстве

Биологическая роль хлористого калия обусловлена входящим в его состав калием, который является одним из важнейших биогенных элементов, играющим в организме животного важную роль. Ионы калия легко проникают через живые мембраны, в связи с чем, он быстро адсорбируется в клетках и быстро выводится. Калий является основным внутриклеточным ионом, он возбуждает парасимпатический отдел вегетативной нервной системы, уменьшает возбудимость и проводимость сердечной мышцы, участвует в процессах сокращения мышц, оказывает влияние на кислотно-щелочное равновесие в организме животных, осмотическое давление в плазме крови и тканевых жидкостях [24]. В настоящее время хлористый калий находит широкое применение в агропромышленном секторе. Добавка «Калий хлористый», полученная в результате переработки сильвинитовой руды галурическим методом в условиях ПАО «Уралкалий», предназначена для сельскохозяйственных животных, однако предпринимаются попытки использовать названное средство в рационах птиц. Для чего необходимо установить класс опасности изучаемой добавки.

В I опыте была изучена острая пероральная токсичность кормовой добавки «Калий хлористый» (как потенциальной кормовой добавки, предназначенной для включения в рационы цыплят-бройлеров) на лабораторных аутбредных крысах.

3.1.1 Определение класса опасности изучаемой кормовой добавки

Эксперимент по определению острой пероральной токсичности хлористого калия проводили согласно общепринятой методике изучения острой пероральной токсичности лекарственных средств [76, 121].

В опыте использовались клинически здоровые белые аутбредные крысы-самцы. Животные для постановки эксперимента были получены из специализированного питомника и ранее в опытах не использовались. Содержание животных в течение эксперимента проводилось согласно правилам и нормам, указанным в нормативной документации ГОСТ 33216-2014 [25]. В помещении, где содержались лабораторные крысы, поддерживались соответствующие параметры микроклимата СП 2.2.1.3218-14 [100].

Для проведения опыта были сформированы 4 опытных и 1 контрольная группы белых аутбредных крыс-самцов по 6 голов в каждой, которым перорально задавали исследуемый образец в разных дозах. После чего в течение 14-ти суток проводили наблюдение за общим состоянием и поведением животных, проявлением симптомов интоксикации, а также возможной гибелью. Контроль массы тела крыс опытных и контрольной групп проводили в день постановки опыта (до введения образца), а также на 1, 3, 7, 9 и 14-е сутки.

В предварительных исследованиях было установлено, что навеска исследуемого вещества массой 5 г растворяется без остатка в 20 мл 1%-го крахмального геля. Данное разведение было использовано как начальное для проведения пилотных тестов. Полученный раствор ввели внутрижелудочно крысам в объеме 2,5 мл/100 г массы тела, что соответствовало дозе 5814 мг хлористого калия на 1 кг живой массы. Гибель животных в пилотном тесте наступила в течение нескольких часов. Таким образом, доза 5814 мг/кг явилась абсолютно летальной для лабораторных крыс.

Основываясь на результатах проведенного пилотного исследования, для постановки основного эксперимента испытуемый образец хлористого калия растворяли в 1%-ном крахмальном геле для получения следующих доз: 5814 мг/кг, 3049 мг/кг, 2216 мг/кг и 1524 мг/кг. Животным контрольной группы внутрижелудочно вводили 1%-ный крахмальным гель в объеме 2,5 мл на 100 г. Схема внутрижелудочного введения исследуемого образца представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема введения растворов хлористого калия подопытным крысам

Группы	Кол-во животных	Доза хлористого калия, мг/кг	Масса хлористого калия, г/100 г массы тела крысы	Объем раствора, мл/100 г
I опытная	6	5814	0,5814	2,5
II опытная	6	3049	0,3049	2,5
III опытная	6	2216	0,2216	2,5
IV опытная	6	1524	0,1524	2,5
Контрольная	6	1%-й крахмальный гель	-	2,5

Результаты внутрижелудочного введения испытуемого образца белым аутбредным крысам обобщены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты внутрижелудочного введения растворов хлористого калия

Группы	Кол-во голов	Доза хлористого калия, мг/кг	Масса хлористого калия, г/100 г массы тела крысы	Пало	Выжило
I опытная	6	5814	0,5814	6	0
II опытная	6	3049	0,3049	3	3
III опытная	6	2216	0,2216	1	5
IV опытная	6	1524	0,1524	0	6

Наибольшая доза 5814 мг/кг (I опытная группа) вызвала гибель всех животных в группе: 5 крыс погибли через 1 час после введения хлористого калия, еще 1 особь пала на следующие сутки. У всех крыс в группе в течение 5-ти минут после введения раствора испытуемого вещества наблюдали снижение двигательной активности, нарушение координации движений, сниженную реакцию на внешние раздражители (звуковые и тактильные), вынужденную позу (сгорбленность).

Доза 3049 мг/кг (II опытная группа) вызвала гибель 3-х особей из 6: 2 крысы погибли через 3 часа после введения хлористого калия, 1 животное пало на следующие сутки после начала эксперимента. У всех крыс в группе в течение 1 суток после введения испытуемого образца наблюдали адинамию, вынужденную позу, крысы слабо реагировали на внешние раздражители (звуковые и тактильные). Вышеперечисленные симптомы у выживших особей перестали регистрировать через 48 часов после начала эксперимента. В дальнейшем до завершения исследования общее состояние животных II группы было удовлетворительным.

Доза 2216 мг/кг (III опытная группа) вызвала гибель одной крысы на пятые сутки с момента внутрижелудочного введения раствора хлористого калия. У всех крыс в течение 2-х часов после введения раствора хлористого калия наблюдали угнетенное состояние, снижение двигательной активности. У павшего животного, в промежутке времени с начала опыта до его смерти при взвешивании отмечалось снижение массы тела. Общее состояние выживших животных за время наблюдения было удовлетворительным, изменений в поведении не отмечено, аппетит и жажда не были изменены, судороги не наблюдались, координация движений не была нарушена; реакция на тактильные, болевые, звуковые и световые раздражители была адекватной; целостность и эластичность кожных покровов сохранены, гиперемия отсутствовала; окраска видимых слизистых оболочек соответствовала норме; частота дыхательных движений не изменена.

Доза 1524 мг/кг (IV опытная группа) не вызвала гибели животных, признаков интоксикации не наблюдали. Общее состояние крыс IV опытной группы соответствовало приведенному выше описанию для выживших животных III группы.

Патологоанатомическое вскрытие павших животных не выявило изменений в макроскопическом строении внутренних органов и тканей.

На начальном этапе эксперимента до введения хлористого калия показатели массы тела опытных животных статистически достоверно не отличались от массы контрольных аналогов (таблица 3).

Таблица 3 – Динамика массы тела крыс, г

Возраст, дни	Группы				
	контроль	I опытная	II опытная	III опытная	IV опытная
0	193,00±5,67	194,17±16,95	186,17±10,81	188,83±9,46	197,67±13,38
1	210,50±5,66	-	201,00±12,91*	206,33±15,07	210,17±17,49
3	218,67±4,99	-	211,67±12,25	219,19±24,83	238,33±21,51*
7	250,33±4,38	-	239,33±20,08*	253,00±21,59	267,33±27,69
9	260,50±10,36	-	251,67±32,80	266,80±19,75	281,33±28,68
14	288,83±10,31	-	286,33±57,15	295,40±18,90	307,83±30,67

Примечание: * – статистически достоверное отличие от показателя контрольной группы ($p \leq 0,05$).

У животных II группы (3049 мг/кг) на 1-е и 7-е сутки эксперимента отмечалось достоверное снижение массы тела на 9,50 ($P < 0,05$) и 11,00 г ($P < 0,05$) относительно контроля. Масса тела крыс IV группы (1524 мг/кг) на 3 сутки после внутрижелудочного введения испытуемого образца была достоверно выше массы контрольных животных на 19,66 г ($P < 0,05$). В остальные возрастные периоды (9 и 14-е сутки) динамика живой массы тела опытных крыс находилась на уровне контроля.

На основании полученных данных была рассчитана величина LD50 методом Кербера [90], а также методом Миллера и Тейнтера [9] (таблица 4).

В результате проведенных исследований в остром эксперименте были изучены токсикологические свойства хлористого калия на лабораторных крысах. Величина LD50 хлористого калия, рассчитанная методом Кербера, составила 3404,9 мг/кг массы животного. Значение LD50, рассчитанное по методу Миллера и Тейнтера, составило $3390,8 \pm 1122,7$ мг/кг. При расчете среднесмертельной дозы по методу Миллера и Тейнтера были определены другие параметры острой пероральной токсичности.

Таблица 4 – Параметры острой пероральной токсичности хлористого калия, мг/кг

LD ₀ (мг/кг)	LD ₁₆ (мг/кг)	LD ₅₀ (мг/кг)	LD ₈₄ (мг/кг)	LD ₁₀₀ (мг/кг)
1524	2140,8	3390,8±1122,7 (2268,1-:4513,5)	4640,8	5814

Таким образом, с учётом значений LD₅₀, рассчитанных двумя методами, согласно общепринятой гигиенической классификации (ГОСТ 12.1.007-76) хлористый калий относится к 3 классу опасности (вещества умеренно опасные).

Полученные результаты исследований острой пероральной токсичности кормовой добавки «Калий хлористый», на лабораторных аутбредных крысах, позволяют сделать вывод о допустимости применения ее в рационах питания сельскохозяйственной птицы.

3.2 Использование кормовой добавки «Калий хлористый» в рационах цыплят-бройлеров, выращиваемых в условиях теплового стресса

В промышленном птицеводстве нарушение оптимальных параметров микроклимата в птичниках возникает из-за экстремальных погодных явлений, характеризующихся высокими температурами в летний засушливый период года, особенно в условиях Нижнего Поволжья.

В продуктивный период лимит потребления корма устанавливается на основе потребности птицы в обменной энергии, по которой идет основная регуляция удовлетворимости аппетита. В летний жаркий период потребление корма существенно снижается, что делает наиболее лимитирующими многие минеральные вещества, в том числе кальций, натрий, калий, хлор (нарушение кислотно-щелочного баланса [47]). Увеличение хлорида натрия и калия в рационе, в условиях повышенной температуры в помещении, предотвращает падеж птиц, а повышение в рационе натрия, калия и хлора пропорционально увеличивает потребление воды. При этом не наблюдается повышение содержания влаги в фекалиях более 80% [170].

Среди электролитов, рекомендованных для смягчения негативного влияния летней гипертермии, определенную роль играет калий. Он является основным катионом в клетках животных, участвует в регуляции кислотно-щелочного равновесия, в поддержании осмотического давления внутри клеток и в передаче нервных импульсов. Недостаток калия в организме птицы вызывает задержку роста, мышечную слабость, нарушение сердечной деятельности и функции почек [37, 238].

Несмотря на решение комплекса проблем в промышленном птицеводстве, целый ряд требует изучения и научных разработок, в том числе с учетом зональных особенностей, как, например, преодоление отрицательного влияния высоких летних температур или использования нетрадиционных кормовых средств в рационах птицы.

В связи с этим мы изучили влияние новой кормовой добавки «Калий хлористый» в питании цыплят-бройлеров в условиях теплового стресса.

3.2.1 Условия содержания и кормления

Для опытов было сформировано 3 группы суточных цыплят кросса «Росс 308», завезенных из АО «Птицефабрика Краснодарская» (Волгоградская обл.), согласно схеме (таблица 5).

Таблица 5 – Схема опыта

Группы	Кол-во голов	Особенности кормления
Контроль	80	ОР (общий рацион)
I опытная	80	ОР + кормовая добавка «Калий хлористый» в дозировке 0,1%
II опытная	80	ОР + кормовая добавка «Калий хлористый» в дозировке 0,3%

Птица контрольной группы получала общехозяйственный рацион (ОР), I опытной группе давали в составе премикса кормовую добавку KCl в количестве 0,1%, а II опытной группе – 0,3% аналогичной кормовой добавки.

Условия содержания и кормления птицы во всех подопытных группах были одинаковыми и соответствовали нормативным параметрам для кросса «Росс 308», однако начиная со второй недели выращивания, температурный режим превышал нормативные параметры на 5-8 °С.

Рецепты комбикормов и их питательность представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Рационы кормления

Состав	Контрольная			I опытная			II опытная		
	Старт	Рост	Финиш	Старт	Рост	Финиш	Старт	Рост	Финиш
Пшеница, %	18,24	18,36	20,07	18,12	18,24	19,96	17,91	19,03	19,64
Кукуруза, %	38	39	40	38	39	40	38	38	40
Шрот соевый (СП 46%), не содержащий ГМО, %	33	27	23	33	27	23	33	27	23
Шрот подсолнечный (СП 34%, СК 19%), %	–	5	8	–	5	8	–	5	8
Кукурузный глютен (СП 57%), %	3,8	2,8	–	3,8	2,8	–	3,8	2,8	–
Масло подсолнечное, %	2,0	3,5	5,0	2,0	3,5	5,0	2,0	3,5	5,1
DL-метионин (99%), %	0,38	0,31	0,29	0,38	0,31	0,29	0,38	0,31	0,29
L-треонин (98,5%), %	0,1	0,11	0,1	0,1	0,11	0,1	0,1	0,12	0,1
L-лизин сульфат (70%), %	0,61	0,55	0,47	0,61	0,55	0,47	0,61	0,54	0,47
Хлорид калия, %	–	–	–	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3
Хлорид натрия, %	0,3	0,3	0,3	0,23	0,21	0,23	0,1	0,1	0,1
Монокальцийфосфат, %	1,8	1,6	1,4	1,8	1,6	1,4	1,8	1,6	1,4
Известняковая крупка, %	1,2	0,9	0,8	1,2	0,9	0,8	1,2	0,9	0,8
1П5-1 № 30960 0,5%	0,5	–	–	0,5	–	–	0,5	–	–
1П5-2 № 30962 0,5%	–	0,5	–	–	0,5	–	–	0,5	–
1П5-3 № 30963 0,5%	–	–	0,5	–	–	0,5	–	–	0,5
Оксикап MS, г/т	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
000-1ВП6 0,03%	–	–	300,0	–	–	300,0	–	–	300,0

Продолжение таблицы 5

Состав	Контрольная			I опытная			II опытная		
	Старт	Рост	Финиш	Старт	Рост	Финиш	Старт	Рост	Финиш
<i>В комбикорме содержится:</i>									
ОЭ, ккал/100 г	298	306	313	298	305	312	297	304	312
Сырой протеин, %	23,01	21,40	19,17	23,00	21,39	19,16	22,98	21,38	19,13
Сырой жир, %	5,02	6,41	7,76	5,02	6,41	7,76	5,02	6,38	7,86
Сырая клетчатка, %	3,22	3,82	4,10	3,22	3,82	4,10	3,22	3,82	4,09
Линолевая кислота, %	2,62	3,52	4,41	2,61	3,52	4,41	2,61	3,51	4,47
Лизин, %	1,44	1,29	1,15	1,44	1,29	1,15	1,44	1,29	1,15
Метионин, %	0,73	0,65	0,59	0,73	0,65	0,59	0,73	0,65	0,59
Метионин+цистин, %	1,09	0,99	0,90	1,09	0,99	0,90	1,09	0,99	0,90
Треонин, %	0,93	0,88	0,79	0,93	0,88	0,78	0,93	0,88	0,78
Триптофан, %	0,26	0,25	0,23	0,26	0,25	0,23	0,26	0,25	0,23
Ca, %	1,02	0,88	0,80	1,02	0,88	0,80	1,02	0,88	0,80
P, %	0,76	0,73	0,69	0,76	0,73	0,69	0,76	0,73	0,69
P усвояемый, %	0,48	0,44	0,40	0,48	0,44	0,40	0,48	0,44	0,40
P усвояемый +Фитаза, %	–	–	–	0,48	0,44	–	0,48	0,44	–
K, %	0,86	0,79	0,75	0,91	0,84	0,80	1,01	0,94	0,90
Na, %	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Cl, %	0,22	0,22	0,22	0,23	0,22	0,23	0,25	0,25	0,25
DEB мэкв/100 г	23,31	21,64	20,64	24,39	22,98	21,58	26,00	24,36	23,32

В составе премиксов подопытных групп цыплят-бройлеров всех возрастных периодов использовали новую кормовую добавку ИННОВИТ Е 60, для балансирования рациона по витамину Е (патент РФ на изобретение № 2732031), а для смягчения последствий теплового стресса в опытных группах – новую кормовую добавку «Калий хлористый».

3.2.2 Переваримость питательных веществ корма

Микроэлементы играют важную роль в обмене веществ. Они являются единственными и специфическими катализаторами ферментных систем, структурными единицами витаминов и гормонов. Обеспечение потребности птицы

в микроэлементах способствует улучшению переваримости протеина, более полному отложению азота в организме за счет интенсификации биосинтеза белка.

В результате проведения физиологических опытов нами установлено, что в условиях теплового стресса переваримость основных питательных веществ корма организмом цыплят контрольной группы оказалась низкой (таблица 7).

Таблица 7 – Переваримость питательных веществ кормов, % (n=3)

Показатели	Группа		
	контроль	I опытная	II опытная
Сухое вещество	70,7±0,98	76,8±1,13**	77,2±1,09**
Сырой протеин	74,6±2,41	88,4±2,03**	89,7±1,87**
Сырой жир	71,2±1,69	79,5±1,26*	80,8±1,11**
Сырая клетчатка	8,7±1,15	13,8±1,22*	14,6±1,02*
Сырая зола	27,15±0,99	32,6±0,97*	33,9±0,84**

В опытных группах под воздействием изучаемой кормовой добавки коэффициенты переваримости основных питательных веществ корма значительно увеличились и превышали контроль: сухого вещества – на 6,1 (P<0,01) и 6,5% (P<0,01), сырого протеина – на 13,8 (P<0,01) и 15,1% (P<0,01), сырого жира – на 8,3 (P<0,05) и 9,6% (P<0,01), сырой клетчатки – на 5,1 (P<0,05) и 5,9% (P<0,01), сырой золы – на 5,4 (P<0,05) и 6,7% (P<0,01) соответственно.

Как итог снижения потребления корма цыплятами в условиях теплового стресса, снизилось и потребление азота (рисунок 2).

Наиболее низкое потребление азота цыплятами оказалось в контрольной группе и составило 4,61 г, что ниже чем в I опытной группе на 13,02 (P<0,01), во II опытной – на 15,84% (P<0,01). При этом максимальное выделение азота с пометом оказалось также в контрольной группе и превышало этот показатель, по сравнению с опытными группами, на 2,09 (P<0,05) и 1,25% (P<0,05). Соответственно

использование азота от принятого было больше в опытных группах, где цыплята в составе премикса получали кормовую добавку «Калий хлористый», на 7,06 (P<0,01) и 7,80% (P<0,001).

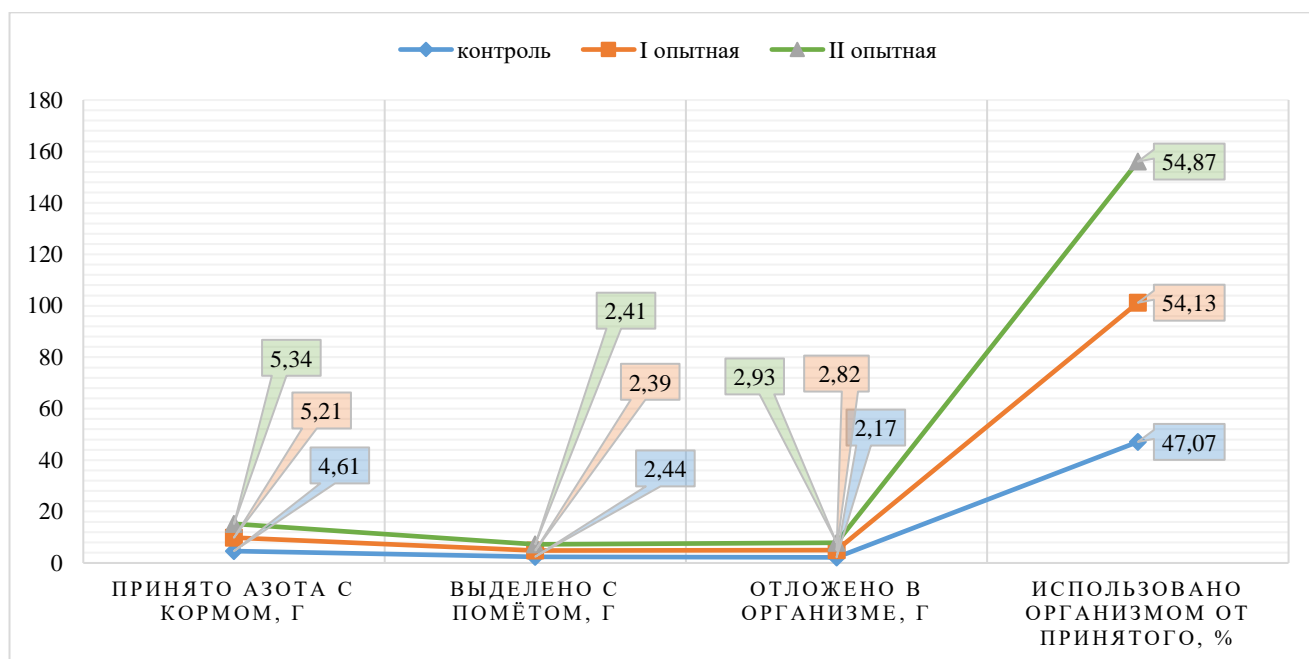


Рисунок 2 – Среднесуточный баланс и использование азота

Среднесуточный баланс кальция и фосфора в организме цыплят подопытных групп оказался различным. Птица контрольной группы потребляла кальция и фосфора с кормом меньше, чем птица опытных групп, которой в составе премикса скормливали изучаемую кормовую добавку (рисунок 3, 4).

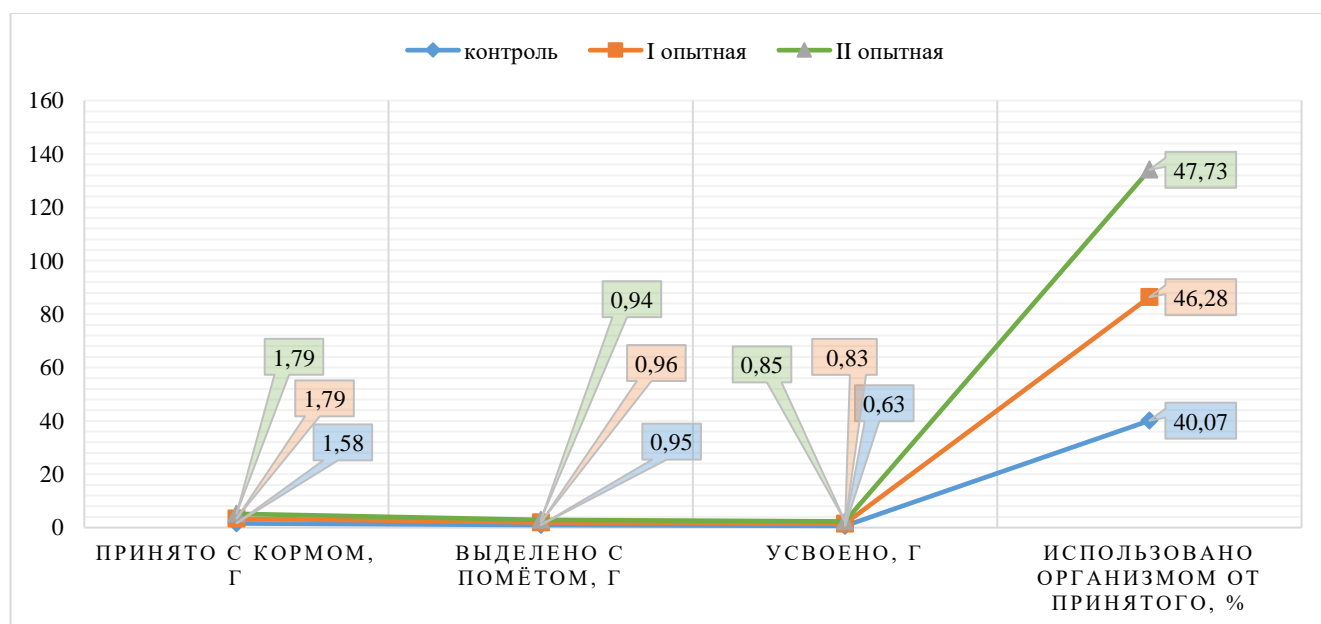


Рисунок 3 – Среднесуточный баланс использования кальция

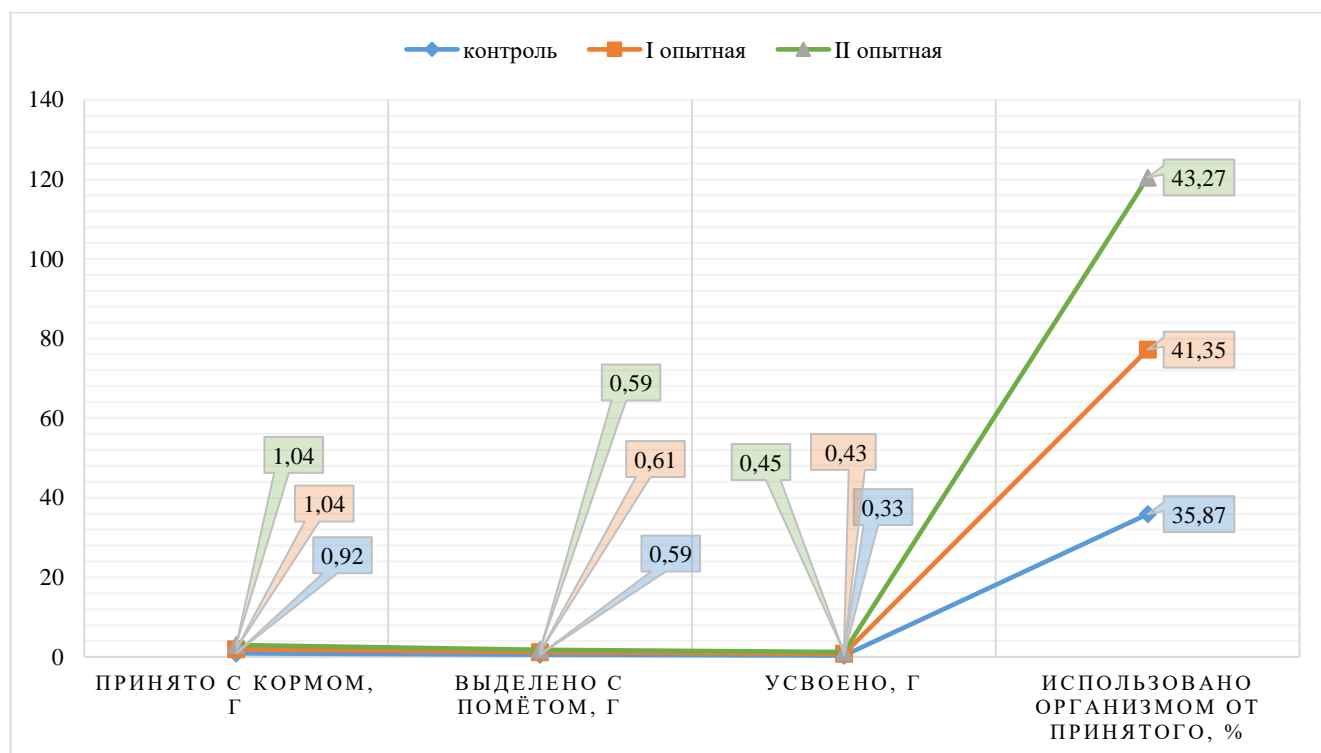


Рисунок 4 – Среднесуточный баланс использования фосфора

Цыплята опытных групп усваивали кальция больше – на 0,20 ($P<0,01$) и 0,22 г ($P<0,001$), фосфора – на 0,10 ($P<0,01$) и 0,12 г ($P<0,001$) по сравнению с контролем, а использование кальция от принятого в I опытной группе составило 46,28 ($P<0,01$), во II – 47,73% ($P<0,001$), фосфора – 41,35 ($P<0,01$) и 43,27% ($P<0,001$) соответственно. Использование кальция в контрольной группе не превышало 40,07, а фосфора – 35,87%.

Исходя из этого можно заключить, что цыплята контрольной группы были более чувствительны к воздействию теплового стресса, чем опытные, получавшие на протяжении выращивания кормовую добавку «Калий хлористый».

3.2.3 Изменение гематологических показателей под воздействием теплового стресса

Калий – основной элемент живых клеток, который наравне с натрием принимает активное участие в регулировании осмотического давления в организме и многих биохимических процессах возбуждения нервной и мышечной ткани. В

определенном соотношении с ионами натрия и кальция он обуславливает нормальную сердечную деятельность, активизирует некоторые ферменты, катализирующие синтез белков. С участием ионов калия, содержащихся в эритроцитах, происходит перенос кислорода гемоглобином [37, 87].

Большинство физиологических изменений в организме определенным образом оказывает влияние на морфологические и биохимические показатели крови. Кровь обуславливает состояние гомеостаза внутренней среды организма. Она обеспечивает гуморальную регуляцию жизнедеятельности, активный обмен веществ, энергии и иммунный статус всех клеток, органов и тканей птицы. Определение количественных и качественных показателей ряда компонентов крови является одним из методов оценки состояния здоровья цыплят-бройлеров.

При воздействии стресса на организм включаются механизмы, направленные на поддержание гомеостаза. Поэтому основные показатели красной крови могут служить критериями приспособляемости к условиям среды (таблица 8).

Таблица 8 – Показатели красной крови цыплят (n=5)

Показатели	Группы		
	контроль	I опытная	II опытная
Эритроциты (RBC), $10^{12}/л$	4,09±0,21	3,42±0,19*	3,54±0,23**
Лейкоциты (WBC), $10^9/л$	44,52±1,49	37,15±1,18**	36,88±1,31**
Тромбоциты (PLT), $10^9/л$	239,46±8,18	145,34±7,84***	141,29±7,18***
Гематокрит (HCT), %	35,37±1,43	33,18±1,19*	28,14±1,34**
Гемоглобин (HGB), г/л	69,56±2,84	81,39±3,11*	88,14±4,07**

Проведенные исследования доказывают, что у бройлеров, выращиваемых в условиях повышенных температур обменные процессы в организме замедляются, а состояние птицы резко ухудшается. Однако, нами установлено, что изучаемая кормовая добавка способствовала активизации и нормализации обменных

процессов в организме птицы опытных групп. Содержание эритроцитов в крови цыплят опытных групп снизилось относительно контроля на 19,59 ($P<0,05$) и 15,54% ($P<0,01$), а концентрация гемоглобина повысилась в I опытной группе до 81,39, во II опытной – до 88,14 г/л, что по сравнению с контролем выше на 17,01 ($P<0,05$) и 26,71% ($P<0,01$). Уровень гематокрита снизился в I опытной группе – на 6,60 ($P<0,05$), во II опытной – на 25,69% ($P<0,01$). Полученные данные свидетельствуют, что у цыплят контрольной группы наблюдается выраженный тромбоцитоз. Как известно, одной из причин увеличения тромбоцитов в крови является продолжительное воздействие высоких температур окружающей среды на организм и недостаточное потребление воды. В нашем опыте содержание тромбоцитов в крови цыплят контрольной группы выше, чем в опытных на 64,76 ($P<0,001$) и 69,48% ($P<0,001$) соответственно. Уровень лейкоцитов в контрольной группе находился на высоком уровне, что характеризует воспалительные процессы в организме птицы в результате теплового стресса, а в опытных группах наблюдается снижение концентрации лейкоцитов относительно контроля – на 19,84 ($P<0,01$) и 20,72% ($P<0,01$), что говорит о некоторой нормализации содержания лейкоцитов под воздействием и положительном ее влиянии на иммунитет птиц.

Нами установлено, что при использовании в кормлении цыплят-бройлеров кормовой добавки «Калий хлористый», биохимические показатели крови цыплят-бройлеров опытных групп изменились по сравнению с контролем (таблица 9).

Так, содержание общего белка в опытных группах I и II увеличилось по сравнению с контролем на 9,87 ($P<0,05$) и 13,30% ($P<0,05$), альбуминовой фракции — на 12,16 ($P<0,05$) и 19,20% ($P<0,05$) соответственно. Уровень глобулинов возрос на 8,10 и 8,74% при недостоверной разнице. Соответственно белковый индекс в опытных группах превысил контроль на 0,02 и 0,07 ед. Наиболее высокий уровень мочевины наблюдался в сыворотке крови цыплят опытной группы II – он превысил контрольный показатель на 18,22 ($P<0,05$), а в опытной группе I – на 15,99%

($P < 0,05$). Содержание глюкозы в опытных группах I и II также превосходило контрольный показатель – на 18,48 ($P < 0,05$) и 23,91% ($P < 0,05$) соответственно.

Таблица 9 – Биохимические показатели сыворотки крови подопытных цыплят-бройлеров (n=3)

Показатель	Группа		
	Контрольная	1 опытная	2 опытная
Общий белок, г/л	30,90±0,69	33,95±0,75*	35,01±0,72*
Альбумины, г/л	13,49±0,47	15,13±0,29*	16,08±0,51*
%	43,66±0,53	44,57±0,65	45,93±0,68
Глобулины, г/л	17,41±0,49	18,82±0,41	18,93±0,56
%	56,34±0,66	55,43±0,69	54,07±0,71
Белковый индекс	0,78	0,80	0,85
Содержание, ммоль/л:			
мочевины	2,69±0,08	3,12±0,09*	3,18±0,09*
глюкозы	8,29±0,29	9,81±0,37*	10,26±0,39*
кальция	2,28±0,07	2,63±0,08*	2,75±0,09**
фосфора	2,89±0,09	3,11±0,07	3,24±0,08
калия	3,23±0,23	4,45±0,19**	4,53±0,18***
магния	0,88±0,06	0,95±0,05	0,98±0,07

Количество минеральных элементов, таких как фосфор и магний, имело некоторую тенденцию к увеличению при недостоверной разнице. Концентрация калия возросла в опытных группах I и II на 37,77 ($P < 0,01$) и 40,25% ($P < 0,001$), а кальция – на 15,35 ($P < 0,05$) и 20,61% ($P < 0,01$) соответственно.

Снижение продуктивности и жизнеспособности птицы непосредственно связаны с уровнем иммунологической реактивности и естественной резистентности организма, ослабление которых зависит от многих факторов, среди которых является повышение температуры окружающей среды [68, 109, 120].

Естественная, или неспецифическая, реактивность подразумевает способность организма противостоять неблагоприятным воздействиям [4, 30, 61, 106, 112, 113].

Нами установлено, что изучаемая кормовая добавка оказала позитивное влияние на повышение естественной резистентности цыплят опытных групп (рисунок 5).

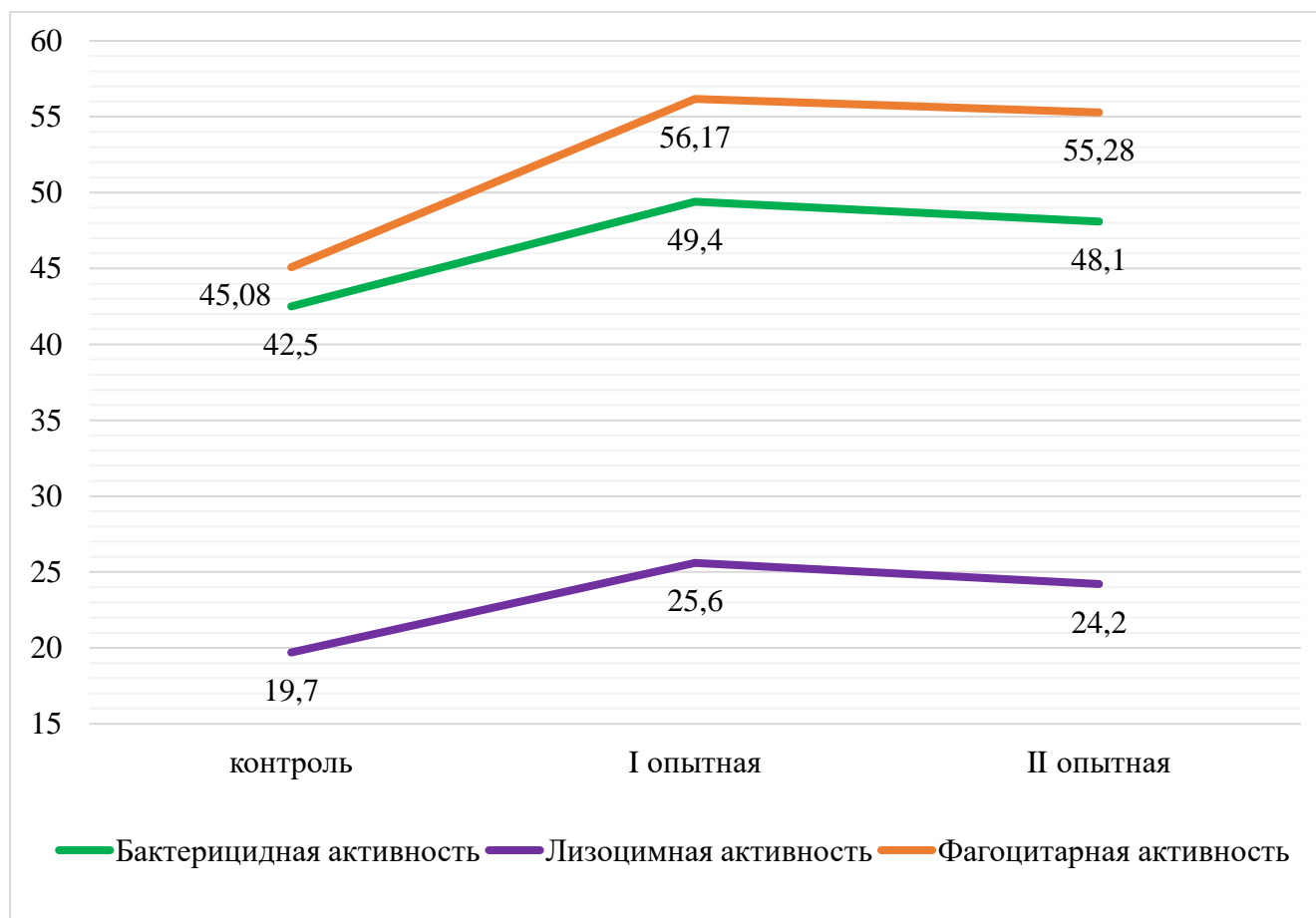


Рисунок 5 – Естественная резистентность цыплят, %

Бактериальная активность сыворотки крови бройлеров повысилась – на 5,38 (P<0,05) и 6,84% (P<0,01), лизоцимная – на 4,97 (P<0,05) и 5,79% (P<0,05), фагоцитарная – на 4,67 (P<0,05) и 6,12% (P<0,01) по сравнению с контролем.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что кормовая добавка «Калий хлористый» в кормлении цыплят-бройлеров может эффективно использоваться для смягчения негативного воздействия высокой температуры окружающей среды, которая способствует повышению переваримости питательных веществ корма и лучшему усвоению азота, кальция и фосфора,

нормализации обменных процессов и повышению естественной резистентности в организме цыплят, чем смягчает неблагоприятные последствия теплового стресса.

3.2.4 Изменение динамики живой массы цыплят-бройлеров

По мнению Околеловой Т.М. [80], одним из критериев адекватности кормления, условия содержания птицы и факторов, определяющих дальнейшую ее продуктивность, является живая масса и однородность этого показателя в процессе выращивания. Следует отметить, что при откорме цыплят-бройлеров в условиях повышенных температур окружающей среды эти показатели имеют особую значимость.

Результаты исследований динамики живой массы подопытных цыплят представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Динамика живой массы подопытных цыплят, г

Возраст, дни	ST кросса	Контроль	I опытная	II опытная
0	42,0	41,9±1,08		
7	185,0	168,5±2,90	172,5±2,09	172,9±2,02
14	473,0	436,6±7,55	465,7±7,29	469,0±7,01
21	916,0	766,9±11,88	812,0±12,90	824,2±11,19
28	1479,0	1141,2±16,38	1198,3±19,70	1215,4±16,10
35	2113,0	1554,4±18,12	1663,1±14,34*	1702,6±14,15**
40	2581,0	1925,1±35,24	2070,0±35,66**	2146,4±37,31***
Затраты корма на 1 кг прироста	1,57	1,74	1,69	1,65

Анализируя показатели живой массы подопытных цыплят в процессе выращивания в условиях гипертермии, мы установили, что бройлеры контрольной

группы значительно отставали в росте относительно стандарта кросса и, к концу откорма разница составила 655,9 г. В опытных группах также наблюдалось отставание по живой массе относительно стандартных значений, но в меньшей степени: в I опытной группе – на 511,0, во II опытной – на 434,6 г. При этом, в опытных группах, живая масса бройлеров, которым скармливали кормовую добавку «Калий хлористый» превышала контроль на всем протяжении выращивания. До 20-ми дневного возраста наблюдалась устойчивая тенденция повышения живой массы в опытных группах относительно контрольной, а в 35 дней зафиксирована достоверная разница в пользу опытных групп на 6,99 (P<0,05) и 9,53% (P<0,01), в 40 дней – на 144,9 (7,52%; P<0,01) и 221,3 г (11,50%; P<0,001) соответственно.

Затраты корма на 1 кг прироста живой массы в опытных группах I и II составили соответственно 1,69 и 1,65 кг, а в контрольной – 1,74 кг.

Аналогично живой массе среднесуточные приросты во всех подопытных группах оказались ниже стандартных значений, но при этом изучаемый показатель в опытных группах превышал контроль на всем протяжении откорма (рисунок 6).

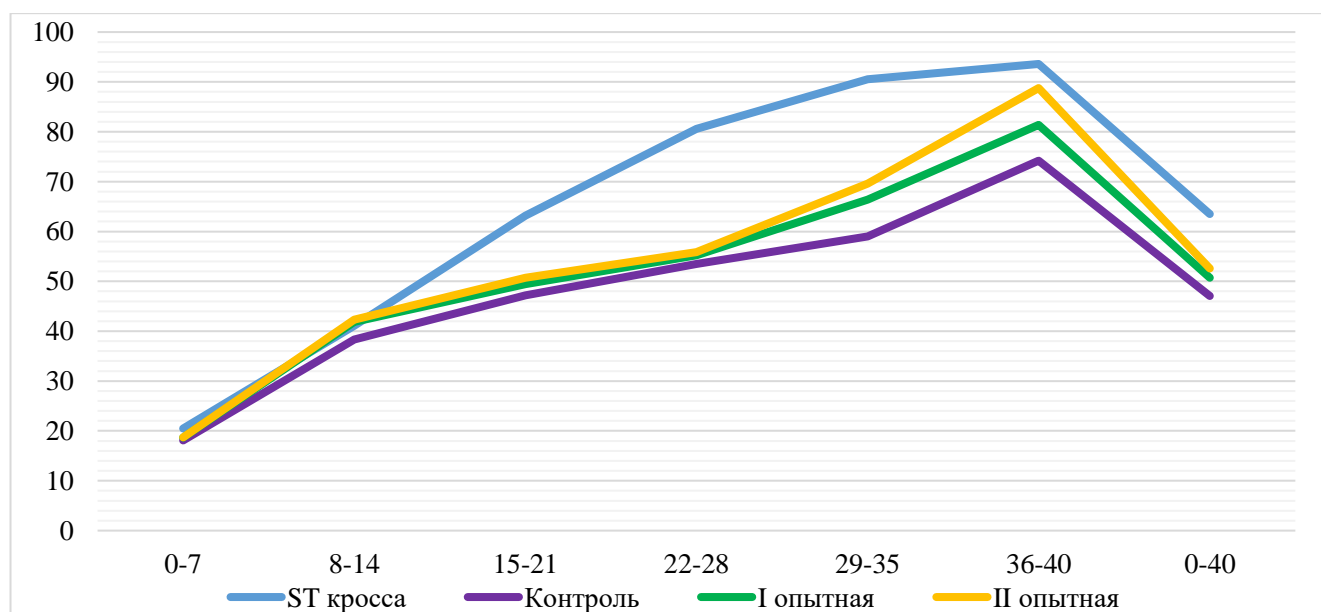


Рисунок 6– Динамика среднесуточных приростов живой массы бройлеров, г

Среднесуточные приросты цыплят опытных групп за период откорма превышали контрольные значения в I опытной группе на 3,62 (7,69%; $P < 0,01$), во II опытной – на 5,53 г (11,74%; $P < 0,001$).

Расчет относительной скорости роста позволил установить колебания данного показателя, как в сравнении со стандартными значениями кросса, так и в разрезе подопытных групп (рисунок 7).

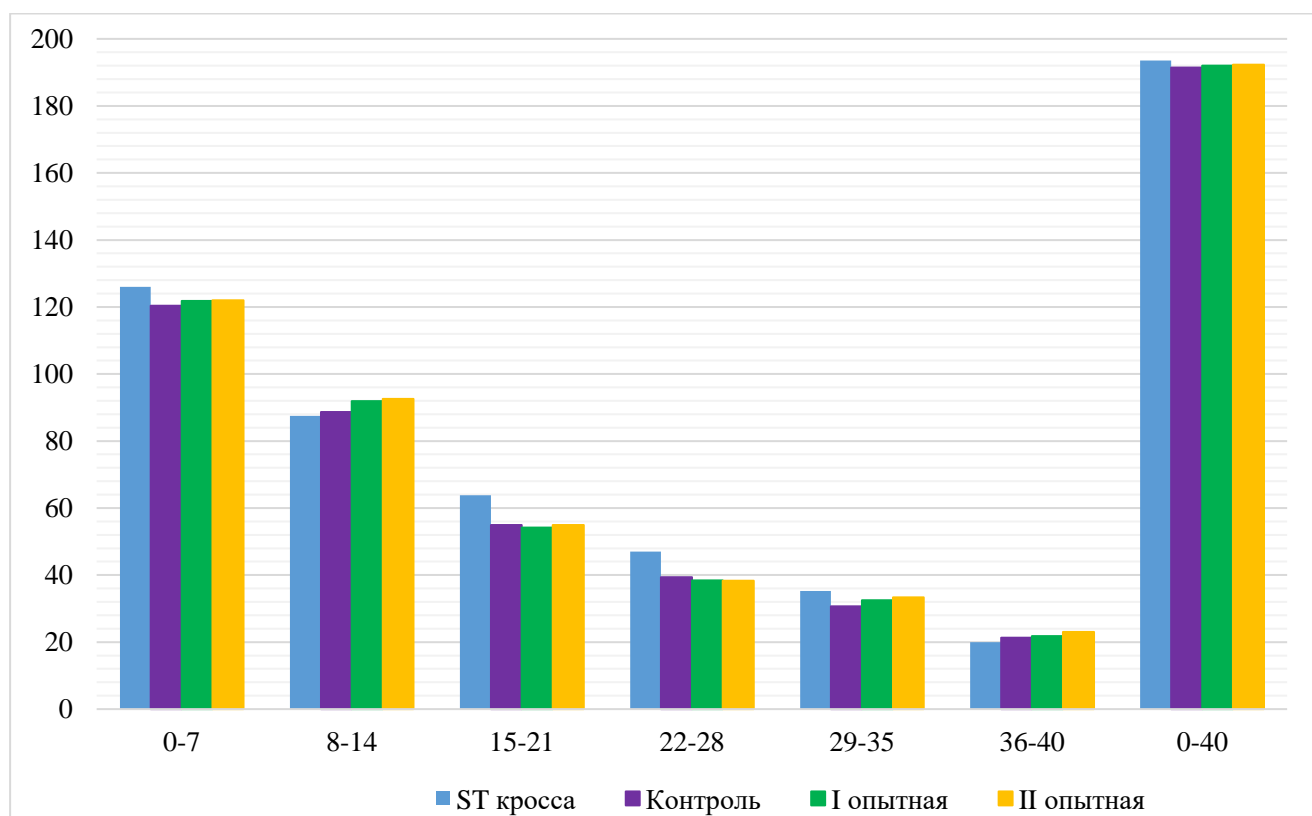


Рисунок 7 – Относительная скорость роста, %

В первую неделю выращивания цыплят (0-7 дней) относительная скорость роста всех подопытных групп оказалась ниже стандарта: в контрольной группе – на 5,65%, в I и II опытных группах – на 4,17 и 4,02%. В период 8-14 дней этот показатель превышал стандартные значения на 1,07; 4,34 и 5,03% соответственно. Затем, начиная с 15 дня и до 35-ти дневного возраста интенсивность роста была ниже стандарта, а в возрастной период 36-40 дней превышала аналогичный показатель. За весь период откорма зафиксировано снижение относительной интенсивности роста цыплят-бройлеров подопытных групп по сравнению со

стандартными значениями: в контроле – на 2,11%, в I и II опытных группах – на 1,43 и 1,25%.

Рассматривая показатель относительной скорости роста цыплят-бройлеров в разрезе подопытных групп было установлено, что в опытных группах разница в пользу II, по сравнению с контрольной, сохранялась на всем протяжении выращивания, во все возрастные периоды, кроме 22-28 и, к концу откорма составила 0,73%, а в I опытной, за исключением возраста 15-21 и 22-28 дней, за весь период все-таки превышала контроль на 0,58%.

Показатель однородности стада во всех подопытных группах был ниже нормативного, который должен находиться на уровне 85%. При этом в опытных группах, где цыплята получали изучаемую добавку однородность по живой массе, составила 80,4 и 81,9%, что выше, чем в контроле на 5,2 и 6,7%. Выровненный показатель однородности стада в опытных группах также способствовал получению более высокой живой массы.

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что цыплята-бройлеры, выращенные в условиях гипертермии, отставали в росте и развитии по сравнению со стандартными показателями кросса «РОСС 308». При этом новая кормовая добавка «Калий хлористый» способствовала частичной нормализации обменных процессов в организме бройлеров опытных групп, в результате которых живая масса, среднесуточные и относительные приросты превышали контроль.

3.2.5 Мясная продуктивность бройлеров в условиях гипертермии

Морфологический состав мяса является одним из критериев оценки мясной продуктивности цыплят-бройлеров, который в большей степени зависит от соотношения входящих в него тканей [21, 23, 57, 58].

Анализ показателей мясной продуктивности птиц свидетельствует о том, что предубойная масса цыплят контрольной группы оказалась ниже стандартных

показателей кросса, за счет снижения потребления корма в условиях температурного стресса (таблица 11).

Таблица 11 – Морфологический и сортовой состав тушек
цыплят-бройлеров

Показатели	контрольная	I опытная	II опытная
Предубойная масса, г	1880,8±17,49	2022,4±18,63**	2097,1±17,95***
Масса потрошенной тушки, г	1282,7±16,49	1431,9±17,15**	1501,5±16,86***
Убойный выход, %	68,2	70,8	71,6
Масса мышц, г	749,1±15,32	862,0±14,14**	914,4±13,67**
% (относительно потрошенной тушки)	58,4	60,2	60,9
в том числе грудные, г	243,5±8,93	298,3±9,05*	320,9±7,12**
% (относительно массы мышц)	32,5	34,6	35,1
Масса съедобных частей, г	1132,2±18,03	1241,7±15,25*	1298,1±16,71**
% (относительно предубойной массы)	60,2	61,4	61,9
Масса несъедобных частей, г	410,0±1,18	412,6±2,13	415,2±1,65
% (относительно предубойной массы)	21,8	20,4	19,8
Отношение массы съедобных частей к несъедобным	2,76	3,01	3,12
Сортность мяса:			
1 сорт, %	55,7	63,9	65,7
2 сорт, %	44,3	36,1	34,3

В опытных группах изучаемая кормовая добавка способствовала снижению негативного влияния температурного стресса на организм птиц. Предубойная масса цыплят опытных групп превышала контрольные показатели

на 141,6 и 216,3 г или 7,53 (P<0,01) и 11,50% (P<0,001), соответственно и масса потрошенной тушки оказалась выше на 11,63 (P<0,01) и 17,06% (P<0,001). Убойный выход в опытных группах составил 70,8 и 71,6%, что выше чем в контрольной группе на 2,6 и 3,4%. Как итог вышесказанного, выход грудных мышц в I опытной группе превышал контроль на 22,51 (P<0,05), во II опытной – 31,79% (P<0,001), а отношение массы съедобных частей к несъедобным – на 0,25 и 0,36. За счет плохой обмускуленности, выход тушек 1 сорта в контрольной группе составил 55,7%, что ниже, чем в I опытной на 8,2%, во II опытной – на 10,0%.

Результаты исследований показали положительное действие изучаемой кормовой добавки на развитие внутренних органов подопытных цыплят (таблица 12).

Таблица 12 – Масса внутренних органов подопытных цыплят-бройлеров (n=6)

Показатели	Ед. изм.	контрольная	I опытная	II опытная
Предубойная масса	г	1880,8±17,49	2022,4±18,63**	2097,1±17,95***
Масса печени	г	34,04±1,32	40,04±1,26**	42,36±1,64***
	%	1,81	1,98	2,02
Масса мышечного желудка (без содержимого)	г	21,44±0,56	23,45±0,41*	24,33±0,63**
	%	1,14	1,16	1,16
Масса сердца	г	10,53±0,24	9,10±0,32**	9,23±0,41*
	%	0,56	0,45	0,44
Масса легких, почек	г	36,11±1,42	42,87±1,61*	44,67±2,13**
	%	1,92	2,12	2,13
Масса селезенки	г	0,98±0,05	1,36±0,06***	1,45±0,08***
	%	0,052	0,067	0,069

Абсолютная и относительная масса внутренних органов характеризует изменение физиологических и обменных процессов, происходящих под воздействием теплового стресса. Масса печени и мышечного желудка в контрольной группе оказалась значительно ниже, чем в опытных, по всей вероятности, за счет более значительного снижения потребления корма. Абсолютная масса печени цыплят опытных групп превышала контрольные значения на 6,00 (17,62%; $P < 0,01$) и 8,32 г (24,44%; $P < 0,001$), а относительная – на 0,17 и 0,21%, мышечного желудка: абсолютная масса – на 2,01 (9,38%; $P < 0,05$) и 2,89 г (13,48%; $P < 0,01$), относительная – 0,02% в обеих опытных группах.

Наиболее высоким снижением массы как абсолютной, так и относительной характеризовалась селезенка цыплят контрольной группы. В I опытной группе абсолютная масса селезенки превышала аналогичный показатель контроля на 0,38 г (38,78%; $P < 0,001$), во II опытной – на 0,47 г (47,96%; $P < 0,001$), что связано со снижением активности и эффективности работы лимфоидных органов, в том числе селезенки в период теплового стресса.

Масса сердца цыплят контрольной группы как абсолютная, так и относительная увеличилась по сравнению с I опытной группой на 1,43 г (15,71%; $P < 0,01$) и 0,11%; II опытной – на 1,30 г (14,08%; $P < 0,05$) и 0,12%. Увеличение относительной массы сердца в контрольной группе можно объяснить повышенной нагрузкой на сердечно-сосудистую систему в условиях гипертермии.

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что под воздействием теплового стресса у цыплят-бройлеров ухудшается физиологическое состояние, затрагивая все системы и органы. Кормовая добавка «Калий хлористый» в рационах бройлеров, выращиваемых в условиях теплового стресса, оказала положительное влияние на нормализацию обменных процессов, живую массу и развитие внутренних органов.

3.2.6 Химический состав грудных мышц и печени

В летний период, в условиях жаркого климата Нижнего Поволжья, применение изучаемой добавки позитивно повлияло на обменные процессы в организме бройлеров и способствовало повышению их мясной продуктивности, а также улучшению качественных показателей мяса.

Питательная ценность мяса, а в частности, химический состав грудных мышц представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Химический состав и энергетическая ценность грудных мышц

Показатели	контрольная	I опытная	II опытная
Сухое вещество, %	22,94±0,23	23,71±0,12*	23,92±0,21*
Белок, %	19,90±0,14	20,58±0,17*	20,79±0,19*
Жир, %	2,08±0,17	2,12±0,11	2,11±0,14
Зола, %	0,96±0,014	1,01±0,0011*	1,02±0,0013*
Энергетическая ценность, КДж/100 г	422,61	435,84	439,06

На основании полученных данных было установлено, что в опытных группах наблюдалось увеличение содержания сухого вещества, белка и жира: в I опытной группе на 0,77 (P<0,05), 0,68 (P<0,05) и 0,04%, во II опытной – на 0,98 (P<0,05), 0,89 (P<0,05) и 0,03% относительно контроля.

Содержание золы в грудных мышцах контрольной группы также снизилось, по всей вероятности, за счет снижения потребления корма и недостаточного поступления в организм минеральных веществ. Содержание золы в мясе цыплят опытных групп превышало контрольные показатели на 0,05 (P<0,05) и 0,06% (P<0,05).

Энергетическая ценность мяса цыплят-бройлеров в опытных группах возросла за счет нормализации химического состава под воздействием кормовой добавки «Калий хлористый» на 13,23 и 16,45 КДж/100 г.

Минеральные вещества не участвуют в энергетическом обмене, но именно они управляют процессами обмена веществ, поддерживают физическую и химическую ценность клеток и тканей, особенно в период стрессов. В связи с этим мы изучили минеральный состав грудных мышц цыплят подопытных групп (таблица 14).

Таблица 14 – Минеральный состав грудных мышц бройлеров, мкг/г

Показатели	Группы		
	контрольная	I опытная	II опытная
Кальций (Ca)	110,4±2,29	118,7±2,11*	129,3±3,15**
Фосфор (F)	6627,0±56,17	6962,0±69,21*	7208,0±72,49**
Калий (K)	9734,0±93,21	10693,0±98,18**	11158,0±106,81***
Магний (Mg)	988,0±22,15	996,0±31,13	1015,0±25,69
Натрий (Na)	1162,0±19,62	1329,0±24,44**	1409,0±19,87***
Железо (Fe)	24,15±0,54	27,93±0,43**	32,62±0,59***
Медь (Cu)	1,16±0,09	1,23±0,07	1,27±0,08
Марганец (Mn)	0,35±0,07	0,39±0,05	0,40±0,03
Цинк (Zn)	20,19±0,49	22,16±0,52*	23,38±0,45**

Результаты исследований убедительно доказывают, что концентрация минеральных веществ в грудных мышцах бройлеров находилась в зависимости от их поступления с кормом. Как уже отмечалось, в связи с низким потреблением корма, в мясе цыплят контрольной группы снизилось содержание золы и

соответственно уровень основных минеральных элементов, который оказался значительно ниже, чем в опытных.

Изучаемая кормовая добавка способствовала нормализации потребления корма цыплятами опытных групп в условиях теплового стресса, в результате чего, накопление минеральных элементов в грудных мышцах соответствовало нормативным показателям и значительно превышало контрольные значения. Так, содержание кальция в грудных мышцах опытных групп оказалось выше контроля на 7,52 (P<0,05) и 17,12% (P<0,01), фосфора – на 5,06 (P<0,05) и 8,77% (P<0,01), калия – на 9,85 (P<0,01) и 14,63% (P<0,001), натрия – на 14,37 (P<0,01) и 21,26% (P<0,001), железа – на 15,65 (P<0,01) и 35,07% (P<0,001) и цинка на 9,76 (P<0,05) и 15,80% (P<0,01) соответственно.

Профилактика и ликвидация последствий теплового стресса у птиц в условиях промышленных технологий – одна из актуальных задач, от решения которой зависят рентабельность производства и все экономические показатели эффективности. Известно, что в период стрессовых воздействий на организм, печень испытывает значительную нагрузку, так как является органом метаболизма и осуществляет дезинтоксикационный барьер между желудочно-кишечным трактом и кровью [14, 15, 31, 32, 33, 93].

В нашем опыте воздействие теплового стресса на организм цыплят-бройлеров негативно отразилось и на содержании витаминов в печени (рисунок 8).

В контрольной группе содержание изучаемых витаминов находилось ниже нормативных показателей, а в опытных уровень витамина А превышал контрольные значения на 23,59 (P<0,01) и 31,23% (P<0,01), витамина Е – на 18,56 (P<0,05) и 25,11% (P<0,01), витамина В₂ – на 36,17 (P<0,01) и 46,77% (P<0,001) относительно контроля.

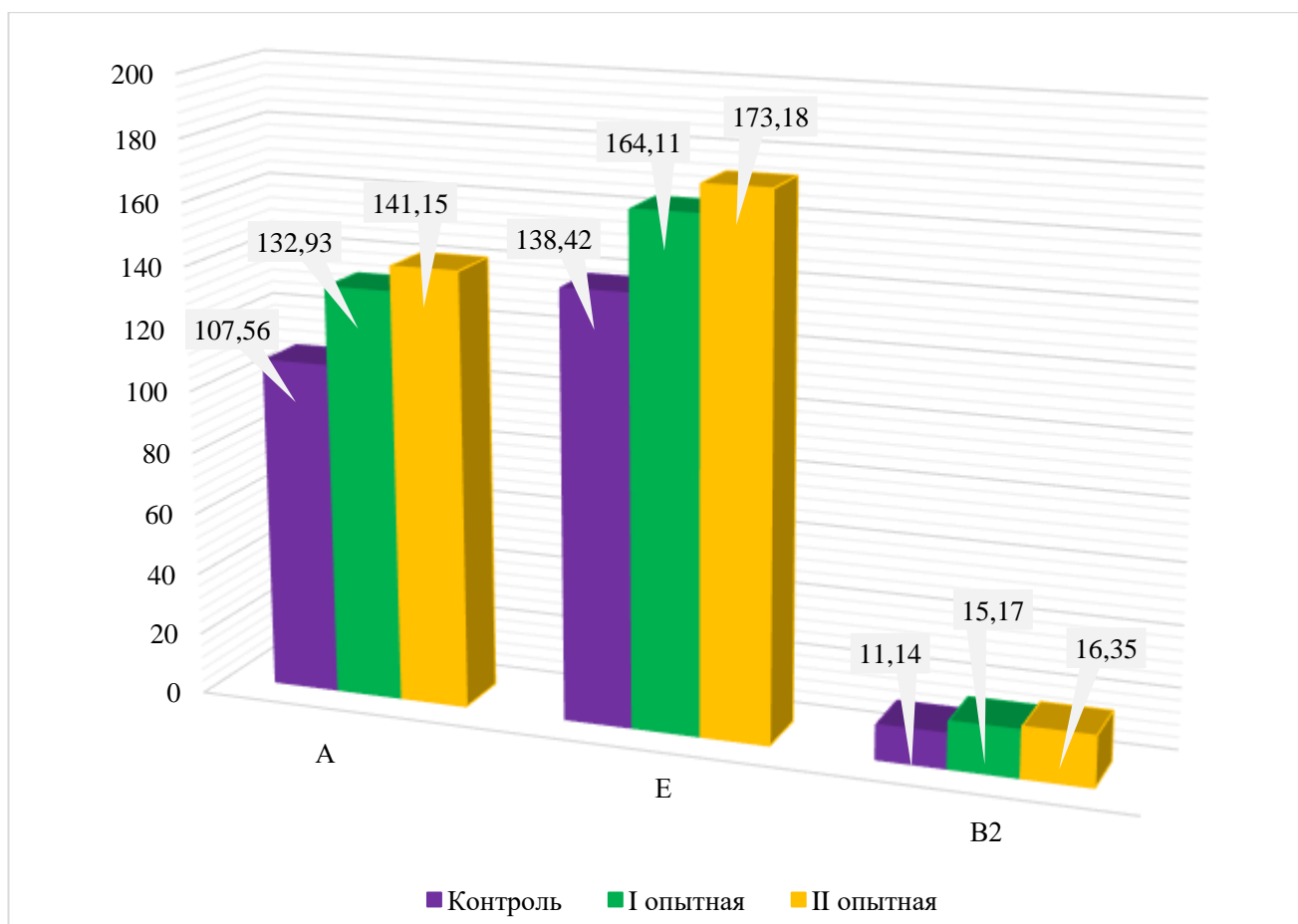


Рисунок 8 – Содержание витаминов в печени, мкг/г

Таким образом кормовая добавка «Калий хлористый» способствовала нормализации обменных процессов в период теплового стресса, в результате чего улучшился химический состав грудных мышц и витаминный – в печени цыплят-бройлеров опытных групп по сравнению с контролем.

3.2.7 Экономическая эффективность

Экономическую эффективность производства мяса цыплят-бройлеров в условиях теплового стресса при использовании в их рационах кормовой добавки «Калий хлористый» рассчитывали, по фактическим ценам, сложившимся в 2019 г. (таблица 15).

Таблица 15 – Экономическая эффективность выращивания цыплят-бройлеров

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Срок откорма, дни	40	40	40
Среднее поголовье за период опыта, гол.	80	80	80
Средняя живая масса 1 головы, г	1925,1	2070,0	2146,4
Абсолютный прирост живой массы:			
1 гол., г	1883,2	2028,1	2104,5
Всего, кг	150,7	162,3	168,4
Убойный выход, %	68,2	70,8	71,6
Получено мяса всего, кг	102,8	114,9	120,6
Затраты корма на 1 кг прироста, корм. ед.	1,74	1,69	1,65
Производственные затраты, всего, руб.	10210,6	10418,8	10796,5
Сумма выручки от реализации мяса всего, руб.	12336,0	13788,0	14472,0
Прибыль, руб.	2125,4	3369,2	3675,5
Уровень рентабельности, %	20,82	32,34	34,04

Использование изучаемой кормовой добавки в рационах цыплят-бройлеров оказало существенное влияние не только на нормализацию интенсивности роста цыплят, использование кормов и конечную продуктивность, но и на экономическую эффективность. Уровень рентабельности в опытных группах возрос по сравнению с контролем на 11,52 и 13,84%.

3.3 Эффективность использования кормовой добавки Мадуфор® в рационах цыплят-бройлеров для купирования последствий теплового стресса

Перегревание характеризуется тяжелым общим состоянием, нарушением

обмена веществ, накоплением тепла организмом при замедленной теплоотдаче. В результате теплового воздействия нарушается теплообмен в организме, развиваются циркуляционные расстройства с нарушением мозгового кровообращения, возникает венозный застой крови, сопровождающийся отеком легких, кислородным голоданием, учащением сердцебиения, патологией дыхания [53, 173].

В организме птицы накапливаются продукты нарушенного обмена веществ, развивается аутоинтоксикация за счет тепловой денатурации кровяных и тканевых белков, увеличивается содержание молочной, пировиноградной кислот, кетоновых тел, аммиака [107, 108].

Зафиксированный уровень температуры окружающей среды выше 32°C на территории Нижнего Поволжья в летний период считается характерным для данной географической зоны и который нередко является предрасполагающим фактором для развития тяжелых патологических состояний у птиц.

Для купирования описанных выше патологических процессов у цыплят-бройлеров компания ООО «НИТА-ФАРМ» разработала кормовую добавку Мадуфор®, содержащую в качестве действующих веществ хлориды натрия и калия, крахмал, декстрозу, сахарозу, пребиотики, водорастворимые витамины и натуральные экстракты растений.

Целью исследований явилось изучить эффективность влияния кормовой добавки Мадуфор® при выращивании цыплят-бройлеров в условиях теплового стресса. Для III опыта были сформированы две группы цыплят, по 50 голов в каждой. Птица контрольной группы получала общехозяйственный рацион (ОР), который параллельно выпаивали 5% раствор глюкозы, птица опытной группы получала ОР и кормовую добавку Мадуфор®, из расчета 4 г/л воды, согласно схеме (таблица 16).

Таблица 16 – Схема опыта

Группы	Кол-во голов	Особенности кормления
Контрольная	50	ОР (общехозяйственный рацион)
Опытная	50	ОР + кормовая добавка Мадуфор® в расчете 4г/л воды

Условия содержания и кормления были одинаковыми. В период выращивания температура воздуха в помещении колебалась от 33 до 37 °С, в зависимости от температуры окружающей среды. Следует отметить, что для снижения температуры воздуха в помещении применялась система водяного охлаждения, но достичь комфортной температуры не удалось, т.к. в период опыта температура окружающей среды в дневное время достигала 42-45 °С.

3.3.1 Гематологические показатели цыплят-бройлеров

Гематологические данные являются существенными элементами характеристики клинико-физиологического статуса организма [77]. Вопросы физиологии и функционального реагирования системы крови на различные воздействия факторов внешней среды, в том числе стрессоров, на изменения внутренних свойств в организме птицы очень актуальны. Особый интерес представляют исследования системы крови в период развития иммунных реакций.

Птица негативно реагирует на тепловой стресс изменением поведения, физиологических и иммунологических реакций, которые приводят к снижению потребления корма, скорости роста и развития, яйценоскости и жизнеспособности птицы [22, 47, 110]. Под воздействием теплового стресса у птиц увеличивается объем плазмы крови и уровень в ней гормонов, глюкозы, форменных элементов крови, белка, электролитов повышается [199, 207, 232].

По результатам гематологических исследований на фоне дегидратации был выявлен умеренный лейкоцитоз, тромбоцитоз, эритроцитоз, а также повышение гемоглобина и гематокрита в крови цыплят контрольной группы (таблица 17).

Таблица 17 – Морфологические показатели крови цыплят (n=5)

Показатели	контрольная	опытная
Эритроциты, $10^{12}/л$	4,18±0,19	3,47±0,25
Гематокрит, %	39,32±1,84	34,48±1,49
Гемоглобин, г/л	107,11±2,51	103,89±3,18
Лейкоциты, $10^9/л$	40,17±1,23	39,25±1,13
Тромбоциты, $10^9/л$	232,85±7,62	168,85±7,24

Так, уровень эритроцитов в контрольной группе составил $4,18 \cdot 10^{12}/л$, гемоглобина 107,11 г/л, гематокрита 39,32% и тромбоцитов $232,85 \cdot 10^9/л$, а в опытной группе эти показатели находились в пределах физиологической нормы и составили соответственно $3,47 \cdot 10^{12}/л$, 103,89 г/л, 34,48% и $168,85 \cdot 10^9/л$, что свидетельствует о нормализации обменных процессов в организме цыплят-бройлеров под воздействием кормовой добавки Мадуфор®.

В сыворотке крови цыплят-бройлеров контрольной группы было зафиксировано повышенное содержание общего белка по сравнению с опытной группой на 5,28 г/л (11,91%; $P < 0,01$) (таблица 18).

Уровень АСТ в контрольной группе также превышал аналогичные показатели опытной группы на 15,06 ед/л ($P < 0,01$). Содержание мочевины и креатинина находилось практически на одном уровне в обеих группах.

В процессе опыта, под воздействием кормовой добавки Мадуфор®, улучшился минеральный состав сыворотки крови цыплят опытной группы по отношению к контролю. Концентрация кальция, натрия и калия достоверно

превышала контроль на 14,78 (P<0,05), 1,65 (P<0,05) и 8,15% (P<0,01), а уровень фосфора имел тенденцию к повышению при недостоверной разнице.

Таблица 18 – Биохимические показатели сыворотки крови цыплят (n=5)

Показатели	контрольная	опытная
Общий белок, г/л	49,63±8,93	44,35±0,82**
АСТ, ед/л	254,17±3,21	239,11±2,95**
АЛТ, ед/л	7,69±0,09	7,93±0,11
Мочевина, ммоль/л	2,93±0,12	3,09±0,17
Креатинин, ммоль/л	31,8±0,07	32,4±0,06
Кальций, ммоль/л	2,91±0,11	3,34±0,09*
Фосфор, ммоль/л	3,05±0,08	3,14±0,09
Натрий, ммоль/л	157,24±0,69	159,83±0,71*
Калий, ммоль/л	4,17±0,06	4,51±0,07**

Исследования морфо-биохимических показателей крови позволили заключить, что кормовая добавка Мадуфор® способствовала нормализации обмена веществ у цыплят-бройлеров опытной группы в период теплового стресса, что в свою очередь положительно отразилось на их мясной продуктивности.

3.3.2 Изменение динамики живой массы бройлеров

Рост и развитие животных взаимообусловлены и связаны друг с другом как две стороны единого процесса онтогенеза. Контроль за живой массой, её изменение дает возможность еще при жизни животного судить о его мясной продуктивности и некоторых процессах, связанных с развитием всего организма [92].

Начиная с первой недели жизни было установлено, что живая масса цыплят подопытных групп отставала от нормативных значений кросса, однако разница была более значительной в контрольной группе, а в опытной, под воздействием кормовой добавки Мадуфор®, живая масса бройлеров превышала контроль на всем протяжении выращивания (таблица 19).

Таблица 19 – Динамика живой массы (n=50)

Возраст, дни	контрольная	опытная
сутки	41,4	
7	173,8±5,72	190,4±4,13*
14	452,6±11,34	490,1±10,96*
21	853,1±13,97	924,9±14,01**
28	1314,8±18,21	1486,5±19,17***
35	1869,0±21,83	2157,2±23,17***
Затраты кормов на 1кг прироста, кг	1,87	1,61

В период финишного откорма цыплят-бройлеров опытной группы в возрасте 28 и 35 дней их живая масса превышала аналогичный показатель контрольной группы на 156,1 (13,09%; P<0,001) и 240,1 г (13,98%; P<0,001). Соответственно расход корма на 1 кг прироста в контрольной группе оказался значительно выше, чем в опытной на 0,19 кг.

Динамика среднесуточных приростов живой массы подопытных цыплят-бройлеров представлена на рисунке 9.

Расчет среднесуточных приростов живой массы за период откорма показал, что в опытной группе данный показатель оказался выше, чем в контрольной группе на 6,85 г (14,30%; P<0,001).

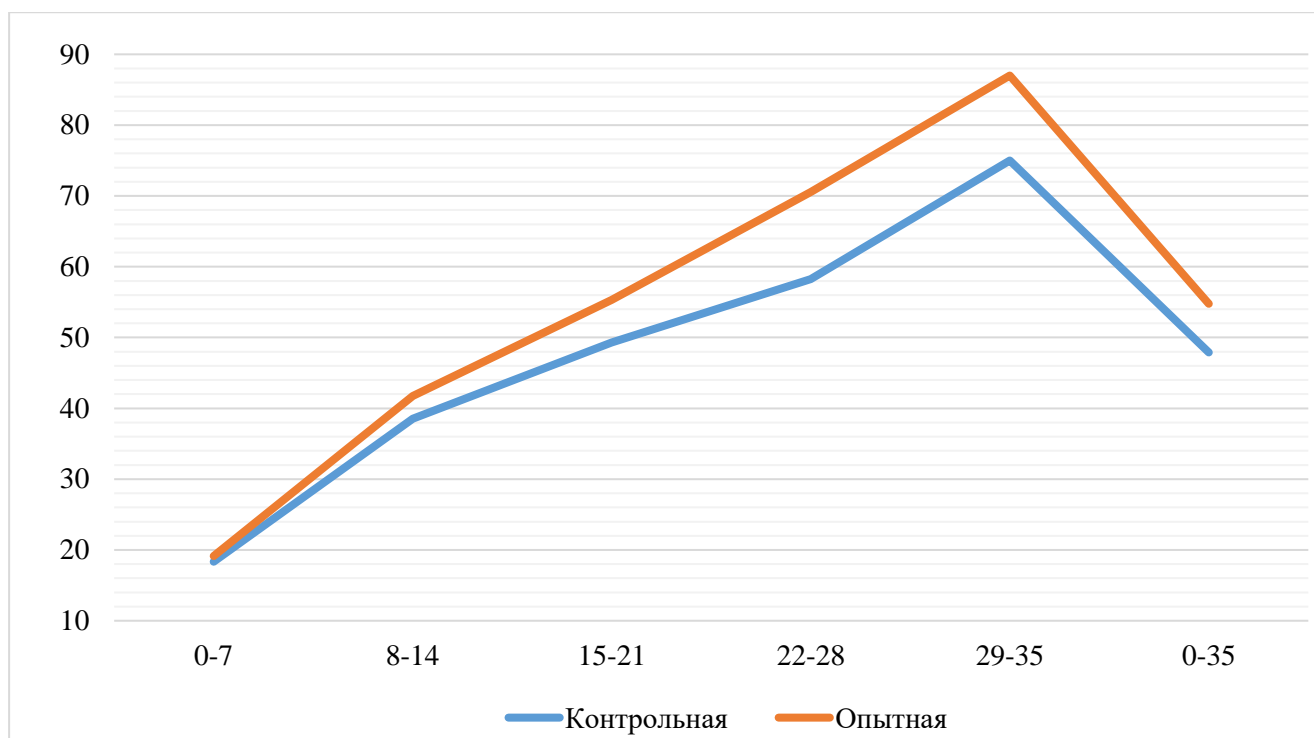


Рисунок 9 – Динамика среднесуточных приростов живой массы бройлеров

Относительная скорость роста цыплят опытной группы также превышала контрольные значения во все возрастные периоды (рисунок 10).

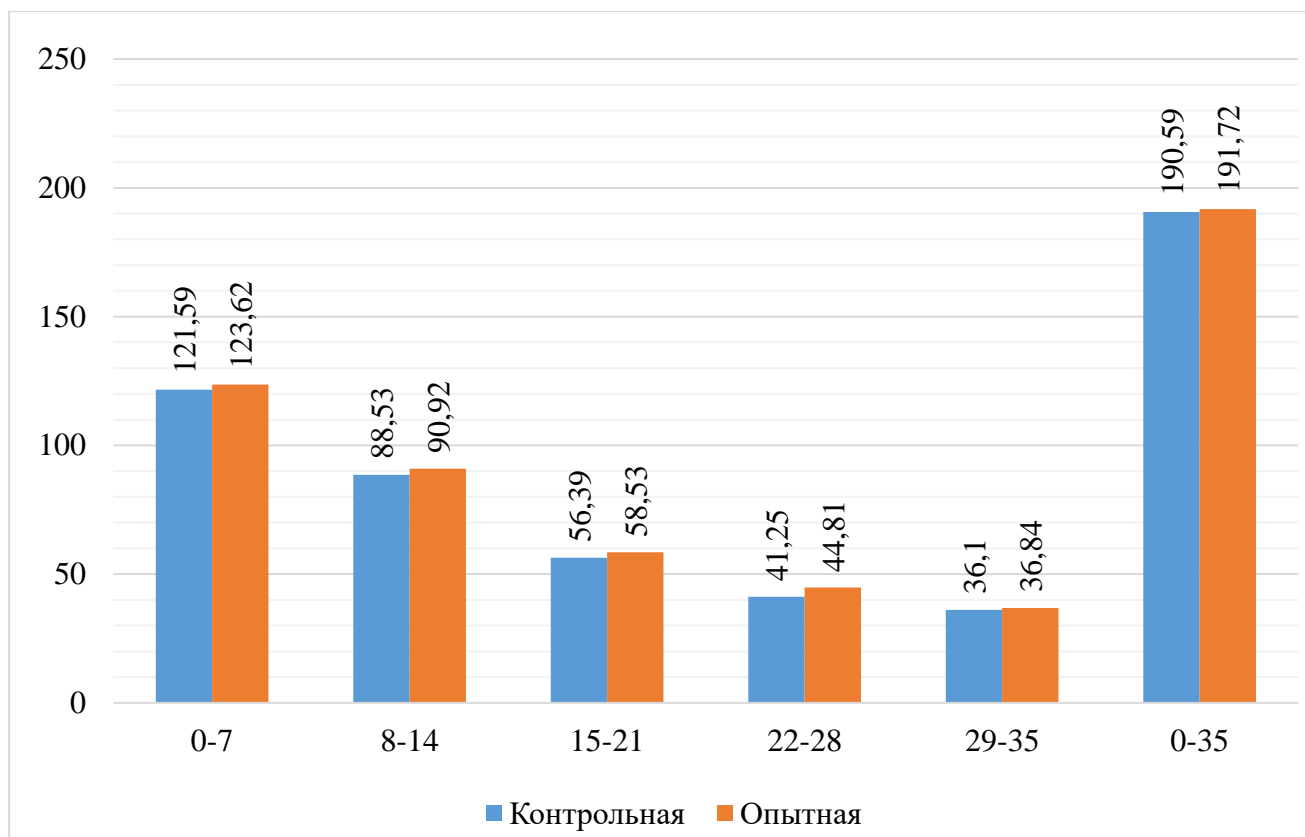


Рисунок 10 – Относительная скорость роста, %

За период откорма относительная скорость роста цыплят-бройлеров опытной группы превышала сверстников из контрольной группы по данному показателю на 1,13%.

Наблюдение за динамикой живой массы подопытных цыплят-бройлеров показало, что изучаемая кормовая добавка способствовала нормализации обменных процессов у цыплят-бройлеров опытной группы, что позитивно отразилось на их живой массе.

3.3.3 Убойный выход и морфологический состав тушек бройлеров

В конце опыта был проведен контрольный убой и анатомическая разделка тушек по 3 петуха и 3 курочки из каждой группы (таблица 20). Результат анатомической разделки тушек показал, что выход потрошенной тушки в опытной группе составил 71,40%, что на 2,83% ($P < 0,01$) выше, чем в контрольной группе. Выход грудных мышц превышал контрольные показатели на 2,94% ($P < 0,05$) и составил 24,43%.

Таблица 20 – Морфологический и сортовой состав тушек бройлеров

Показатели	контрольная	I опытная
Предубойная масса, г	1743,2	1984,7
Масса потрошенной тушки, г	1195,8	1417,1
Убойный выход, %	68,6	71,4
Масса мышц, г	683,9	868,7
% (относительно потрошенной тушки)	57,2	61,3
в том числе грудные, г	256,9	346,2
%	21,49	24,43
Масса съедобных частей, г	1028,5	1236,5
Сортность мяса:		
1 сорт, %	47,	67,2
2 сорт, %	52,8	32,8

Выход тушек I сорта в опытной группе оказался выше, чем в контрольной на 20,00%.

Химический состав грудных мышц, полученный в результате экспериментальных исследований, подтвердил положительное влияние изучаемой добавки, в период теплового стресса, на качественные показатели мяса (рисунок 11).

Содержание белка увеличилось в грудных мышцах цыплят опытной группы на 2,88% ($P < 0,05$) и составило 22,34%, при одновременном снижении жира на 0,24% ($P < 0,01$) по отношению к контролю. Уровень гликогена возрос относительно контроля на 26,53% ($P < 0,01$). Энергетическая ценность мяса цыплят-бройлеров опытной группы несколько снизилась за счет снижения жира и составила 443,83 против 446,19 КДж/100 г в контроле.

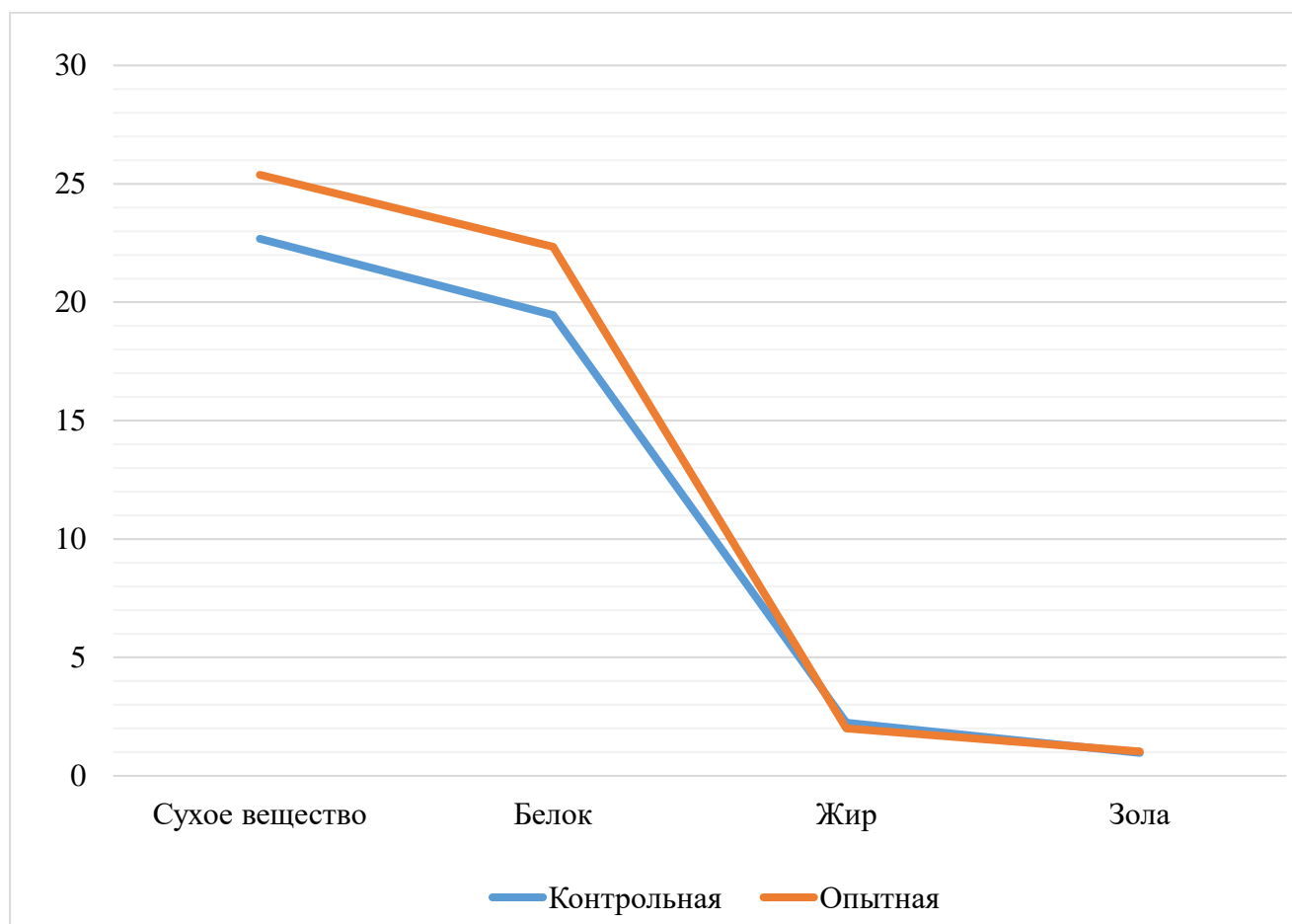


Рисунок 11 – Химический состав грудных мышц

Использование кормовой добавки Мадуфор® при откорме цыплят-бройлеров в жаркий период года (температура окружающей среды выше 32 °С оказала существенное влияние на купирование патологических процессов на фоне теплового стресса. У цыплят опытной группы нормализовался обмен веществ, что в значительной мере повлияло на их мясную продуктивность.

3.3.4 Дегустационная оценка сенсорных свойств мяса и бульона

Важно знать, что стрессы окружающей среды, также как тепловой, могут потенциально влиять на качество и безопасность пищевых продуктов [195].

В конце опыта нами была проведена дегустационная оценка сенсорных качеств образцов грудных мышц и бульона цыплят-бройлеров подопытных групп (рисунок 12, 13).

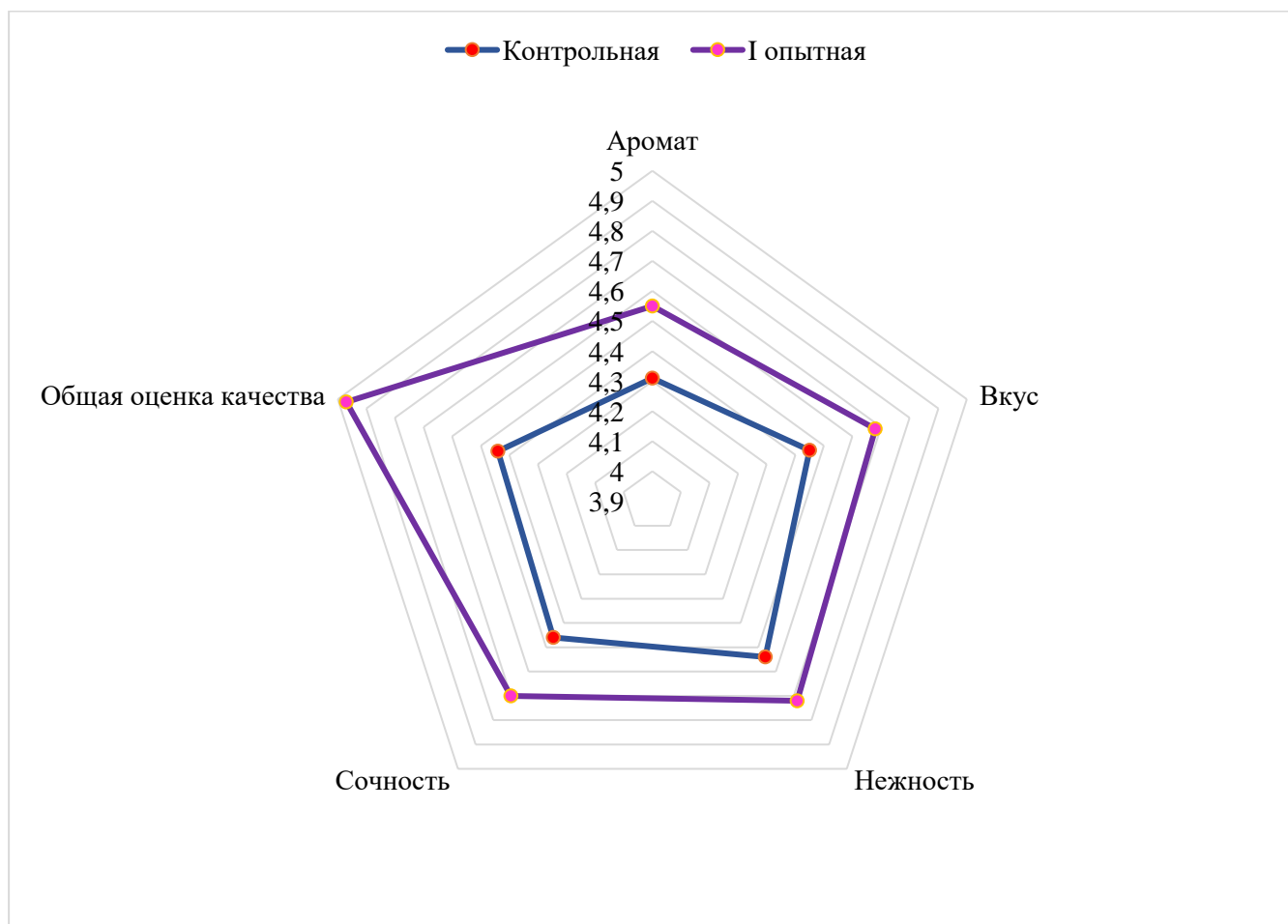


Рисунок 12 – Оценка качества вареных грудных мышц, балл

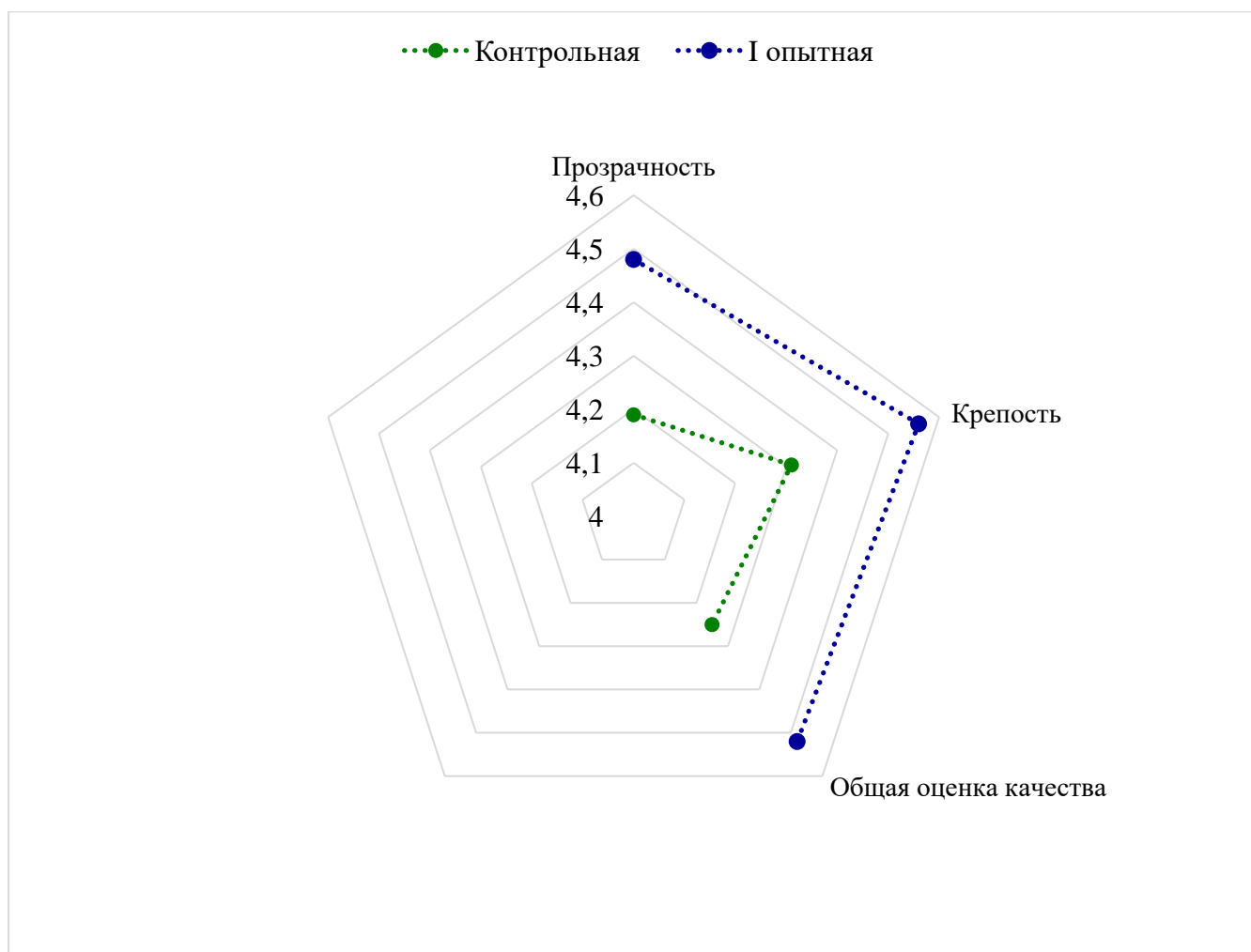


Рисунок 13 – Оценка качества бульона, балл

Оценивая вареное мясо, дегустаторы присудили образцам опытной группы 4,97 балла, а контрольному – 4,44 балла, разница составила – 0,53 балла. Общая оценка мясного бульона оказалась несколько ниже, чем мяса, однако бульон из грудных мышц бройлеров опытной группы получил более высокую оценку, по сравнению с контролем на 0,27 балла и составила 4,52 балла.

3.3.5 Экономическая эффективность

Результаты экономической эффективности использования кормовой добавки Мадуфор® при производстве мяса птицы в условиях теплового стресса представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Экономическая эффективность выращивания цыплят-бройлеров

Показатель	Контрольная	Опытная
Срок откорма, дни	35	35
Среднее поголовье за период опыта, гол.	50	50
Средняя живая масса 1 головы, г	1717,5	1957,6
Абсолютный прирост живой массы:		
1 гол., г	1676,1	1916,2
Всего, кг	83,8	95,8
Убойный выход, %	68,6	71,4
Получено мяса всего, кг	60,59	68,40
Затраты корма на 1 кг прироста, корм. ед.	1,87	1,68
Производственные затраты, всего, руб.	6058,2	6129,5
Сумма выручки от реализации мяса всего, руб.	7270,8	8208,0
Прибыль, руб.	1212,6	2078,5
Уровень рентабельности, %	20,01	33,91

Полученные результаты свидетельствуют о том, что за счет увеличения абсолютного прироста живой массы и убойного выхода в опытной группе произведено мяса больше, чем в контрольной группе на 7,81 кг, в результате чего снизилась себестоимость 1 кг мяса на 10,37 руб., а прибыль возросла на 865,5 руб.

Соответственно, уровень рентабельности в опытной группе оказался выше, по сравнению с контрольной на 13,90%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Биологическая роль хлористого калия обусловлена входящим в его состав калием, который является одним из важнейших биогенных элементов, играющим в организме животного важную роль. Добавка «Калий хлористый», полученная в результате переработки сильвинитовой руды галурическим методом в условиях ПАО «Уралкалий», предназначена для сельскохозяйственных животных, однако предпринимаются попытки использовать названное средство в рационах птиц. Для чего было необходимо установить класс опасности изучаемой добавки.

Наибольшая доза 5814 мг/кг (I опытная группа) вызвала гибель всех животных в группе: 5 крыс погибли через 1 час после введения хлористого калия, еще 1 особь пала на следующие сутки.

Доза 3049 мг/кг (II опытная группа) вызвала гибель 3-х особей из 6: 2 крысы погибли через 3 часа после введения хлористого калия, 1 животное пало на следующие сутки после начала эксперимента.

Доза 2216 мг/кг (III опытная группа) вызвала гибель одной крысы на пятые сутки с момента внутрижелудочного введения раствора хлористого калия.

Доза 1524 мг/кг (IV опытная группа) не вызвала гибели животных, признаков интоксикации не наблюдали. У животных II группы (3049 мг/кг) на 1-е и 7-е сутки эксперимента отмечалось достоверное снижение массы тела на 9,50 ($P < 0,05$) и 11,00 г ($P < 0,05$) относительно контроля. Масса тела крыс IV группы (1524 мг/кг) на 3 сутки после внутрижелудочного введения испытуемого образца была достоверно выше массы контрольных животных на 19,66 г ($P < 0,05$). В остальные возрастные периоды (9 и 14-е сутки) динамика живой массы тела опытных крыс находилась на уровне контроля.

В результате проведенных исследований в остром эксперименте были изучены токсикологические свойства хлористого калия на лабораторных крысах. Величина LD50 хлористого калия, рассчитанная методом Кербера, составила 3404,9 мг/кг массы животного. Значение LD50, рассчитанное по методу Миллера и Тейнтера, составило $3390,8 \pm 1122,7$ мг/кг.

Таким образом, с учётом значений LD50, рассчитанных двумя методами, согласно общепринятой гигиенической классификации (ГОСТ 12.1.007-76) хлористый калий относится к 3 классу опасности (вещества умеренно опасные).

Полученные результаты исследований острой пероральной токсичности кормовой добавки «Калий хлористый», на лабораторных аутбредных крысах, позволяют сделать вывод о допустимости применения ее в рационах питания сельскохозяйственной птицы.

В промышленном птицеводстве нарушение оптимальных параметров микроклимата в птичниках возникает из-за экстремальных погодных явлений, характеризующихся высокими температурами в летний засушливый период года, особенно в условиях Нижнего Поволжья. Несмотря на решение комплекса проблем в промышленном птицеводстве, целый ряд требует изучения и научных разработок, в том числе с учетом зональных особенностей, как, например, преодоление отрицательного влияния высоких летних температур или использования нетрадиционных кормовых средств в рационах птицы.

В связи с этим мы изучили влияние новой кормовой добавки «Калий хлористый» в питании цыплят-бройлеров в условиях теплового стресса.

В результате проведения физиологических опытов нами установлено, что в условиях теплового стресса переваримость основных питательных веществ корма организмом цыплят контрольной группы оказалась низкой. В опытных группах под воздействием изучаемой кормовой добавки коэффициенты переваримости основных питательных веществ корма значительно увеличились и превышали контроль: сухого вещества – на 6,1 ($P < 0,01$) и 6,5% ($P < 0,01$), сырого протеина – на

13,8 (P<0,01) и 15,1% (P<0,01), сырого жира – на 8,3 (P<0,05) и 9,6% (P<0,01), сырой клетчатки – на 5,1 (P<0,05) и 5,9% (P<0,01), сырой золы – на 5,4 (P<0,05) и 6,7% (P<0,01) соответственно.

Как итог снижения потребления корма цыплятами в условиях теплового стресса, снизилось и потребление азота. Наиболее низкое потребление азота цыплятами оказалось в контрольной группе и составило 4,61 г, что ниже чем в I опытной группе на 13,02 (P<0,01), во II опытной – на 15,84% (P<0,01). При этом максимальное выделение азота с пометом оказалось также в контрольной группе и превышало этот показатель на 2,09 (P<0,05) и 1,25% (P<0,05) по сравнению с опытными группами. Соответственно использование азота от принятого было больше в опытных группах, где цыплята в составе премикса получали кормовую добавку «Калий хлористый», на 7,06 (P<0,01) и 7,80% (P<0,001). Использование кальция от принятого в I опытной группе составило 46,28 (P<0,01), во II – 47,73% (P<0,001), фосфора – 41,35 (P<0,01) и 43,27% (P<0,001) соответственно. Использование кальция в контрольной группе не превышало 40,07%, а фосфора – 35,87.

Исходя из этого можно заключить, что цыплята контрольной группы были более чувствительны к воздействию теплового стресса, чем опытные, получавшие на протяжении выращивания кормовую добавку «Калий хлористый».

Проведенные исследования доказывают, что у бройлеров, выращиваемых в условиях повышенных температур, обменные процессы в организме замедляются, а состояние птицы резко ухудшается. Однако, нами установлено, что изучаемая кормовая добавка способствовала активизации и нормализации обменных процессов в организме птицы опытных групп. Содержание эритроцитов в крови цыплят опытных групп снизилось относительно контроля на 19,59 (P<0,05) и 15,54% (P<0,01), а концентрация гемоглобина повысилась в I опытной группе до 81,39, во II опытной – до 88,14 г/л, что по сравнению с контролем выше на 17,01 (P<0,05) и 26,71% (P<0,01). Уровень гематокрита снизился в I опытной группе – на

6,60 ($P<0,05$), во II опытной – на 25,69% ($P<0,01$). Полученные данные свидетельствуют, что у цыплят контрольной группы наблюдается выраженный тромбоцитоз. Как известно, одной из причин увеличения тромбоцитов в крови является продолжительное воздействие высоких температур окружающей среды на организм и недостаточное потребление воды. В нашем опыте содержание тромбоцитов в крови цыплят контрольной группы выше, чем в опытных на 64,76 ($P<0,001$) и 69,48% ($P<0,001$) соответственно. Уровень лейкоцитов в контрольной группе находился на высоком уровне, что характеризует воспалительные процессы в организме птицы в результате теплового стресса, а в опытных группах наблюдается снижение концентрации лейкоцитов относительно контроля – на 19,84 ($P<0,01$) и 20,72% ($P<0,01$), что говорит о некоторой нормализации содержания лейкоцитов под воздействием и положительном ее влиянии на иммунитет птиц.

Нами установлено, что при использовании в кормлении цыплят-бройлеров кормовой добавки «Калий хлористый», биохимические показатели крови цыплят-бройлеров опытных групп изменились по сравнению с контролем. Так, содержание общего белка в опытных группах I и II увеличилось по сравнению с контролем на 9,87 ($P<0,05$) и 13,30% ($P<0,05$), альбуминовой фракции — на 12,16 ($P<0,05$) и 19,20% ($P<0,05$) соответственно. Уровень глобулинов возрос на 8,10 и 8,74% при недостоверной разнице. Наиболее высокий уровень мочевины наблюдался в сыворотке крови цыплят опытной группы II – он превысил контрольный показатель на 18,22 ($P<0,05$), а в опытной группе I – на 15,99% ($P<0,05$). Содержание глюкозы в опытных группах I и II также превосходило контрольный показатель – на 18,48 ($P<0,05$) и 23,91% ($P<0,05$) соответственно.

Нами установлено, что изучаемая кормовая добавка оказала позитивное влияние на повышение естественной резистентности цыплят опытных групп. Бактериальная активность сыворотки крови бройлеров повысилась – на 5,38

($P < 0,05$) и 6,84% ($P < 0,01$), лизоцимная – на 4,97 ($P < 0,05$) и 5,79% ($P < 0,05$), фагоцитарная – на 4,67 ($P < 0,05$) и 6,12% ($P < 0,01$) по сравнению с контролем.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что кормовая добавка «Калий хлористый» в кормлении цыплят-бройлеров может эффективно использоваться для смягчения негативного воздействия высокой температуры окружающей среды, которая способствует повышению переваримости питательных веществ корма и лучшему усвоению азота, кальция и фосфора, нормализации обменных процессов и повышению естественной резистентности в организме цыплят, чем смягчает неблагоприятные последствия теплового стресса.

Анализируя показатели живой массы подопытных цыплят в процессе выращивания в условиях гипертермии, мы установили, что бройлеры контрольной группы значительно отставали в росте относительно стандарта кросса и, к концу откорма разница составила 655,9 г. В опытных группах также наблюдалось отставание по живой массе относительно стандартных значений, но в меньшей степени: в I опытной группе – на 511,0, во II опытной – на 434,6 г. При этом, в опытных группах, живая масса бройлеров, которым скармливали кормовую добавку «Калий хлористый» превышала контроль на всем протяжении выращивания. До 20-ми дневного возраста наблюдалась устойчивая тенденция повышения живой массы в опытных группах относительно контрольной, а в 35 дней зафиксирована достоверная разница в пользу опытных групп на 6,99 ($P < 0,05$) и 9,53% ($P < 0,01$), в 40 дней – на 144,9 (7,52%; $P < 0,01$) и 221,3 г (11,50%; $P < 0,001$) соответственно. Затраты корма на 1 кг прироста живой массы в опытных группах I и II составили соответственно 1,69 и 1,65 кг, а в контрольной – 1,74 кг.

Показатель однородности стада во всех подопытных группах был ниже нормативного, который должен находиться на уровне 85%. При этом в опытных группах, где цыплята получали изучаемую добавку однородность по живой массе, составила 80,4 и 81,9%, что выше, чем в контроле на 5,2 и 6,7%. Выровненный

показатель однородности стада в опытных группах также способствовал получению более высокой живой массы.

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что цыплята-бройлеры, выращенные в условиях гипертермии, отставали в росте и развитии по сравнению со стандартными показателями кросса «РОСС 308». При этом новая кормовая добавка «Калий хлористый» способствовала частичной нормализации обменных процессов в организме бройлеров опытных групп, в результате которых живая масса, среднесуточные и относительные приросты превышали контроль.

Анализ показателей мясной продуктивности птиц свидетельствует о том, что предубойная масса цыплят контрольной группы оказалась ниже стандартных показателей кросса, за счет снижения потребления корма в условиях температурного стресса.

В опытных группах изучаемая кормовая добавка способствовала снижению негативного влияния температурного стресса на организм птиц. Предубойная масса цыплят опытных групп превышала контрольные показатели на 141,6 и 216,3 г или 7,53 ($P<0,01$) и 11,50% ($P<0,001$), соответственно и масса потрошенной тушки оказалась выше на 11,63 ($P<0,01$) и 17,06% ($P<0,001$). Убойный выход в опытных группах составил 70,8 и 71,6%, что выше, чем в контрольной группе на 2,6 и 3,4%. Как итог вышесказанного, выход грудных мышц в I опытной группе превышал контроль на 22,51 ($P<0,05$), во II опытной – 31,79% ($P<0,001$), а отношение массы съедобных частей к несъедобным – на 0,25 и 0,36. За счет плохой обмускуленности, выход тушек 1 сорта в контрольной группе составил 55,7%, что ниже, чем в I опытной на 8,2%, во II опытной – на 10,0%.

Результаты исследований показали положительное действие изучаемой кормовой добавки на развитие внутренних органов подопытных цыплят. Абсолютная и относительная масса внутренних органов характеризует изменение физиологических и обменных процессов, происходящих под воздействием

теплового стресса. Масса печени и мышечного желудка в контрольной группе оказалась значительно ниже, чем в опытных, по всей вероятности, за счет более значительного снижения потребления корма. Абсолютная масса печени цыплят опытных групп превышала контрольные значения на 6,00 (17,62%; $P < 0,01$) и 8,32 г (24,44%; $P < 0,001$), а относительная – на 0,17 и 0,21%, мышечного желудка: абсолютная масса – на 2,01 (9,38%; $P < 0,05$) и 2,89 г (13,48%; $P < 0,01$), относительная – 0,02% в обеих опытных группах.

Наиболее высоким снижением массы как абсолютной, так и относительной характеризовалась селезенка цыплят контрольной группы. В I опытной группе абсолютная масса селезенки превышала аналогичный показатель контроля на 0,38 г (38,78%; $P < 0,001$), во II опытной – на 0,47 г (47,96%; $P < 0,001$), что связано со снижением активности и эффективности работы лимфоидных органов, в том числе селезенки в период теплового стресса.

Масса сердца цыплят контрольной группы как абсолютная, так и относительная увеличилась по сравнению с I опытной группой на 1,43 г (15,71%; $P < 0,01$) и 0,11%; II опытной – на 1,30 г (14,08%; $P < 0,05$) и 0,12%. Увеличение относительной массы сердца в контрольной группе можно объяснить повышенной нагрузкой на сердечно-сосудистую систему в условиях гипертермии.

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что под воздействием теплового стресса у цыплят-бройлеров ухудшается физиологическое состояние, затрагивая все системы и органы. Кормовая добавка «Калий хлористый» в рационах бройлеров, выращиваемых в условиях теплового стресса, оказала положительное влияние на нормализацию обменных процессов, живую массу и развитие внутренних органов.

В летний период, в условиях жаркого климата Нижнего Поволжья, применение изучаемой добавки позитивно повлияло на обменные процессы в организме бройлеров и способствовало повышению их мясной продуктивности, а также улучшению качественных показателей мяса. На основании полученных

данных было установлено, что в опытных группах наблюдалось увеличение содержания сухого вещества, белка и жира: в I опытной группе на 0,77 ($P<0,05$), 0,68 ($P<0,05$) и 0,04%, во II опытной – на 0,98 ($P<0,05$), 0,89 ($P<0,05$) и 0,03% относительно контроля. Содержание золы в грудных мышцах контрольной группы также снизилось, по всей вероятности, за счет снижения потребления корма и недостаточного поступления в организм минеральных веществ. Содержание золы в мясе цыплят опытных групп превышало контрольные показатели на 0,05 ($P<0,05$) и 0,06% ($P<0,05$).

Энергетическая ценность мяса цыплят-бройлеров в опытных группах возросла за счет нормализации химического состава под воздействием кормовой добавки «Калий хлористый» на 13,23 и 16,45 КДж/100 г.

Минеральные вещества не участвуют в энергетическом обмене, но именно они управляют процессами обмена веществ, поддерживают физическую и химическую ценность клеток и тканей, особенно в период стрессов. В связи с этим мы изучили минеральный состав грудных мышц цыплят подопытных групп. Результаты исследований убедительно доказывают, что концентрация минеральных веществ в грудных мышцах бройлеров находилась в зависимости от их поступления с кормом. Как уже отмечалось, в связи с низким потреблением корма, в мясе цыплят контрольной группы снизилось содержание золы и соответственно уровень основных минеральных элементов, который оказался значительно ниже, чем в опытных.

Изучаемая кормовая добавка способствовала нормализации потребления корма цыплятами опытных групп в условиях теплового стресса, в результате чего, накопление минеральных элементов в грудных мышцах соответствовало нормативным показателям и значительно превышало контрольные значения. Так, содержание кальция в грудных мышцах опытных групп оказалось выше контроля на 7,52 ($P<0,05$) и 17,12% ($P<0,01$), фосфора – на 5,06 ($P<0,05$) и 8,77% ($P<0,01$), калия – на 9,85 ($P<0,01$) и 14,63% ($P<0,001$), натрия – на 14,37 ($P<0,01$) и 21,26%

($P < 0,001$), железа – на 15,65 ($P < 0,01$) и 35,07% ($P < 0,001$) и цинка на 9,76 ($P < 0,05$) и 15,80% ($P < 0,01$) соответственно.

В нашем опыте воздействие теплового стресса на организм цыплят-бройлеров негативно отразилось и на содержание витаминов в печени.

В контрольной группе содержание изучаемых витаминов находилось ниже нормативных показателей, а в опытных уровень витамина А превышал контрольные значения на 23,59 ($P < 0,01$) и 31,23% ($P < 0,01$), витамина Е – на 18,56 ($P < 0,05$) и 25,11% ($P < 0,01$), витамина В₂ – на 36,17 ($P < 0,01$) и 46,77% ($P < 0,001$) относительно контроля.

Таким образом кормовая добавка «Калий хлористый» способствовала нормализации обменных процессов в период теплового стресса, в результате чего улучшился химический состав грудных мышц и витаминный – в печени цыплят-бройлеров опытных групп по сравнению с контролем.

Использование изучаемой кормовой добавки в рационах цыплят-бройлеров оказало существенное влияние не только на нормализацию интенсивности роста цыплят, использование кормов и конечную продуктивность, но и на экономическую эффективность. Уровень рентабельности в опытных группах возрос по сравнению с контролем на 11,52 и 13,84%.

Зафиксированный уровень температуры окружающей среды выше 32 °С на территории Нижнего Поволжья в летний период считается характерным для данной географической зоны и который не редко является предрасполагающим фактором для развития тяжелых патологических состояний у птиц.

Для купирования описанных выше патологических процессов у цыплят-бройлеров компания ООО «НИТА-ФАРМ» разработала кормовую добавку Мадуфор®, содержащую в качестве действующих веществ хлориды натрия и калия, крахмал, декстрозу, сахарозу, пребиотики, водорастворимые витамины и натуральные экстракты растений.

Целью исследований явилось изучить эффективность влияния кормовой добавки Мадуфор® при выращивании цыплят-бройлеров в условиях теплового стресса.

По результатам гематологических исследований на фоне дегидратации был выявлен умеренный лейкоцитоз, тромбоцитоз, эритроцитоз, а также повышение гемоглобина и гематокрита в крови цыплят контрольной группы. Так, уровень эритроцитов в контрольной группе составил $4,18 \cdot 10^{12}/л$, гемоглобина 107,11 г/л, гематокрита 39,32% и тромбоцитов $232,85 \cdot 10^9/л$, а в опытной группе эти показатели находились в пределах физиологической нормы и составили соответственно $3,47 \cdot 10^{12}/л$, 103,89 г/л, 34,48% и $168,85 \cdot 10^9/л$, что свидетельствует о нормализации обменных процессов в организме цыплят-бройлеров под воздействием кормовой добавки Мадуфор®. В сыворотке крови цыплят-бройлеров контрольной группы было зафиксировано повышенное содержание общего белка по сравнению с опытной группой на 5,28 г/л (11,91%; $P < 0,01$).

Уровень АСТ в контрольной группе также превышал аналогичные показатели опытной группы на 15,06 ед/л ($P < 0,01$).

В процессе опыта, под воздействием кормовой добавки Мадуфор®, улучшился минеральный состав сыворотки крови цыплят опытной группы по отношению к контролю. Концентрация кальция, натрия и калия достоверно превышала контроль на 14,78 ($P < 0,05$), 1,65 ($P < 0,05$) и 8,15% ($P < 0,01$), а уровень фосфора имел тенденцию к повышению при недостоверной разнице.

Исследования морфо-биохимических показателей крови позволили заключить, что кормовая добавка Мадуфор® способствовала нормализации обмена веществ у цыплят-бройлеров опытной группы в период теплового стресса, что в свою очередь положительно отразилось на их мясной продуктивности.

Начиная с первой недели жизни было установлено, что живая масса цыплят подопытных групп отставала от нормативных значений кросса, однако разница была более значительной в контрольной группе, а в опытной, под воздействием

кормовой добавки Мадуфор®, живая масса бройлеров превышала контроль на всем протяжении выращивания. В период финишного откорма цыплят-бройлеров опытной группы в возрасте 28 и 35 дней их живая масса превышала аналогичный показатель контрольной группы на 156,1 (13,09%; $P < 0,001$) и 240,1 г (13,98%; $P < 0,001$). Соответственно расход корма на 1 кг прироста в контрольной группе оказался значительно выше, чем в опытной на 0,19 кг.

Расчет среднесуточных приростов живой массы за период откорма показал, что в опытной группе данный показатель оказался выше, чем в контрольной группе на 6,85 г (14,30%; $P < 0,001$). За период откорма относительная скорость роста цыплят-бройлеров опытной группы превышала сверстников из контрольной группы по данному показателю на 1,13%.

Наблюдение за динамикой живой массы подопытных цыплят-бройлеров показало, что изучаемая кормовая добавка способствовала нормализации обменных процессов у цыплят-бройлеров опытной группы, что позитивно отразилось на их живой массе.

Результат анатомической разделки тушек показал, что выход потрошенной тушки в опытной группе составил 71,40%, что на 2,83% ($P < 0,01$) выше, чем в контрольной группе. Выход грудных мышц превышал контрольные показатели на 2,94% ($P < 0,05$) и составил 24,43%. Выход тушек I сорта в опытной группе оказался выше, чем в контрольной на 20,00%. Химический состав грудных мышц, полученный в результате экспериментальных исследований, подтвердил положительное влияние изучаемой добавки, в период теплового стресса, на качественные показатели мяса. Содержание белка увеличилось в грудных мышцах цыплят опытной группы на 2,88% ($P < 0,05$) и составило 22,34%, при одновременном снижении жира на 0,24% ($P < 0,01$) по отношению к контролю. Уровень гликогена возрос относительно контроля на 26,53% ($P < 0,01$). Энергетическая ценность мяса цыплят-бройлеров опытной группы несколько снизилась за счет снижения жира и составила 443,83 против 446,19 КДж/100 г в контроле.

Использование кормовой добавки Мадуфор® при откорме цыплят-бройлеров в жаркий период года (температура окружающей среды выше 32 °С оказало существенное влияние на купирование патологических процессов на фоне теплового стресса. У цыплят опытной группы нормализовался обмен веществ, что в значительной мере повлияло на их мясную продуктивность.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что за счет увеличения абсолютного прироста живой массы и убойного выхода в опытной группе произведено мяса больше, чем в контрольной группе на 7,81 кг, в результате чего снизилась себестоимость 1 кг мяса на 10,37 руб., а прибыль возросла на 865,5 руб. Соответственно, уровень рентабельности в опытной группе оказался выше, по сравнению с контрольной на 13,90%.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

1. Результаты исследования позволяют рекомендовать использовать в рационах цыплят-бройлеров на откорме кормовую добавку «Калий хлористый» в дозировке до 0,3%. Скармливание изучаемой добавки цыплятам-бройлерам в летний жаркий период года способствует снижению негативного влияния температурного стресса и позволяет увеличить их живую массу на 11,50%, а уровень рентабельности на 13,84%.

2. Кормовая добавка Мадуфор® в рационах цыплят-бройлеров купирует воздействие гипертермии, нормализуя обменные процессы, чем способствует увеличению продуктивности и повышению качественных показателей мяса. В результате чего, уровень рентабельности производства мяса птицы в условиях теплового стресса возрастает на 13,90%.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Разработка и применение новых кормовых добавок, способных нивелировать негативные последствия теплового стресса на организм птиц, является перспективным направлением. Дальнейшие исследования будут направлены на разработку новых добавок и препаратов, и изучение их влияния на продуктивность и качественные показатели продуктов животного происхождения, не только в птицеводстве, но и на других видах сельскохозяйственных животных в условиях гипертермии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абозин, А.А. Птицеводство. Птичий двор в русских хозяйствах / А.А. Абозин. – Изд. А.Ф. Девриена, 1895. – 748 с.
2. Авдонин, Б.Ф. Содержание птицы в жаркий сезон года / Б.Ф. Авдонин, В.С. Крюков // Сельское хозяйство за рубежом. – 1981. №7 – С. 60-64.
3. Авылов, Ч. Стресс факторы и резистентность животных / Ч. Авылов // Животноводство России. – 2000. – № 11. – С.20-21.
4. Азаубаева, Г.С. Влияние породы и возраста гусынь на фагоцитарные реакции суточного молодняка / Г.С. Азаубаева // Проблемы модернизации АПК: мат. Междунар. науч.-практ. конф. – Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2010. – в 2-х Т. – Т. 2. – С. 8-13.
5. Андрианова, Е. Антистрессовый препарат для выращивания цыплят-бройлеров / Е. Андрианова, К. Кравченко // Комбикорма. – 2016. – № 4. – С. 73-74.
6. Антипина, М.П. Протекторные свойства бромида калия и аскорбиновой кислоты при долговременном стрессе у птиц / М.П. Антипина, М.Н. Кококич // Сб. науч. тр. Харьков. СХИ, 1985. – Вып. 316. – С. 89-93.
7. Барнвелл, Р. Достижение максимальной продуктивности птицы в жаркую погоду / Р. Барнвелл // Сельскохозяйственный вестник. Беларусь – Россия. Новейшие технологии – в производство. – 2003. – № 3. – С. 19-22.
8. Бахарев, А.П. Продуктивные качества бройлеров в зависимости от концентрации углекислого газа в птичнике в холодный и переходный периоды года: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.10 / Бахарев Андрей Петрович. – Сергиев Посад, 2015. – 128 с.
9. Беленький, М.Л. Элементы количественной оценки фармакологического эффекта. 2-е изд., перераб. и доп. / М.Л. Беленький. – Ленинград: Медгиз, 1963. – 146 с.

10. Болотников, И.А. Стресс и иммунитет у птиц / И.А. Болотников, В.С. Михкиева, Е.К. Олейник. – Л., 1986. – 118 с.
11. Бузлама, В.С. О стресс устойчивости птицы (краткий обзор) / В.С. Бузлама // Сельское хозяйство за рубежом. – 1977. – № 12. – С. 48-49.
12. Бурьян, М. Максимизация однородности и жизнеспособности цыплят / М. Бурьян // Птицеводство. – 2005. – № 6. – С. 7-9.
13. Вагов, И.В. Продуктивность мясных кур и цыплят-бройлеров в жаркий период года при разных уровнях и источниках натрия в рационах: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / И.В. Вагов. – Волгоград, 2003. – 24 с.
14. Вальдман, А.Р. Витамины в питании животных / А.Р. Вальдман, П.Ф. Сурай, И.А. Ионов, Н.И. Сахацкий – Харьков: РИП Оригинал, 1993. – 423 с.
15. Викторов, П.И. Витамины В₁₂ и С при тепловом стрессе / П.И. Викторов, А.М. Алишейхов // Научные проблемы витаминного питания сельскохозяйственных животных: Тез. докл. второго всесоюз. симпоз. Юрмала. Рига, 1987. – С. 26-28.
16. Выдрицкая, И.В. Изменение минерального обмена у кур-несушек в зависимости от уровня кислотно-щелочного отношения рациона / И.В. Выдрицкая // Ст. науч. тр. Всесоюзного науч.-иссл. института физиологии, биохимии и питания с/х животных. – 1985. – Т. 35. – С. 75-80.
17. Галочкин, В.А. Разработка теоретических основ и создание антистрессовых препаратов нового поколения для животноводства / В.А. Галочкин, В.П. Галочкина, К.С. Остренко // Сельскохозяйственная биология. – 2009. – № 2. – С. 43-54.
18. Георгиевский, В.И. Физиология сельскохозяйственных животных / В.И. Георгиевский. – М.: Агропромиздат, 1990. – 648 с.
19. Головкин, А. Биохимия мышечной ткани цыплят под влиянием добавки Факс-1 / А. Головкин // Птицеводство. – 2011. – № 10. – С. 33-35.
20. Головкин, А. Влияние препарата Факт-1 на биохимию крови цыплят-бройлеров / А. Головкин // Птицеводство. – 2011. – № 9. – С. 47-49.

21. Головкин, А.Н. Обмен минералов мышечной ткани цыплят под влиянием препарата «Факс-1» / А.Н. Головкин // Птица и птицепродукты. – 2012. – № 1. – С. 29-30.
22. Горизонтов, П.Д. Стресс. Система крови в механизмах гомеостаза. Стресс и болезни / П.Д. Горизонтов // Гомеостаз. – Москва, 1976. – С. 428-458.
23. Горлов, И.Ф. Качество мяса цыплят-бройлеров при использовании в рационах кормовых добавок / И.Ф. Горлов, О.В. Чепрасова, В.В. Гамага // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2007. – № 5. – С. 83-84.
24. Горлов, И.Ф. Сорбционная способность экобентокорма / И.Ф. Горлов, Г.А. Зеленкова, А.А. Веровский, А.П. Пахомов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 1 (33). – С. 128-132.
25. ГОСТ 33216-2014 Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила содержания и ухода за лабораторными грызунами и кроликами.
26. Груза, Г.В. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации: Изменения климата. Т. 1 / Г.В. Груза, А.С. Зайцев, И.А. Кароль [и др.]. – М.: Росгидромет, 2008. – 230 с.
27. Гудин, В.А. Физиология и этология сельскохозяйственных птиц / В.А. Гудин, В.Ф. Лысов, В.И. Максимов; под. ред. В.И. Максимова. – СПб.: М.; Краснодар, ЛАНЬ, 2016. – 332 с.
28. Данилова, А.К. Газообмен у батарейных цыплят / А.К. Данилова, Г.Г. Карhev // Труды Научно-исследовательского института птицепромышленности Наркомснаба СССР. М.-Л., 1933. – Т. 1. – Вып. 4. – С. 29-42.
29. Данилова, А.К. Физиологические реакции у кур несушек на тепловой стресс / А.К. Данилова [и др.] // Ветеринария. – 1975. – № 2. – С. 27-30.
30. Джавадов, Э.Д. Иммунологические аспекты вакцинопрофилактики вирусных болезней птиц / Э.Д. Джавадов, М.Е. Дмитриева // БИО. – 2010. – Апрель. – С. 7-9.

31. Джамбулатов М.М. Профилактика теплового стресса у кур с помощью аскорбиновой кислоты / М.М. Джамбулатов, А.М. Алишейхов, Р.Р. Ахмедханова // Зоотехния. – 1997. – № 11. – С. 24-25.
32. Джамбулатов, М.М. Нормирование витаминов В12 и С в кормлении кур-несушек и цыплят бройлеров в условиях теплового стресса / М.М. Джамбулатов, П.И. Викторов, А.М. Алишейхов // Доклады РАСХН. – 1996. – № 5. – С. 28-30.
33. Джамбулатов, М.М. Профилактика теплового стресса сельскохозяйственной птицы / М.М. Джамбулатов, А.М. Алишейхов, Р.Р. Ахмедханова. – Махачкала, 1999. – Т. 74. – С. 28-36.
34. Егоров, И.А. Био-ХромTM в кормлении птицы / И.А. Егоров, А. Петросян, Е. Андрианова // Птицеводство. – 2011. – № 12. – С. 3-5.
35. Егоров, И.А. Использование карбоната калия в комбикормах для цыплят-бройлеров / И.А. Егоров, Е.Н. Андрианова, Л.М. Присяжная, А.П. Костерев // Птицеводство. – 2014. – № 3. – С. 2-4.
36. Егоров, И.А. Эффективность различных источников натрия в комбикормах для бройлеров / И.А. Егоров, В.А. Манукян, Е.Ю. Байковская [и др.] // Птицеводство. – 2016. – № 2. – С. 29-32.
37. Епимахова, Е.Э. Внутренние органы цыплят-бройлеров при стартовой и финишной гипертермии / Е.Э. Епимахова, В.В. Михайленко, Т.С. Александрова, Д.В. Карягин // Зоотехния. – 2016. – № 6. – С. 23-25.
38. Епимахова, Е.Э. Продуктивность цыплят-бройлеров при стартовых температурных стрессах / Е.Э. Епимахова // Зоотехния. – 2012. – № 12. – С. 24-25.
39. Епимахова, Е.Э. Температура тела цыплят-бройлеров при контролируемой гипертермии / Е.Э. Епимахова, Д.В. Карягин, Т.С. Александрова // Актуальные вопросы ветеринарной и зоотехнической науки и практики: Междун. научн.-практ. интернет-конф. – 2015. – С. 75-80.
40. Ермишев, О.В. Действия гидрокарбоната и хлорида калия на организм крыс при отравлении хлоридом цезия / О.В. Ермишев, Н.Н. Мельникова // Известия ТСХА. – 2013. – № 2. – С. 69-74.

41. Забудский, Ю.И. Повышение термотолерантности сельскохозяйственной птицы с помощью термотренинга в пренатальный период онтогенеза / Ю.И. Забудский, А.П. Голикова, Н.А. Федосеева // Сельскохозяйственная биология. – 2012. – № 4. – С. 14-21.

42. Забудский, Ю.И. Современные методы диагностики состояния стресса у сельскохозяйственных птиц / Ю.И. Забудский // Сельское хозяйство и природные ресурсы: Мат. третьей междунар. ирано-российской конф. – Москва, 2002. – С. 134-135.

43. Забудский, Ю.И. Способ диагностики состояния стресса у птиц / Ю.И. Забудский, И.Г. Скутарь // Авторское свидетельство SU 1663547 А1, 15.07.1991.

44. Забудский, Ю.И. Термотолерантность сельскохозяйственной птицы: обзор / Ю.И. Забудский, Л.Ю. Киселев, А.С. Делян А.С. [и др.] // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2012. – № 1. – С. 5-16.

45. Забудский, Ю.И. Увеличение термотолерантности цыплят-бройлеров посредством теплового тренинга в период эмбриогенеза / Ю.И. Забудский, М.В. Шувалов // Инновационные разработки и их освоение в промышленном птицеводстве: матер. XVII Междунар. конф. – Сергиев Посад, 2012. – С. 340-342.

46. Зайченко, В.В. Критерии выбора оптимального микроклимата в регионах с жарким и сухим климатом / В.В. Зайченко // Птица и птицепродукты. – 2012. – № 4. – С. 27-30.

47. Имангулов, Ш. Влияние высокой температуры на физиологию и продуктивность кур / Ш. Имангулов, А. Кавтарашвили, В. Манукян // Птицеводство. – 2005. – № 9. – С. 29-30.

48. Имангулов, Ш.А. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы / Ш.А. Имангулов, И.А. Егоров, Т.М. Околелова, А.Н. Тищенко [и др.]. – Сергиев Посад, 2000. – 35 с.

49. Кавтарашвили, А.Ш. Гипертермия птицы, методы борьбы / А.Ш. Кавтарашвили, Т.Н. Колокольникова // РацВетИнформ. – 2014. – № 6. – С. 11-15.

50. Кавтарашвили, А.Ш. Как защитить птицу от теплового стресса / А.Ш. Кавтарашвили // Наше сельское хозяйство. – 2020. – № 12 (236). – С. 16-23.
51. Кавтарашвили, А.Ш. Последствия теплового стресса у птицы, методы профилактики / А.Ш. Кавтарашвили, Т.Н. Колокольникова // Актуальные ветеринарные проблемы в промышленном птицеводстве: Междунар. ветеринар. конгресс. – 2013. – С. 129-132.
52. Кавтарашвили, А.Ш. Проблема стресса и пути ее решения / А.Ш. Кавтарашвили, Т.Н. Колокольникова // Животноводство России. – 2010. – № 6. – С. 15-17.
53. Кавтарашвили, А.Ш. Проблема стресса и пути ее решения / Кавтарашвили, Т.Н. Колокольникова // Животноводство России. – 2010. – № 5. – С. 17-20.
54. Кавтарашвили, А.Ш. Физиология и продуктивность птицы при стрессе / А.Ш. Кавтарашвили, Т.Н. Колокольникова // Ветеринария (Казахстан). – 2013. – № 6 (34). – С. 61-69.
55. Калашников, А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А.П. Калашников, Н.И. Клейменов, В.В. Щеглов [и др.]. Москва: Знание, 1993. – 396 с.
56. Карелина, Л.А. Защитное действие малоновой кислоты при тепловом стрессе у цыплят-бройлеров / Л.Н. Карелина, Б.Я. Власова, О.П. Ильина // Ветеринарная медицина и морфология животных. – 2011. – № 1 (22). – С. 14-18.
57. Карягин, Д.В. Влияние пиковой гипертермии на продуктивность цыплят-бройлеров / Д.В. Карягин // Матер. Междун. научн.-практ. конф., посвященной 85-летию Заслуженного деятеля науки РФ, Почетного работника ВПО РФ, докт. вет. наук, профессора Г.П. Демкина : под ред. А.В. Молчанова, В.В. Салаутина. – Саратов: «Научная книга», 2016. – С. 220-223.
58. Карягин, Д.В. Убойные качества бройлеров при летней гипертермии / Д.В. Карягин // Инновации и современные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: Междун. научн.-практ. конф.

студентов, аспирантов, научных сотрудников и преподавателей. – 2016. – С. 108-110.

59. Квиткин, Ю. Профилактика стресса у цыплят-бройлеров, вызванного повышенными температурами воздуха / Ю. Квиткин, И. Кривцов // Передовой научно-производственный опыт в птицеводстве: Экспресс информ. / ВНИИТИП. – 1976. – № 10. – С. 23-26.

60. Клименко, Т. Тепловой стресс и потребность в аминокислотах / Т. Клименко // Животноводство России. – 2012. – Спец. выпуск. – С. 54-55.

61. Комарова, З.Б. Обмен веществ, резистентность и биологическая ценность мяса молодняка свиней при использовании в их рационах кормовой добавки «Гербафарм L» / З.Б. Комарова, Е.С. Херувимских, М.И. Сложенкина, О.Е. Кротова, В.Г. Фризен, С.М. Иванов // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2018. – № 1 (37). – С. 37-41.

62. Кривцов, В. Влияние витаминов, амино и протосуб-тилина, цинкбацитрацина и аспирина на физиологическое состояние и продуктивность бройлеров при повышенных температурах / В. Кривцов, Ю.П. Квиткин // Сб. науч. тр. ВНИИТИП. – 1978. – Т. 46. – С. 66-71.

63. Кронье, П.Б. Критический взгляд на потенциал жирных кислот корма в нивелировании теплового стресса / П.Б. Кронье // Zootechnica International. – 2015. – № 5. – С. 52-61.

64. Крюков, В.С. Кормление кур при высокой температуре окружающей среды (обзор) / В.С. Крюков, Б.Ф. Авдонин // Сельское хозяйство за рубежом. – 1981 – № 7. – С. 37-40.

65. Кузнецов, А.И. Влияние лития цитрата на состояние перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты организма кур при оценке стрессовой чувствительности / А.И. Кузнецов, А.В. Мифтахутдинов, Н.Т. Мифтахутдинов, А.А. Терман // Аграрный вестник Урала. – № 5 – 2012. – С. 39-43.

66. Ларионов, В.Ф. Биологические закономерности роста цыплят / В.Ф. Ларионов, О.Д. Котова // Успехи зоотехнических наук: Изд-во ВАСХНИЛ. – 1936. – Т. 2. – Вып. 1. – С. 22-40.

67. Лобин, Н.В. Влияние внешних температур на энергетический и общий обмен веществ у гусей и кур // Труды научно-исследовательского института птицеводства, 1960. – Т. 21. – Вып. 2. – С. 47-50.
68. Лысенко, С.Н. Научно-практическое обоснование использования новых пробиотических препаратов в промышленном птицеводстве: дис. ... докт. биол. наук: 06.02.04 / Лысенко Станислав Николаевич. – Волгоград, 2009. – 366 с.
69. Маилян, Э.С. Профилактика теплового стресса / Э.С. Маилян // Птицеводство. – 2007. – № 11. – С.29-33.
70. Манукян, В.А. Электролиты в кормах для птицы: обзор / В.А. Манукян, Е.Ю. Байковская, О.Б. Миронова // Птица и птицепродукты. – 2015. – № 1. – С. 51-53.
71. Маркин, Ю. Новые подходы к профилактике теплового стресса у птиц / Ю. Маркин, С. Полунина [и др.] // Птица и птицепродукты. – 2010. – № 4. – С. 47-49.
72. Маркин, Ю. Новые подходы к профилактике теплового стресса у птицы / Ю. Маркин, С. Полунина, Д. Спиридонов [и др.] // Комбикорма. – 2010. – № 5. – С. 65-66.
73. Маркин, Ю.В. Тепловой стресс: теория и практика / Ю.В. Маркин, Д.Н. Спиридонов, В.К. Зевакова, С.В. Полунина // Комбикорма. – 2011. – № 4. – С. 59-60.
74. Марков, Ю.М. Профилактика микроклиматических стрессов в условиях птицефермы специализированного хозяйства и ветеринария: методическое пособие / Ю.М. Марков, Л.И. Нестерова, А.Г. Королев, Н.И. Душко. – 1982. – 42 с.
75. Мельник, В. Защищаем птицу от теплового стресса / В. Мельник // Животноводство России. – 2014. – № 1. – С. 23-26.
76. Миронов, А.Н. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств (часть первая) / А.Н. Миронов // Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научный центр экспертизы средств медицинского применения». – Москва, 2012. – 944 с.
77. Михайлов, М.Б. Особенности стресс-реакции молодняка кур яичного и мясного направления при воздействии транспортного и температурного стрессов /

М.Б. Михайлов, Б.Т. Абилов [и др.] // Сб. научн. трудов Ставропольского НИИ животноводства и кормопроизводства. – 2012. – Том I. – № 5. – 146-147.

78. Нигоев, О. Кормление и поение цыплят-бройлеров при тепловом стрессе / О. Нигоев // Животноводство России. – 2010. – Спецвыпуск. – С. 17.

79. Ноздрюхина, Л.Р. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека / Л.Р. Ноздрюхина. – М.: Наука, 1977. – 184 с.

80. Околелова, Т. Источники натрия в комбикормах для цыплят при тепловом стрессе / Т. Околелова, А. Ларионов // Птицеводство. – 2012. – № 1. – С. 8-10.

81. Патрик, И.А. Нормы температуры воздуха для батарейных цыплят // Труды Научно-исследовательского института птицепромышленности Наркомпищепрома СССР. – М., 1938. – Т. 3. – Вып. 2. – С. 33-69.

82. Плохинский, Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников / Н.А. Плохинский. – М.: «Колос», 1969. – 256 с.

83. Подобед Л.И. Диетопрофилактика кормовых нарушений в интенсивном птицеводстве / Л.И. Подобед. – Одесса: Печатный дом, 2010. – 340 с.

84. Подобед, Л.И. Профилактика теплового стресса у птицы методами коррекции условий содержания и кормления / Л.И. Подобед // Аграрное решение. – 2010. – № 4. – С. 38-41.

85. Полянская, И.С. Нутрициологическая химия s-элементов / И.С. Полянская. – М-во сельского хоз-ва РФ. – Вологда. – 2011. – 139 с.

86. Пономарев, В.А. Клинические и биохимические показатели крови птицы / В.А. Пономарев, В.В. Пронин, Л.В. Клетикова [и др.]. – Иваново: ПресСто, 2014. – 288 с.

87. Пономаренко, В.В. Изучение токсических и местно-раздражающих свойств фармакологического комплекса СПАО (стресс-протектор антиоксидант) для животных / В.В. Пономаренко, А.В. Мифтахутдинов // Вестник АГАУ. – 2016. – № 4. – С. 161-167.

88. Приходько, Г. Распределение мышьяка в органах и тканях цыплят / Г. Приходько // Птицеводство. – 1998. – № 2. – С. 16-18.

89. Ребров, В.Г. Витамины и микроэлементы / В.Г. Ребров, О.А. Громова. – «АЛеВ-В», 2003. – 670 с.
90. Рецкий, М.И. Токсикология. Часть 1. Учебное пособие для вузов / М.И. Рецкий, Н.Н. Каверин, М.Н. Аргунов. – Воронеж, 2006. – 55 с.
91. Русина, Э.И. Калий и натрий в функциональных пищевых и кормовых продуктах / Э.И. Русина, И.С. Полянская // Инновационные научные исследования: теория, методология, практика: Мат. Междунар. (заочной) науч.-практ. конф. под общей редакцией А.И. Вострецова. – 2019. – С. 66-72.
92. Саломатин, В.В. Интенсификация производства продуктов животноводства на основе прогрессивных технологий кормления с.-х. животных [Текст] / В.В Саломатин, И.Ф. Горлов, И.В. Водяников. – М.: Вестник РАСХН. – 2004. – 348 с.
93. Сандул, П.А. Состояние белкового и липидного обменов у цыплят-бройлеров при применении препаратов, содержащих витамины Е / П.А. Сандул, Д.Т. Соболев // Ученые записки УО ВГФВМ. – 2016. – Том 52. – Вып. 2. – С. 78-81.
94. Сарсадских, А.А. Стратегия кормления при борьбе с тепловым стрессом / А.А. Сарсадских, Кристина Молеро Ровира // Птицеводство. – 2015. – № 8. – С. 37-39.
95. Свечин, К.Б. Индивидуальное развитие животных // Изд-во УАСХН. – Киев. 1961. – 407 с.
96. Селянский, В.М. Микроклимат в птичниках // М.: Колос. 1975. – 304 с.
97. Слепухин, В.В. Один из технологических приемов снижения тепловых стрессов у птицы / В.В. Слепухин // Птицеводство. – 2014. – № 9. – С. 16-18.
98. Сложенкина, М.И. Кремнийсодержащие кормовые добавки и L-аспарагинаты минералов в кормлении моногастричных животных: монография: / Сложенкина М.И., Горлов И.Ф., Иванов С.М., Комарова З.Б., Фризен В.Г., Воронина Т.В., Кротова О.Е., Черняк А.А., Рудковская А.В. – Волгоград, ООО «СФЕРА», 2020. – 136 с.

99. Слоним, А.Д. Экологическая физиология животных: учебное пособие // М.: Высшая школа. – 1971. – 448 с.
100. СП 2.2.1.3218-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, оборудованию и содержанию экспериментально-биологических клиник (вивариев)».
101. Спиридонов, Д.Н. Тепловой стресс птицы: доказанный путь снижения его влияния / Д.Н. Спиридонов, В.К. Зевакова, А.В. Акопян // Птица и птицепродукты. – 2012. – № 1. – С. 40-41.
102. Струк, М.В. Продуктивность яичных кур в жаркий период года при использовании в их рационах минеральных добавок из месторождений нижеволжского региона: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / М.В. Струк. – Волгоград, 2003. – 20 с.
103. Сурай П.Ф. Новые подходы в борьбе со стрессами в птицеводстве: от витаминов к витагенам и сиртуинам / П.Ф. Сурай, Т.И. Фотина // Актуальные проблемы современного птицеводства: материалы XII Укр. конф. по птицеводству с междунар. участием. – Харьков, 2011. – С. 281-291.
104. Сурай, П.Ф. Физиологические механизмы развития теплового стресса в птицеводстве / П.Ф. Сурай, Т.И. Фотина // Тваринництво сьогодні. – 2013. – № 6. – С. 54-60.
105. Тагиев, А.А. Профилактика теплового стресса при содержании декоративных кур мясного направления / А.А. Тагиев, А.А. Алиев, А.Г. Керимов // Молодой ученый. – 2016. – № 6 (110). – С. 99-102. – URL: <https://moluch.ru/archive/110/27458/>.
106. Ткачева, И.В. Гематологические показатели ремонтных молодок кросса РОСС 308 при использовании в рационах комплексной добавки «ЭСИД-ПАК-4-УЭЙ» / И.В. Ткачева, М.И. Сложенкина, З.Б. Комарова, О.Е. Кротова, Д.Н. Ножник, А.В. Рудковская // Аграрно-пищевые инновации. – 2018. – № 4 (4). – С. 49-55.

107. Трухачев, В.И. Баланс питательных веществ и продуктивность бройлеров при термической нагрузке / В.И. Трухачев, Н.З. Злыднев, Е.Э. Епимахова [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. – 2016. – № 2. – С. 102-104.
108. Трухачев, В.И. Теплофизические характеристики птицы / В.И. Трухачев, В.Н. Гурницкий, В.Ф. Филенко // Аграрная наука. – 2001. – № 3. – С. 22-24.
109. Трухина, Т. И. Использование цеолитов Вангинского месторождения в кормлении цыплят-бройлеров в условиях Амурской области: дисс ... канд. с.-х. наук: 06.02.08 / Трухина Тамара Ивановна. – Благовещенск, 2014. – 126 с.
110. Финисин, В.И. Прогрессивные ресурсосберегающие технологии производства яиц / В.И. Финисин, А.Ш. Кавтарашвили. – Сергиев Посад, 2009. – 168 с.
111. Фисинин, В.И. Инновационные методы борьбы со стрессами в птицеводстве / В.И. Фисинин, П. Сурай, Т. Папазян // Птицеводство. – 2009. – № 8. – С. 10-14.
112. Фисинин, В.И. Как бороться с тепловым стрессом птицы? / В.И. Фисинин, А.Ш. Кавтарашвили, Т.Н. Колокольникова // Птицеводство. – 2014. – № 6. – С. 2-11.
113. Фисинин, В.И. Мировые тенденции в отечественном птицеводстве / В.И. Фисинин, Г.А. Бобылева // Птицеводство. – 2014. – № 2. – С. 2-6.
114. Фисинин, В.И. Пищевая и биологическая ценность мяса птицы: Справочник / В.И. Фисинин, В.В. Гушин, В.С. Лукашенко, В.П. Агафонычев, А.Л. Штеле [и др.] Под общ. ред. В.И. Фисинина // Всерос. науч. исслед. и технол. ин-т птицеводства, Всерос. науч. исслед. ин-т птицеперерабатывающей промышленности. – Сергиев Посад, 2013. – 28 с.
115. Фисинин, В.И. Современные методы борьбы со стрессами в птицеводстве / В.И. Фисинин, Т.Т. Папазян, П.Ф. Сурай // Животноводство сегодня. – 2009. – № 3. – С. 62-67.
116. Фисинин, В.И. Стрессы и стрессовая чувствительность кур в мясном птицеводстве. Диагностика и профилактика: монография / В.И. Фисинин, П.Ф.

Сурай, А.И. Кузнецов, А.В. Мифтахутдинов, А.А. Терман. – Троицк – УГАВМ, Троицк, 2013. – 215 с.

117. Фисинин, В.И. Тепловой стресс у птицы, Сообщение II. Методы и способы профилактики и смягчения / В.И. Фисинин, А.Ш. Кавтарашвили // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т. 50. – № 4. – С. 431-443.

118. Фисинин, В.И. Тепловой стресс у птицы. Сообщение I. Опасность, физиологические изменения в организме, признаки и проявления / В.И. Фисинин, А.Ш. Кавтарашвили // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т. 50. – № 2. – С. 162-171.

119. Фисинин, В.И. Эффективная защита от стрессов в птицеводстве: от витаминов к витагенам / В.И. Фисинин, П. Сурай // Птица и птицепродукты. – 2011. – № 5. – С. 23-26.

120. Фризен, В.Г. Влияние кормовой добавки Инновит Е 60 на показатели антиоксидантного статуса и резистентности цыплят-бройлеров / В.Г. Фризен, С.М. Иванов, И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, З.Б. Комарова, Т.В. Воронина // Аграрно-пищевые инновации. – 2020. – № 1(9). – С. 39-46.

121. Хабриев, Р.У. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / Р.У. Хабриев // Федеральное государственное учреждение научный центр экспертизы средств медицинского применения. – Москва, 2005. – 827 с.

122. Хатчинсон, Д. Новое в физиологии домашних животных // Сокр. пер. с англ. А.А. Фрид; Под ред. проф. д-ра с.-х. наук А.П. Дмитроченко [и др.]. – Москва; Ленинград: Сельхозгиз, 1958. – Т. 1. – 480 с.

123. Хохрин, С.Н. Корма и кормление животных / С.Н. Хохрин. – Санкт-Петербург: «Лань», 2002. – 512 с.

124. Шустов, В.Я. Микроэлементы в гематологии / В.Я. Шустов. – М.: Медицина, 1967. – 159 с.

125. Энгиноева, Т. Селеносодержащий препарат Униветселл / Т. Энгиноева, Р. Гадзаонов, Р. Омаров // Птицеводство. – 2011. – № 4. – С. 47-48.

126. Явников, Н.В. Стратегия борьбы с тепловым стрессом в птицеводстве / Н.В. Явников // Аграрная наука. – 2020. – 339 (6). – С. 25-28. DOI: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-339-6-25-28>.
127. Abd El-Hack M.E. Productive performance, egg quality, hematological parameters and serum chemistry of laying hens fed diets supplemented with certain fat-soluble vitamins, individually or combined, during summer season / M.E. Abd El-Hack, M. Alagawany, K.M. Mahrose, M. Arif, M. Saeed, M.A. Arain, R.N. Soomro, F.A. Siyal, S.A. Fazlani, J. Fowler // *Animal Nutrition*. 2019;5:49-55.
128. Abd El-Hack, M. Herbs as thermoregulatory agents in poultry: An overview. *Science of the Total Environment* / M. Abd El-Hack, S.A. Abdelnour, A.E. Taha, A.F. Khafaga, M. Arif, T. Ayasan, A.A. Swelum, M.H. Abukhalil, S. Alkahtani, L. Aleya, M.M. Abdel-Daim. *Sci Total Environ*. 2019. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.134399.
129. Abd El-Hack, M.E. Effects of feeding DDGS with or without enzyme or vitamin E supplementation on productive performance of Hisex Brown laying hens / Abd M.E. El-Hack, M.M. El-Hindawy, A.I. Attia, K.M. Mahrose // *Zagazig J. Agric Res* 2015;42:71-79.
130. Abdel-Fattah, S.A. Effect of vitamin E, thyroxin hormone and their combination on humoral immunity, performance and some serum metabolites of laying hens during summer season / S.A. Abdel-Fattah, F. Abdel-Azeem // *Egypt Poult Sci* 2007;27:335e61.
131. Abdelqader, A. Effect of dietary butyric acid on performance, intestinal morphology, microflora composition and intestinal recovery of heat-stressed broilers / A. Abdelqader, A. Al-Fataftah, // *Livestock Science*. 2016;183:78-83.
132. Abdo M.S.S. Immunophysiological studies on the effect of some antioxidants in poultry / M.S.S. Abdo // M.Sc. Thesis. Egypt: Faculty of Agriculture, Ain Shams University; 2009.
133. Abu-Dieyeh Z.H.M. Effect of chronic heat stress and long-term feed restriction on broiler performance / Z.H.M. Abu-Dieyeh // *Int J Poult Sci*. 2006;5:185–190. doi: 10.3923/ijps.2006.185.190.

134. Akbarian, A. Association between heat stress and oxidative stress in poultry; mitochondrial dysfunction and dietary interventions with phytochemicals / A. Akbarian, J. Michiels, J. Degroote, M. Majdeddin [et al.] // *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2016;7(37). DOI: [10.1186/s40104-016-0097-5](https://doi.org/10.1186/s40104-016-0097-5).
135. Altan, O. Effects of heat stress on growth, some blood variables and lipid oxidation in broilers exposed to high temperature at an early age / O. Altan, A. Altan, I. Oguz, A. Pabuccuoglu, S. Konyalioglu // *Br Poult Sci* 2000;41:489-93.
136. Antonissen, G. The Impact of Fusarium Mycotoxins on Human and Animal Host Susceptibility to Infectious Diseases / G. Antonissen, A. Martel, F. Pasmans, R. Ducatelle [et al.] // *Toxins*. 2014;6(2):430-452.
137. Arab, Ameri, S. Efficiency of peppermint (*Mentha piperita*) powder on performance, body temperature, and carcass characteristics of broiler chickens in heat stress condition / S. Arab Ameri, F. Samadi, B. Dastar, S. Zarehdaran // *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 2016;6(4):943-950.
138. Atta, A.M.M. Influence of supplemental Ascorbic acid on physiological and immunological parameters of broiler chicks under heat stress conditions / A.M.M. Atta // *Egyp Poult Sci*. 2002;22:793-813.
139. Attia, Y.A. Responses of broiler chicks raised under constant relatively high ambient temperature to enzymes, amino acid supplementations, or diet density / Y.A. Attia, B.M. Buhmer, D.A. Roth-Maier // *Archiv Geflügelk*. 2006;70:80-91.
140. Attia, Y.A. Effect of phytase with or without multienzyme supplementation on juvenile performance and nutrient digestibility of young broiler chicks fed mash or crumble diets / Y.A. Attia, W.S. El-Tahawy, A.E. Abd El-Hamid, S.S. Hassan, A. Nizza, M.I. EL-Kelway // *Ital J Anim Sci*. 2012;11:303-308. doi: [10.4081/ijas.2012.e56](https://doi.org/10.4081/ijas.2012.e56).
141. Attia, Y.A. Recovery from adverse effects of heat stress on slow-growing chicks in the tropics 1, effect of ascorbic acid and different levels of betaine / Y.A. Attia, R.A. Hassan, E.M. Qota // *Trop Anim Health Prod*. 2009;41:807-818. doi: [10.1007/s11250-008-9256-9](https://doi.org/10.1007/s11250-008-9256-9).
142. Attia, Y.A. Growth, carcass quality and blood serum constituents of slow growth chicks as affected by betaine additions to diets containing 2. Different levels of

methionine / Y.A. Attia, R.A. Hassan, M.H. Shehatta, S.B. Abd El-Hady // *Int J Poult Sci.* 2005;11:856-865.

143. Attia, Y.A. Effect of ascorbic acid or increasing metabolizable energy level with or without supplementation of some essential amino acids on productive and physiological traits of slow-growing chicks exposed to chronic heat stress / Y.A. Attia, R.A. Hassan, A.E. Tag El-Din, B.M. Abou-Shehema // *J Anim Phys Anim Nutr.* 2011;95:744-755. doi: 10.1111/j.1439-0396.2010.01104.x.

144. Awad, E.A. Growth performance, duodenal morphology, and the caecal microbial population in female broiler chickens fed glycine-fortified low protein diets under heat stress conditions / E.A. Awad, Z. Idrus, A. Soleimani Farjam, A.U. Bello, M.F. Jahromi // *British Poultry Science.* 2018;59(3):340-348.

145. Ayo, J.O. Seasonal variations in feed consumption, hen-day, mortality and culls of Bovans Black chickens / J.O. Ayo, J.A. Obidi, P.I. Rekwot // In: *Proceedings of the 35th annual conference of the Nigerian Society for animal production.* University of Ibadan, 2010. – 415-418 p.

146. Bandazhevsky, Yu.I. Radioactive caesium and heart (pathophysiologic aspects) / Yu.I. Bandazhevsky // Minsk: «Belrad», 2001. – 59 p.

147. Bobek, S. The effect of acute cold and worm ambient temperature on thyroid hormone concentration in blood plasma, blood supply and oxygen consumption in Japanese quail / S. Bobek, J. Niegoda, M. Pletras, M. Kacinska, Z. Ewy // *Gen Comp Endocrinol.* 1980;40:202-210.

148. Bollengier-Lee, S. Influence of high dietary vitamin E supplementation on egg production in laying hens / S. Bollengier-Lee, M.A. Mitchell, D.B. Utomo, P.E.V. Williams, C.C. Whitehead // *Br Poult Sci* 1998;39:106-112.

149. Bollengier-Lee, S. Optimal dietary concentration of vitamin E for alleviating the effect of heat stress on egg production in laying hens / S. Bollengier-Lee, P.E. Williams, C.C. Whitehead // *Br Poult Sci.* 1999;40:102-107. doi: 10.1080/00071669987917.

150. Bowen, S.J. Involvement of the thyroid gland in the response of young chickens to heat stress / S.J. Bowen, K.W. Washburn, T.M. Huston // *Poult Sci* 1984;63:66-69.
151. Burkholder, K. Influence of stressors on normal intestinal microbiota, intestinal morphology, and susceptibility to *Salmonella Enteritidis* colonization in broilers / K. Burkholder, K.L. Thompson, M.E. Einstein, T.J. Applegate, J.A. Patterson // *Poultry Science*. 2008;87(9):1734-1741.
152. Campbell, J.R. Physiology of egg laying / J.R. Campbell, M.D. Kenealy, K.L. Campbell // *Animal sciences: the biology, care and production of domestic animal*. 4. New York: Mcgraw-Hill Higher Educating, 2003. – P. 283-294.
153. Cannon, W.B. Bodily changes in pain, fear, hunger and rage / W.B. Cannon // 2 ed. Boston: Harward Univ. Press, 1929. – 111 p.
154. Christopher, D.M. Fertility of male and female broiler breeders following exposure to elevated ambient temperatures / D.M. Christopher, K.R. Bramwell, J.L. Wilson, B. Howarth // *Poult Sci*. 1995;74:1029-1038. doi: 10.3382/ps.0741029.
155. Çiftci, M. Effects of vitamin E and vitamin C dietary supplementation on egg production and egg quality of laying hens exposed to a chronic heat stress / M. Çiftci, O. Nihat-Ertas, T. Guler // *Veterinarica*. 2005;156:107-111.
156. Csuros, M. Environmental sampling and analysis for metals / M. Csuros, C. Csuros // *CRC Press*, 2002. – 355 p.
157. Dagher, N.J. Poultry production in hot climates / N.J. Dagher // 2. Wallingford, Oxfordshire: CAB International, 2008. – 464 p.
158. Dale, N.M. Effect of diet composition on feed intake and growth of chicks under heat stress / N.M. Dale, H.L. Fuller // II. Constant vs. cycling temperatures. *Poult Sci*. 1980;59:1434-1441. doi: 10.3382/ps.0591434.
159. Danforth, E.J. The role of thyroid hormones in the control of energy expenditure / E.J. Danforth, A. Burger // *J Clin Endocrinol Metabol* 1984;13:581-595.
160. Das, S. Nutrition in relation to diseases and heat stress in poultry / S. Das, T.K. Palai, S.R. Mishra, D. Das, B. Jena // *Veterinary World*. 2011;4(9):429-432.

161. Dawoud, A.M. Effect of environmental conditions on body compartments of broilers. Cairo: Cairo University. 1998;61:1536-1542.
162. Decuypere, E. The thermoregulation response of broiler chickens to humidity at different ambient temperatures I / E. Decuypere // One-week-age. Poultry Science. 2005;84:1166-1172.
163. El-Mallah, G.M. Improving performance and some metabolic responses by using some antioxidants in laying diets during summer season / G.M. El-Mallah, S.A. Yassein, M.M. Abdel-Fattah, A.A. El-Ghamry // J. Am Sci. 2011;7:217-224.
164. El-Sebai, A. Influence of selenium and vitamin E as antioxidant on immune system and some physiological aspects in broiler chickens / A. El-Sebai // Egypt Poult Sci 2000;20:1065-1082.
165. Farag, M. Physiological alterations of poultry to the high environmental temperature / M. Farag, M. Alagawany // Journal of Thermal Biology. 2018;76:101-106.
166. Farooqui, H.A.G. Evaluation of betaine and vitamin C in alleviation of heat stress in broilers / H.A.G. Farooqui, M.S. Khan, M.A. Khan, M. Rabbani, K. Pervez, J.A. Khan // Int J Agric Biol. 2005;5:744-746.
167. Franchini, A. Vitamin E as adjuvant in emulsified vaccine for chicks / A. Franchini, M. Canti, G. Manfreda, S. Bertuzzi, G. Asdrubali, C. Franciosi // Poult Sci. 1991;70:1709-1715. doi: 10.3382/ps.0701709.
168. Franco-Jimenez, D.J. Differential effects of heat stress in three strains of laying hens / D.J. Franco-Jimenez, S.E. Scheideler, R.J. Kittok, T.M. Brown-Brand, L.R. Robeson, H. Taira, M.M. Beck // J Appl Poult Res. 2007;16:628-634. doi: 10.3382/japr.2005-00088.
169. Friedman, A. Decreased resistance and immune response to Escherichia coli infection in chicks with low or high intakes of vitamin A / A. Friedman, A. Meidovsky, G. Leitner, D. Sklan // J. Nutr. 1991;121:395-400.
170. Gorlov, I.F. Aspartate-complexed minerals in feeding broiler chickens / I.F. Gorlov, Z.B. Komarova, D.N. Nozhnik, E.Y. Zlobina, E.V. Karpenko // Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences. – 2016. – Vol. 7. – № 5. – P. 2890-2898.

171. Habibian, M. Selenium as a feed supplement for heat-stressed poultry: a review / M. Habibian, G. Sadeghi, S. Ghazi, M.M. Moeini // *Biol Trace Elem Res* 2015;165:183-193.
172. Hassan, R.A. Growth, carcass quality, and blood serum constituents of slow growth chicks as affected by betaine additions to diets containing 1 / R.A. Hassan, Y.A. Attia, E.H. El-Ganzory // Different levels of choline. *Int J Poult Sci*. 2005;4:840-850. doi: 10.3923/ijps.2005.840.850.
173. He, S. Effects of dietary betaine on growth performance, fat deposition and serum lipids in broilers subjected to chronic heat stress / S. He, S. Zhao, S. Dai, D. Liu S.G. Bokhari // *Anim Sci J. Epub*. 2015;86(10):897-903.
174. Hu, R. Polyphenols as potential attenuators of heat stress in poultry production / R. Hu, Y. He, M.A. Arowolo, S. Wu, J. He // *Antioxidants*. 2019;8(3):67.
175. Huameng, L. Strategies for preventing heat stress in poultry / L. Huameng, J. Hongchao, B. Johan, D. Eddy // *World's Poultry Science Journal*. 2006;62(1):71-85.
176. Huston, T.M. The effects of high environmental temperature on thyroid secretion rate of the domestic fowl / T.M. Huston, H.M. Edwards, J.J. Williams // *Poult Sci* 1962;41:640-645.
177. Jacob, R.A. The integrated antioxidant system / R.A. Jacob // *Nutr Res*. 1995;15:755-766. doi: 10.1016/0271-5317(95)00041-G.
178. Jahejo, A.R. Effect of heat stress and ascorbic acid on gut morphology of broiler chicken / A.R. Jahejo, I.H. Leghari, A. Sethar, M.N. Rao, M. Nisa, M. Nisa, G.H. Sethar // *Sindh University Research Journal*. 2016;48(4):829-832.
179. Kaya, S. The effect of dried sweet potato (*Ipomea batatas*) vines on egg yolk color and some egg yield parameters / S. Kaya, H. Yildirim // *Int J. Agric Biol* 2011;15:766-770.
180. Kaya, S. Effect of dietary vitamin A and zinc on egg yield and some blood parameters of laying hens / S. Kaya // *Turk J. Vet Anim Sci* 2001;25:763-769.
181. Khan, R.U. Effect of ascorbic acid in heat-stressed poultry / R.U. Khan, S. Naz, Z. Nikousefat, M. Selvaggi, V. Laudadio, V. Tufarelli // *World's Poult Sci J*. 2012;68(3):477-490. doi: 10.1017/S004393391200058X.

182. Khan, R.U. Effect of vitamin E in heat-stressed poultry / R.U. Khan, S. Naz, Z. Nikousefat, V. Tufarelli, M. Javdani, N. Rana, V. Laudadio // *World's Poult Sci J.* 2011;67:469-478. doi: 10.1017/S0043933911000511.
183. Khan, R.U. Immunomodulating effects of vitamin E in broilers / R.U. Khan, Z.U. Rahman, Z. Nikousefat, M. Javadi, V. Tufarelli, C. Dario, M. Selvaggi, V. Laudadio // *World Poult Sci J.* 2012;68:31-40. doi: 10.1017/S0043933912000049.
184. Kirunda, D.F.K. The efficacy of vitamin E (dl- α -tocopheryl acetate) supplementation in hen diets to alleviate egg quality deterioration associated with high temperature exposure / D.F.K. Kirunda, S.E. Scheideler, S.R. McKee // *Poult Sci* 2001;80:1378-1383. doi: 10.1093/ps/80.9.1378.
185. Kucuk, O. Supplemental zinc and vitamin A can alleviate negative effects of heat stress in broiler chickens / O. Kucuk, N. Sahin, K. Sahin // *Biol Trace Elem Res* 2003;94:225-235.
186. Lara, L. Impact of heat stress on poultry production / L. Lara, M. Rostagno // *Animals.* 2013;3:356-369.
187. Lauridsen, C. From oxidative stress to inflammation: redox balance and immune system / C. Lauridsen // *Poultry Science.* 2019;98:4240-4246.
188. Lian, P. Beyond heat stress: intestinal integrity disruption and mechanism-based intervention strategies / P. Lian, S. Braber, J. Garssen, H.J. Wichers., G. Folkerts, J. Fink-Gremmels, S. Varasteh // *Nutrients.* 2020;12(3):734.
189. Liew, P.K. Effects of early age feed restriction and heat conditioning on heat shock protein 70 expression, resistance to infectious bursal disease, and growth in male broiler chickens subjected to heat stress / P.K. Liew, I. Zulkifli, M. Hair-Bejo, A.R. Omar, D.A. Israf // *Poultry Science.* 2003;82:1879-1885.
190. Lin, H. Effect of dietary supplemental levels of vitamin A on the egg production and immune responses of heat-stressed laying hens / H. Lin, L.F. Wang, J.L. Song, Y.M. Xie, Q.M. Yang // *Poult Sci* 2002;81:458-465.
191. Lin, H. Effects of ascorbic acid supplementation on the immune function and laying performance of heat-stressed laying hens / H. Lin, J. Buyse, Q.K. Sheng, Y.M. Xie, J.L. Song // *Journal of Feed, Agriculture and Environment.* 2003;1:103-107.

192. Lin, H. Strategies for preventing heat stress in poultry / H. Lin, H.C. Jiao, J. Buyse, E. Decuyper // *World's Poult. Sci. J.* 2006;62:71-86. (doi: 10.1079/WPS200585).
193. Lin, H. The thermoregulation response of broiler chickens to humidity at different ambient temperatures I / H. Lin, H.F. Zhang, R. Du, X.H. Gu, Z.Y. Zhang, J. Buyse, E. Decuyper // *Four-week-age. Poultry Science.* 2005;84:1173-1178.
194. Lu, J.J. Effects of adding betaine on laying performance and contents of serum yolk precursors VLDL and VTG in laying hen / J.J. Lu, X.T. Zou // *J Zhejiang Univ Agric Life Sci.* 2006;32:287-291.
195. Lara, L.J. Impact of Heat Stress on Poultry Production / L.J. Lara, M.H. Rostagno // *Animals.* 2013;2(2):356-369.
196. Mahmoud, K.Z. Acute high environmental temperature and calcium-estrogen relationships in the hen / K.Z. Mahmoud, M.M. Beck, S.E. Scheideler, M.F. Forman, K.P. Anderson, S.D. Kachman // *Poult Sci.* 1996;75:1555-1562. doi: 10.3382/ps.0751555.
197. Mahmoud, U.T. Effects of propolis, ascorbic acid and vitamin E on thyroid and corticosterone hormones in heat stressed broilers / U.T. Mahmoud, M.A.M. Abdel-Rahman, M.A.D. Hosny // *J. Adv Vet Anim Res* 2014;4:18-21.
198. Mahmoud, K.Z. Ascorbic acid decreases heat shock protein 70 and plasma corticosterone response in broilers (*Gallus gallus domesticus*) subjected to cyclic heat stress / K.Z. Mahmoud, F.W. Edens, E.J. Eisen, G.B. Havenstein // *Comparative Biochemical Physiology.* 2004;137:35-42.
199. Mashaly, M.M. Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens / M.M. Mashaly, G.L. Hendricks, M.A. Kalama, A.E. Gehad, A.O. Abbas, P.H. Patterson // *Poult. Sci.*, 2004;83:889-894 (doi:10.1093/PS/83.6.889).
200. Meluzzi, A. Effects of dietary vitamin E on the quality of table eggs enriched with n-3 long-chain fatty acids / A. Meluzzi, F. Sirri, G. Manfreda, N. Tallarico, A. Franchini // *Poultry Sci.* 2000;79:539-545.
201. Metwally, M.A. Effect of vitamin E on the performance of Dandarawi hens exposed to heat stress / M.A. Metwally // *Egypt Poult Sci J.* 2003;23:115-127.

202. Miles, D.M. Atmospheric ammonia is detrimental to the performance of modern commercial broilers / D.M. Miles, S.L. Branton, B.D. Lott // *Poultry Science*. 2004;83:1650-1654.
203. Mishra, B. Oxidative stress in the poultry gut: potential challenge and interventions / B. Mishra, R. Jha // *Frontiers in Veterinary Science*. 2019;6(60). <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00060>.
204. Mujahid, A. Superoxide radical production in chicken skeletal muscle induced by heat stress / A. Mujahid, Y. Yoshiki, Y. Akiba, M. Toyomizu // *Poultry Science*. 2005;84:307-314.
205. Nitta, H. Immunolocalisation of steroidogenic cells in small follicles of chicken ovary, anatomical arrangement and location of steroidogenic cells change during follicular development / H. Nitta, Y. Osawa, J.M. Bahr // *Domest Anim Endocrinol*. 1991;32:190-200.
206. Oguntunji, A.O. Influence of high environmental temperature on egg production and shell quality: a review / A.O. Oguntunji, O.M. Alabi // *World's Poult. Sci. J*. 2010;66:739-749. (doi:10.1017/S004393391000070X).
207. Oguntunji, O.M. Multivariate analyses of determinants of exotic duck adoption in south-west nigeria: implication on indigenous duck genetic resources / O.M. Oguntunji, A. Olusegun, A. Ayandiji, C. Adeniyi [et al.] // *Agriculture*. 2020;1-2:113-114.
208. Panda, A.K. Effect of dietary supplementation with vitamins E and C on production performance, immune responses and antioxidant status of White Leghorn layers under tropical summer conditions / A.K. Panda, S.V. Ramarao, M.V.L.N. Raju, R.N. Chatterjee // *Br Poult Sci*. 2008;49:592-599.
209. Patra, B.N. Performance of naked neck versus normally feathered coloured broilers for growth, carcass traits and blood biochemical parameters in tropical climate / B.N. Patra, R.K.S. Bais, R.B. Prasad, B.P. Singh // *Asian-Australian Journal of Animal Science*. 2002;12:1776-1783.
210. Perez-Carbajal, C. Immune response of broiler chickens fed different levels of arginine and vitamin E to a coccidiosis vaccine and *Eimeria* challenge / C. Perez-

Carbajal, D. Caldwell, M. Farnell, K. Stringfellow, G. Casco, S. Pohl, A. Pro-Martinez, C.A. Ruiz- Feria // *Poult Sci.* 2010;89:1870-1877.

211. Porter, T.E. Characterization of dissimilar steroid production by granulosa, theca internal and theca external cells during follicular maturation in the turkey, *Meleagris gallopavo* / T.E. Porter, B.M. Hargis, J.L. Silsby, M.E. El Halawani // *Gen Comp Endocrinol.* 1991;84:1-8. doi: 10.1016/0016-6480(91)90058-E.

212. Pratt, E.V. Effect of moisture content and ambient temperature on the gaseous nitrogen loss from stores laying hen manure / E.V. Pratt, S.P. Rose, A.A. Keeling // *British Poultry Science.* 2004;45:301-305.

213. Prieto, M. Effect of heat and several additives related to stress levels on fluctuating asymmetry, heterophil:lymphocyte ratio, and tonic immobility duration in White Leghorn chicks / M. Prieto, J. Campo // *Poultry Science.* 2010;89:2071-2077.

214. Puthongsiriporn, U. Effects of Vitamin E and C supplementation on performance, in vitro lymphocyte proliferation, and antioxidant status of laying hens during heat stress / U. Puthongsiriporn, S.E. Scheideler, J.L. Sell, M.M. Beck // *Poultry Science.* 2001;80:1190-1200.

215. Puvadolpirod, S. Model of physiological stress in chickens 1. Response parameters / S. Puvadolpirod, J.P. Thaxton // *Poultry Science.* 2000;79:363-369.

216. Quinteiro-Filho, W. Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens / W.M. Quinteiro-Filho, A. Ribeiro, V. Ferraz-de-Paula, M.L. Pinheiro, M. Sakai, L.R.M. Sá, A.J.P. Ferreira, J. Palermo-Neto // *Poultry Science.* 2010;89:1905-1914.

217. Quinteiro-Filho, W. Acute heat stress impairs performance parameters and induces mild intestinal enteritis in broiler chickens: the role of acute HPA axis activation / W.M. Quinteiro-Filho, M.V. Rodrigues, A. Ribeiro, V. Ferraz-de-Paula, M.L. Pinheiro, L.R.M. Sá, A.J.P. Ferreira, J. Palermo-Neto // *Journal of Animal Science.* 2012;90(6):1986-94. doi: 10.2527/jas.2011-3949.

218. Raju, M.V. Response of naked neck (Nana) and normal (nana) broiler chickens to dietary energy levels in a subtropical climate / M.V. Raju, G.S. Sunder, M.M. Chawak, S.V. Rao, V.R. Sadagopan // *British Poultry Science.* 2004;45:186-193.

219. Ramalho, H.M.M. Effect of retinyl palmitate supplementation on egg yolk retinol and cholesterol concentrations in quail / H.M.M. Ramalho, K.H. Dias Da Silva, V.V. Alves Dos Santos, J. dos Santos Cavalcanti, R. Dimenstein // *Br Poult Sci.* 2008;49:475-481.
220. Retsky, K.L. Vitamin C prevents metal ion dependent initiation and propagation of lipid peroxidation in human low-density lipoprotein / K.L. Retsky, B. Frei // *Biochim Biophys Acta.* 1995;125:279-287. doi: 10.1016/0005-2760(95)00089-U.
221. Rostagno, M.H. Effects of heat stress on the gut health of poultry. *Journal of Animal Science.* 2020;98(4):90. doi: 10.1093/jas/skaa090.
222. Rozenboim, I. The effect of heat stress on ovarian function of laying hens / I. Rozenboim, E. Tako, O. Gal-Garber, J.A. Proudman, Z. Uni // *Poult Sci.* 2007;86:1760-1765. doi: 10.1093/ps/86.8.1760.
223. Rue, M.S. Influence of dietary supplemental betaine on performance and egg quality of laying hens during the heat stress / M.S. Rue, K.H. Cho, W.J. Shin, K.S. Ryu // *Korean J. Poult Sci.* 2002;29:117-123.
224. Ruff, J. Research Note: Evaluation of a heat stress model to induce gastrointestinal leakage in broiler chickens / J. Ruff, T.L. Barros, G. Tellez Jr, J. Blankenship, H. Lester [et al.] // *Poultry Science.* 2020;99:1687-1692.
225. Saadat Shad, H. Effects of thymol and carvacrol on productive performance, antioxidant enzyme activity, and certain blood metabolites in heat-stressed broilers / Saadat Shad, M. Mazhari, O. Esmailipour, H. Khosravinia // *Iranian Journal of Applied Animal Science.* 2016;6(1):195-202.
226. Saeed, M. Heat stress management in poultry farms: a comprehensive overview / M. Saeed, G. Abbas, M. Alagawany, A.A. Kamboh [et al.] // *Journal of Thermal Biology.* 2019;84:414-425.
227. Sahin, K. Effects of vitamin C and vitamin E on the performance, digestion of nutrients and carcass characteristics of Japanese quails reared under chronic heat stress (34°C) / K. Sahin, O. Kucuk // *J Anim Physiol Anim Nutr* 2001;85:335-341.
228. Sahin, K. Effects of dietary combination of chromium and biotin on egg production, serum metabolites and egg yolk mineral and cholesterol concentrations in

heat-distressed laying quail / K. Sahin, M. Onderci, N. Sahi, M.F. Gursu, J. Vijaya, O. Kucuk // *Biolog. Trace Elem. Res.* 2004;101:181-192.

229. Sahin, K. Protective role of supplemental vitamin E and selenium on lipid peroxidation, vitamin E, vitamin A and some mineral concentrations of Japanese quail reared under heat stress / K. Sahin, N. Sahin, S. Yaralioglu, M. Onderci // *Biol Trace Elem Res.* 2002;85:59-70.

230. Sahin, K. Effects of vitamin C and vitamin E on lipid peroxidation, blood serum metabolites, and mineral concentrations of laying hens reared at high ambient temperature / K. Sahin, N. Sahin, S. Yaralioglu // *Biol Trace Elem Res.* 2002;85:35-45. doi: 10.1385/BTER:85:1:35.

231. Sahin, K. Heat stress and dietary vitamin supplementation of poultry diets / K. Sahin, O. Kucuk // *Nu-trition Abstracts and Reviews, Series B: Livestock Feeds and Feeding.* 2003;73:41-50.

232. Sahin, K. Dietary Vitamin C and folic acid supplementation ameliorates the detrimental effects of heat stress in Japanese quail / K. Sahin, M. Onderci, N. Sahin, M.F. Gursu, O. Kucuk // *Journal of Nutrition.* 2003;133:1882-1886.

233. Sahin, K. Optimal dietary concentration of chromium for alleviating the effect of heat stress on growth, carcass qualities, and some serum metabolites of broiler chickens / K. Sahin, N. Sahin, M. Onderci, F. Gursu, G. Cikim // *Biological Trace Element Research.* 2002;89:53-64.

234. Salami, S.A. Efficacy of dietary antioxidants on broiler oxidative stress, performance and meat quality: science and market / S.A. Salami, M.A.U. Majoka, S. Saha, A. Garber, J.-F. Gabarrou / *Avian Biology Research.* 2015;8(2):65-78.

235. Santos, R. Quantitative histomorphometric analysis of heat-stress-related damage in the small intestines of broiler chickens / R. Santos, R.R. Santos, A. Awati, P.J. Roubos-van den Hil, M.H.G. Tersteeg-Zijderveld [et al.] // *Avian Pathology.* 2015;44(1):19-22.

236. Santos, R. Effects of a feed additive blend on broilers challenged with heat stress / R.R. Santos, A. Awati, P.J. Roubos-van den Hil, T.A.T.G. van Kempen [et al.] // *Avian Pathology.* 2019;48(6):582-601.

237. Shi, D. Impact of gut microbiota structure in heat-stressed broilers / D. Shi, L. Bai, Q. Qu, S. Zhou, M. Yang [et al.] // *Poultry Science*. 2019;98(6):2405-2413.
238. Singh, A. Effects of supplementation of betaine hydrochloride on physiological performances of broilers exposed to thermal stress / A. Singh, T. Ghosh, D. Creswell, S. Haldar // *Dovepress*. 2015;7:111-120.
239. Smith, O.M. Effect of electrolytes and lighting regime on growth of heat distressed broilers / O.M. Smith // *Poult Sci*. 1994;73:350-353. doi: 10.3382/ps.0730350.
240. St-Pierre, N. Economic Losses from Heat Stress by US Livestock Industries / N. St-Pierre, B. Cobanov, G. Schnitkey // *Journal of Dairy Science*. 2003;86(5):52-77.
241. Surai, P.F. Vitagenes in poultry production: Part 1. Technological and environmental stresses / P.F. Surai, V.I. Fisinin // *World's Poultry Science Journal*. 2016;72(4):721-734.
242. Surai, P.F. Silymarin as a natural antioxidant: An overview of the current evidence and perspectives / P.F. Surai // *Antioxidants*. 2015;4(1):204-247.
243. Surai, P.F. Antioxidants in poultry nutrition and reproduction: An update. *Antioxidants*. 2020;9(2):105. doi: 10.3390/antiox9020105.
244. Surai, P.F. Antioxidant defense systems and oxidative stress in poultry biology: An update / P.F. Surai, I.I. Kochish, V.I. Fisinin, M.T. Kidd // *Antioxidants*. 2019;8(7):35.
245. Taouis, M. Early-age thermal conditioning reduces uncoupling protein messenger RNA expression in pectoral muscle of broiler chicks at seven days of age / M. Taouis, V. De Basilio, S. Mignon-Grasteau, S. Crochet, C. Bouchot, K. Bigot, A. Collin, M. Picard // *Poultry Science*. 2002;81:1640-1643.
246. Taylor, T.G. Calcium metabolism and its regulation / T.G. Taylor, C.G. Drake // In: Freeman B.M., editor. *Physiology and biochemistry of the domestic fowl* London: Academic press. 1984;5:125-170.
247. Tellez, G.Jr. Heat stress and gut health in broilers: role of tight junction proteins / G.Jr. Tellez, G. Tellez-Isaias, S. Dridi // *Advances in Food Technology and Nutritional Sciences*. 2017;3(1):3-10.

248. Temim, S. Chronic heat exposure alters protein turnover of three different skeletal muscles in finishing broiler chickens fed 20 or 25% protein diets / S. Temim, A.M. Chagneau, R. Peresson, S. Tesseraud // *Journal of Nutrition*. 2000;130:813-819.
249. Tojo, H. Effects of environmental temperature on the concentration of serum oestradiol, progesterone, and calcium in maturing female domestic fowl / H. Tojo, T.M. Huston // *Poult Sci*. 1980;59:2797-2802. doi: 10.3382/ps.0592797.
250. Traber, M.G. Vitamin E, antioxidant and nothing more / M.G. Traber, J. Atkinson // *Free Radical Biol Med*. 2007;43:4-15. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2007.03.024.
251. Tsiouris, V. Heat stress as a predisposing factor for necrotic enteritis in broiler chicks / V. Tsiouris, I. Georgopoulou, C. Batzios, N. Pappaioannou, R. Ducatelle [et al.] // *Avian Pathology*. 2018;47(6):616-624.
252. Tumov, E. Interaction of hen production type, age, and temperature on laying pattern and egg quality / E. Tumov, R.M. Gous // *Poult Sci*. 2012;91:1269-1275. doi: 10.3382/ps.2011-01951.
253. Türker, M. Performance of broiler chicks fed on reduced methionine diets supplemented with betaine / M. Türker, M. Alp, N. Kocabağlı // *Istanbul: XXII Poultry Congress. Türkiye*. 2004;10:1-04.
254. Uni, Z. Changes in growth and function of chick small intestine epithelium duo to early thermal conditioning / Z. Uni, O. Gal-Garger, A. Geyra, D. Sklan, S. Yahav // *Poult Sci*. 2001;80:438-445. doi: 10.1093/ps/80.4.438.
255. Utomo, D.B. Effects of alpha tocopherol supplementation on plasma egg yolk precursor concentrations in laying hens exposed to heat stress / D.B. Utomo, M.A. Mitchell, C.C. Whitehead // *Br Poult Sci*. 1994;35:828-829.
256. Veldkamp, T. Interaction between ambient temperature and supplementation of synthetic amino acid on performance and carcass parameters in commercial male turkeys / T. Veldkamp, P.R. Ferket, R.P. Kwakkel, C. Nixey, J.P.T.M. Noordhuizen // *Poultry Science*. 2000;79:1472-1477.
257. Veldkamp, T. Effects of ambient temperature, arginine-to-lysine ratio, and electrolyte balance on performance, carcass, and blood parameters in commercial male

turkeys / T. Veldkamp, R.P. Kwakkel, P.R. Ferket, P.C.M. Simons, J.P.T.M. Noordhuizen, A. Pijpers // *Poultry Science*. 2000;79:1608-1616.

258. Wang, Y.Z. The effect of betaine and DL- methionine on growth performance and carcass characteristics in meat ducks / Y.Z. Wang, Z.R. Xu, G. Feng // *Anim Feed Sci Technol*. 2004;116:151-159. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2004.05.003.

259. Wang, L.F. The effect of dietary Vitamin A levels on peroxidation status of inocuated and heat-stressed laying hens / L.F. Wang, H. Lin, Q.M. Yang // *Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica*. 2002;33:443-447.

260. Wu, Q. Glutamine alleviates heat stress-induced impairment of intestinal morphology, intestinal inflammatory response, and barrier integrity in broilers / Q.J. Wu, N. Liu, X.H. Wu, G.Y. Wang, L. Lin // *Poultry Science*. 2018;97(8):2675-2683.

261. Yahav, S. Physiological response of chickens and turkey to relative humidity during exposure to high ambient temperature / S. Yahav, S. Goldfeld, I. Plavnik, S. Hurwitz // *J Therm Biol*. 1995;20:245-253. doi: 10.1016/0306-4565(94)00046-L.

262. Yahav, S. Relative humidity at moderate ambient temperature: its effect on male broiler chickens and turkey / S. Yahav // *British Poultry Science*. 2000;41:94-100.

263. Yahav, S. Ammonia affects performance and thermoregulation of male broiler chickens / S. Yahav // *Animal Research*. 2004;53:289-293.

264. Yahav, S. Thermotolerance acquisition in broiler chickens by temperature conditioning early in life – The effect of timing and ambient temperature / S. Yahav, J.P. Mcmurtry // *Poultry Science*. 2001;80:1662-1666.

265. Yousef, M.K. Stress physiology in Livestock / M.K. Yousef // *Poultry*. Boca Raton: CRC Press. 1985;3:130-134.

266. Yuan, J. Effect of dietary vitamin a on reproductive performance and immune response of broiler breeders / J. Yuan, A.R. Roshdy, Y. Guo, Y. Wang, S. Guo // *PLoS One*. 2014;9:1-9.

267. Zou, X.T. Effect of betaine on performance of laying hens / X.T. Zou, J. Feng // *Chin J Anim Sci*. 2002;38:7-9.

268. Zulkifli, I. The effect of early-age feed restriction on heat shock protein 70 response in heat-stressed female broiler chickens / I. Zulkifli, M.T. Che Norma, D.A. Israf, A.R. Omar // *British Poultry Science*. 2002;43:141-145.

СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА

1. Рисунок 1 – Общая схема исследований. – С. 37.
2. Рисунок 2 – Среднесуточный баланс и использование азота. – С. 50.
3. Рисунок 3 – Среднесуточный баланс использования кальция. – С. 50.
4. Рисунок 4 – Среднесуточный баланс использования фосфора. – С. 51.
5. Рисунок 5 – Естественная резистентность цыплят, %. – С. 55.
6. Рисунок 6 – Динамика среднесуточных приростов живой массы бройлеров, %.
– С. 57.
7. Рисунок 7 – Относительная скорость роста, %. – С. 58.
8. Рисунок 8 – Содержание витаминов в печени, мкг/г. – С. 66.
9. Рисунок 9 – Динамика среднесуточных приростов живой массы. – С. 73.
10. Рисунок 10 – Относительная скорость роста, %. – С. 73.
11. Рисунок 11 – Химический состав грудных мышц. – С. 75.
12. Рисунок 12 – Оценка качества вареных грудных мышц, балл. – С. 76.
13. Рисунок 7 – Оценка качества бульона, балл. – С. 77.



ДИПЛОМ

НАГРАЖДАЕТСЯ УЧАСТНИК

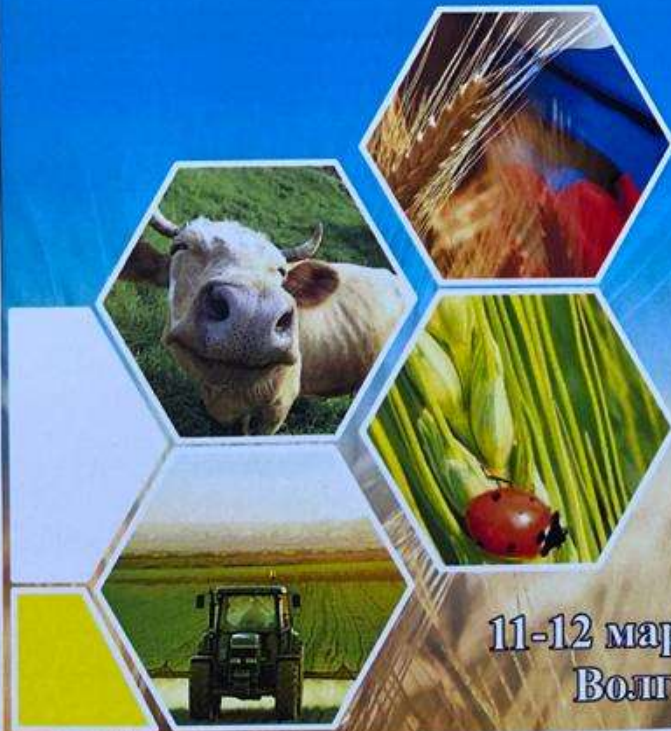
XXX СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ВЫСТАВКИ

«АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС»

ФГБНУ ПОВОЛЖСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ МЯСОМОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ
- г. ВОЛГОГРАД

ЗОЛОТОЙ МЕДАЛЬЮ

За инновационные разработки в птицеводстве



Генеральный директор ВЦ "Царицынская ярмарка"

В.Е. Чернова

Чернов



11-12 марта 2020 г.
Волгоград

