

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

На правах рукописи

КОСОГОР АНАСТАСИЯ ВЛАДИМИРОВНА

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМОВОГО ХЛОРИСТОГО
КАЛИЯ В КОРМЛЕНИИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ**

4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и
производства продукции животноводства

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель

Заикина Анастасия Сергеевна
кандидат биологических наук, доцент

Москва – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	10
1.1 Специфика морфологического строения пищеварительной системы у птицы	10
1.2 Организация полноценного кормления цыплят-бройлеров.....	22
1.3 Особенности минерального питания цыплят-бройлеров.....	28
1.4 Физиологическая роль калия в кормлении птицы.....	31
1.5 Источники калия, используемые в кормлении сельскохозяйственной птицы	39
Заключение по обзору литературы	46
2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	47
3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	56
3.1 Переваримость питательных веществ рациона цыплятами-бройлерами.....	56
3.2 Зоотехнические показатели выращивания цыплят-бройлеров	58
3.3 Мясная продуктивность цыплят-бройлеров	62
3.4 Химический состав мышц цыплят-бройлеров.....	64
3.5 Гистологическое строение органов пищеварительной системы	65
3.5.1 Двенадцатиперстная кишка	66
3.5.2 Тощая кишка	71
3.5.3 Подвздошная кишка	77
3.5.4 Слепая кишка.....	82
3.5.5 Прямая кишка	88
3.6 Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров	93
3.7 Производственная апробация результатов исследования.....	96

3.8 Экономическая эффективность использования кормового хлористого калия в кормлении цыплят бройлеров	98
4 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	101
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	107
ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ.....	110
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ.....	111
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ	112
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	113
Приложение А.....	136
Приложение Б	137
Приложение В	138
Приложение Г	139
Приложение Д.....	140
Приложение Е	141
Приложение Ж.....	144
Приложение И.....	145
Приложение К.....	147
Приложение Л.....	148
Приложение М.....	149

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Мясное птицеводство занимает важное место в структуре сельского хозяйства России внося существенный вклад в обеспечение продовольственной безопасности страны поставками конкурентоспособной продукции. В последние годы в отрасли наблюдается значительная динамика развития, проявляющаяся в наращивании производственных мощностей и улучшении потребительских свойств выпускаемых товаров (Буяров А.В., 2024).

Производственный ассортимент российского птицеводства включает такие основные направления, как выращивание цыплят-бройлеров, перепелов, индеек, уток и гусей. Анализ данных рынка указывает на опережающие темпы роста производства мяса бройлеров, что подтверждает его возрастающую значимость в структуре потребительского спроса (Маринченко Т. Е., Кузьмина Т. Н., 2023).

Одной из главных причин увеличения производства мясной птицы в России является модернизация и развитие технологий в птицеводстве, что позволяет улучшить условия содержания и кормления птицы, повысить продуктивность и сократить затраты на производство. Все это приводит к снижению стоимости птицепродукции и делает ее более доступной для потребителей (Кононова Н.Н., Улезько А.В., 2020).

Российское правительство активно поддерживает развитие птицеводства, внедряя программы субсидирования и льготного кредитования для сельхозпроизводителей. Это включает в себя меры по поддержке малых и средних фермерских хозяйств, что способствует диверсификации рынка и повышению продовольственной безопасности страны (Кузьмин В.Н., Маринченко Т.Е., 2023)

Государственная поддержка также играет важную роль в развитии птицеводства. Федеральные и региональные программы субсидирования и льготного кредитования способствуют модернизации производственных мощностей, строительству новых птицеферм и обустройству современных технологических линий. Это, в свою очередь, создает новые рабочие места и обеспечивает рост доходов сельского населения.

Сочетание инновационных технологий, государственной поддержки и активной международной торговли создают необходимые условия для устойчивого роста и повышения конкурентоспособности российской птицеводческой продукции на мировом рынке. Следование современным тенденциям и адаптация к новым вызовам позволят российскому птицеводству не только сохранить достигнутые результаты, но и выйти на качественно новый уровень развития.

Особое значение в современных технологиях животноводства приобретает использование в кормлении животных биологически активных добавок, в том числе минеральных комплексов, выполняющих регуляторную функцию в метаболических процессах в организме (Золотова Е.В., 2023). Многочисленные исследования доказали их существенную роль в поддержании физиологических функций организма: активизации тканевого дыхания, обеспечении процессов кроветворения, регуляции деятельности нервной и эндокринной систем, стимуляции иммунного статуса и репродуктивной функции. Введение в рацион сбалансированных по составу минеральных добавок способствует повышению переваримости и усвояемости питательных веществ корма, что в конечном итоге положительно отражается на продуктивных показателях животных и экономической эффективности производства (Тюрина Л.Е., 2022).

Повышение эффективности усвоения питательных веществ корма и общей продуктивности сельскохозяйственной птицы является актуальной задачей, для решения которой широко используются различные минеральные добавки.

В связи с изложенным, данная работа имеет научный и практический интерес для целесообразности ввода кормового хлористого калия в рацион цыплят-бройлеров.

Степень разработанности темы исследования.

Основой развития современного птицеводства является использование сбалансированных по питательным веществам комбикормов, обогащенных комплексом минеральных добавок. В условиях динамичного развития отрасли особую актуальность приобретает задача по созданию и внедрению эффективных минеральных добавок.

Проблеме изучения кормового хлористого калия и его физиологического воздействия на организм сельскохозяйственных животных и птицы уделялось значительное внимание в научной литературе.

Значительный вклад в изучение данного вопроса внесли такие исследователи, как Андрианова Е.Н., Егоров И.А., Григорьева Е.Н., Братчиков М.Ю., Кебец П.А., Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Комарова З.Б., Кротова О.Е., Головин В.В., Иванов С.М., Фризен Д.В., Рудковская А.В., Воронина Т.В., Курмашева С.С.

Цель и задачи исследований.

Цель исследования - определение целесообразной нормы ввода и эффективности использования кормового хлористого калия в кормлении цыплят-бройлеров.

В связи с поставленной целью были сформулированы следующие задачи:

1. Изучить влияние кормового хлористого калия на зоотехнические показатели цыплят-бройлеров;
2. Оценить переваримость питательных веществ рациона;
3. Исследовать влияние кормового хлористого калия на биохимические показатели крови цыплят-бройлеров;
4. Определить оптимальную норму ввода кормового хлористого калия в комбикорма;
5. Проанализировать морфологическое состояние органов пищеварения птицы;
6. Провести производственную апробацию установленной нормы ввода добавки;
7. Рассчитать экономическую эффективность применения кормового хлористого калия и определить перспективы дальнейшей разработки темы.

Научная новизна. Впервые в условиях АО «Птицефабрика «Рефтинская» Свердловской области на цыплятах-бройлерах кросса Росс-308 были проведены исследования, направленные на научно-практическое и экономическое обоснование влияния различного уровня кормового хлористого калия (степень

чистоты - 98,8%) на продуктивность птицы. Определено влияние скармливания кормового хлористого калия на химический состав грудных и бедренных мышц, биохимические показатели крови цыплят-бройлеров. Исследование морфологического состояния тонкого и толстого отделов кишечника предоставляет новые данные о переваримости питательных веществ корма и влиянии на здоровье птицы.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая и практическая значимость работы заключается в том, что в процессе исследований были расширены знания об обмене веществ у птицы, использовании ею питательных веществ комбикормов с разными уровнями хлористого калия, проанализированы гистологические изменения органов желудочно-кишечного тракта (в частности, двенадцатиперстной, тощей, подвздошной, слепой, прямой кишок), биохимический состав крови, химический состав мышц.

На основании проведенных исследований и производственной проверки сделано заключение, что рациональными уровнями кормового хлористого калия в составе комбикорма в количестве: ПК-5-1 (с 0 до 11 сут.) - 600 г/т, ПК-5-2 (с 12 до 24 сут.) - 900 г/т, ПК-6-1 (с 25 до 30 сут.) - 1200 г/т, ПК-6-2 (с 30 сут. до убоя) – 1500 г/т.

Результаты исследований по определению эффективности использования кормового хлористого калия в кормлении цыплят-бройлеров внедрены в ООО «БПК» Брянской области.

Методология и методы исследования. Методологической основой данного исследования послужили научные работы ведущих отечественных и зарубежных ученых, специализирующихся на изучении влияния кормовых добавок на продуктивные качества и биологические характеристики сельскохозяйственных животных.

В ходе выполнения работы применялись общие методы научного познания, такие как наблюдение, сравнение, обобщение. Был проведен тщательный анализ теоретических и практических исследований, освещающих механизмы

воздействия минеральных добавок на метаболизм, рост и физиологическое состояние животных.

В работе применялись общепринятые в практике зоотехнические, морфологические и биохимические методы. Достоверность полученных данных обеспечивалась математической и статистической обработкой первичных результатов научно-производственного опыта и лабораторных анализов с определением уровня значимости различий.

Положения диссертации, выносимые на защиту:

1. При введении в рацион кормового хлористого калия улучшаются зоотехнические показатели выращивания цыплят-бройлеров.
2. Скармливание кормового хлористого калия оказывает влияние на химический состав грудных и ножных мышц бройлеров.
3. При скармливании кормового хлористого калия улучшается морфологическое состояние кишечника бройлеров.
4. При использовании кормового хлористого калия в кормлении цыплят-бройлеров улучшаются биохимические показатели крови.
5. Скармливание кормового хлористого калия цыплятам-бройлерам повышает экономическую эффективность производства мяса птицы.

Степень достоверности и апробации результатов.

Материалы диссертации доложены, обсуждены и получили положительную оценку на конференциях и конкурсах научных работ и выставка:

- Международная научно-практическая конференция «Инновационное развитие агропромышленного комплекса: новые подходы и актуальные исследования» (Краснодар, 24–25 апреля 2024 г.);
- Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича (Москва, 03–05 июня 2024 г.);
- XXI международная конференция «Мировое и российское птицеводство: динамика и перспективы развития - научные разработки по генетике

и селекции сельскохозяйственной птицы, кормлению, инновационным технологиям производства и переработки яиц и мяса, ветеринарии, экономики отрасли» (Сергиев Посад, 23–25 сентября 2024 г.);

- Всероссийская научно-практическая конференция «Научно-инновационные направления развития животноводства» (Рязань, 23 октября 2024 г.);

- 110-я Международная научно-практическая конференция студентов и магистрантов (Витебск, 2025 г.);

- II этап Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых учёных высших учебных заведений Министерства сельского хозяйства Российской Федерации в номинации «Зоотехния» (Москва, 2025 г.);

- III этап Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых учёных высших учебных заведений Министерства сельского хозяйства Российской Федерации в номинации «Зоотехния» (Москва, 2025 г.);

- XXVII Российская агропромышленная выставка «Золотая осень-2025», конкурс «За производство высококачественных кормов и кормовых добавок» (Москва, 2025 г.) – награждена дипломом и серебряной медалью.

Публикация результатов исследований. Основные материалы исследований были изложены в 9 научных работах, в том числе в изданиях, включаемых в перечень ВАК, опубликовано 3 статей.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа содержит: введение, обзор литературы, материалы и методы исследования, результаты собственных исследований, обсуждений результатов, заключение, практические предложения и список использованный литературы.

Работа содержит 149 страниц, 28 таблиц, 17 рисунков, 11 приложений. Список использованной литературы включает 128 источника, в том числе 24 – на иностранном языке.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Специфика морфологического строения пищеварительной системы у птицы

Питание представляет собой фундаментальный физиологический процесс, посредством которого живой организм получает из внешней среды необходимые питательные вещества с кормом, состоящим из сложных органических соединений (Топорова Л.В. и др., 2011). Однако сами по себе эти макромолекулы не могут быть непосредственно усвоены клетками и тканями. Для эффективного использования питательных веществ как источника энергии и строительного материала, необходимого для обеспечения жизненных процессов, роста и полноценного развития, требуется предварительное расщепление макромолекул в более простые, усвояемые соединения. Ключевой стадией этого преобразования является пищеварение — сложный, многоуровневый набор взаимосвязанных физических, химических, механических и биологических процессов, в ходе которого сложные питательные вещества, содержащиеся в корме, последовательно расщепляются до более простых и доступных для усвоения соединений.

Начальным и критически важным этапом данного механизма является процесс переваривания. Его суть заключается в ферментативном гидролитическом расщеплении сложных полимеров (таких как белки, жиры и углеводы) на их структурные единицы — мономеры (аминокислоты, жирные кислоты, моносахариды). Именно этот процесс подготовки и завершается высвобождением конечных продуктов, которые затем могут быть усвоены организмом через стенки желудочно-кишечного тракта (Новицкая О.А. и др., 2025). Таким образом, пищеварение создает необходимые предпосылки для метаболизма, трансформируя инертные компоненты корма в биологически активные и легкоперевариваемые вещества (Грушевская В.П. и др., 2023).

Пищеварительная система птицы, или желудочно-кишечный тракт (ЖКТ), характеризуется комплексом уникальных анатомо-физиологических адаптаций, направленных на максимально эффективное усвоение питательных веществ, в

особенности из кормов растительного происхождения (Щербина Д.В. и др., 2023). В отличие от большинства млекопитающих, желудочно-кишечный тракт птиц эволюционно сформировался как высокоспециализированная система для переработки значительных объемов клетчатки и других труднорасщепляемых компонентов, что выступает критически важным условием не только их биологического выживания, но и высокой хозяйственной продуктивности в условиях интенсивного птицеводства.

Механизм потребления корма у сельскохозяйственной птицы находится в прямой зависимости от сложного взаимодействия чувств голода и насыщения, которые в совокупности формируют аппетит и определяют структуру кормового поведения. Регуляция аппетита представляет собой многоуровневый процесс, управляемый за счет интеграции сигналов от пищеварительной системы, гормонального фона (таких как лептин и грелин) и центральной нервной системы. Примечательно, что у бройлеров и других птиц мясных пород, селекционированных на достижение максимальной скорости роста и мясной продуктивности, липостатический контроль потребления корма, ответственный за регуляцию жирового обмена, выражен в значительно меньшей степени. Данная физиологическая особенность приводит к тому, что объем потребляемого корма у цыплят таких линий в первую очередь детерминирован его энергетической плотностью, а не внутренними механизмами липогенеза, что отличает их от птиц яичного или комбинированного направления.

Энергетическая ценность рациона является важным фактором, определяющим все аспекты жизнедеятельности птицы. Она служит не только основным источником энергии для поддержания витальных функций организма (дыхания, кровообращения, терморегуляции), но и необходимым условием для реализации генетического потенциала роста, развития и репродуктивной деятельности животных (Juanchich A., Urvoix S., 2020). Достаточное энергообеспечение напрямую влияет на синтез белка, формирование мышечной ткани и, как следствие, на выход и качество конечной продукции — будь то мясо, яйцо или племенной молодняк. В связи с этим, разработка научно обоснованного,

сбалансированного по энергии и питательным веществам рациона, полностью соответствующего физиологическим потребностям птицы на различных стадиях онтогенеза, составляет основу рентабельности и устойчивого развития современного птицеводческого хозяйства.

Потребление кормосмесей сельскохозяйственной птицей является комплексным показателем, на который оказывает влияние целый ряд взаимосвязанных факторов. К ним относятся общее состояние здоровья поголовья, уровень физической активности, живая масса, а также параметры микроклимата (Менякина А.Г. и др., 2023). В условиях снижения энергетической питательности комбикорма у птицы наблюдается компенсаторная поведенческая реакция, выражающаяся в увеличении объема потребляемой кормовой смеси для удовлетворения метаболических потребностей. Однако в мясном птицеводстве стратегия искусственного стимулирования потребления корма за счет преднамеренного снижения его калорийности признана не только нецелесообразной, но и потенциально вредной. Данный подход является контрпродуктивным, поскольку дефицит энергии в рационе не может быть полностью компенсирован увеличением его объема. Это создает избыточную нагрузку на пищеварительную систему, нарушает метаболический баланс и неизбежно негативно сказывается на физиологическом статусе, темпах роста и общем развитии птицы (Проскурина Л.И. и др., 2022). В результате, вместо ожидаемого экономического эффекта производитель сталкивается со значительным снижением продуктивности и увеличением конверсии корма.

Современные научные данные свидетельствуют о том, что гомеостатические механизмы, регулирующие потребление комбикорма у сельскохозяйственной птицы, характеризуются определёнными ограничениями и не всегда обеспечивают идеальную адаптацию. Гомеостаз, понимаемый как комплекс физиологических процессов, направленных на поддержание постоянства внутренней среды организма, играет ключевую роль в управлении энергетическим балансом, необходимым для нормальной жизнедеятельности. Однако эффективность данных механизмов существенно варьирует в зависимости от вида, возраста и, что

особенно важно, от направления продуктивности птицы. Наиболее выраженные адаптационные способности демонстрируют птицы яичного направления продуктивности. Куры-несушки обладают развитой физиологической возможностью гибко регулировать объём потребляемого корма в ответ на изменения его энергетической ценности. При снижении калорийности рациона они компенсируют энергетический дефицит за счёт увеличения общего количества потреблённого комбикорма. Этот эффективный механизм саморегуляции позволяет курам-несушкам поддерживать стабильный энергетический баланс, необходимый для высокой и устойчивой яйценоскости (Иванищева А.П., Сизова Е.А., 2023).

Цыплята-бройлеры характеризуются ограниченной способностью к гомеостатической регуляции потребления корма. У них объём потребления в значительной степени остается постоянным и слабо коррелирует с энергетической ценностью комбикорма. Как следствие, при использовании низкокалорийных рационов бройлеры не способны компенсировать дефицит энергии за счёт увеличения её потребления. Данное физиологическое ограничение проявляется в уменьшении скорости роста, снижении конверсии корма и общей мясной продуктивности поголовья.

Клюв, представляющий собой специализированную роговую структуру, выполняет комбинированную функцию губ и зубов. После захвата корм поступает в ротовую полость, где подвергается начальной ферментативной обработке, а именно смачивается слюной, содержащей амилалитические ферменты, и покрывается муциновым слоем. Акту глотания предшествует сложный координированный процесс, включающий серию резких движений языка синхронно с кивательными движениями головы, что обеспечивает эффективное проталкивание пищевого комка в пищевод. Далее кормовая масса транспортируется по пищеводу. Зоб, являющийся чётко выраженным дилатационным расширением в средней части пищевода, анатомически состоит из двух симметричных мешковидных структур — правого и левого зобных мешков. В области входа в зоб активно секретруется муцин, способствующий

дополнительному размягчению и набуханию кормовой массы, что является важным этапом подготовки к последующим этапам пищеварения.

Зоб функционирует как специализированный ферментер одиночного цикла, в котором инициируются процессы микробной ферментации кормового субстрата. Симбиотические микроорганизмы, колонизирующие зоб, начинают расщепление сложных углеводов и других нутриентов. Современные исследования микробиоты зоба кур свидетельствуют о подовляющем большинстве молочнокислых бактерий (*Lactobacillus spp.*), которые обеспечивают интенсивную ферментацию и естественную консервацию корма. Наряду с ними, в микробиоме зоба в меньшей концентрации присутствуют дрожжи и микромицеты (Юркевич В. В., 2020).

Желудок птицы, играющий ключевую роль в процессе пищеварения, состоит из двух функционально различных отделов: железистого и мышечного (Беляева Н.П. и др., 2022). После предварительного увлажнения и ферментации в зобе кормовая масса поступает в железистый желудок, где подвергается интенсивной химической обработке. В слизистой оболочке железистого желудка расположены многочисленные (30-40 пар) трубчатые железы, которые выделяют желудочный сок, содержащий соляную кислоту (HCl) и ферменты-протеолитики, необходимые для расщепления белков (Прибытов И.В., 2007). Трубчатые разветвленные железы, образованные одним типом железистых клеток, расположенных вдоль желудка, более многочисленны и направлены к краниальной части. Важно отметить, что выработка желудочного сока у птиц происходит непрерывно, что обеспечивает постоянную подготовку корма к дальнейшему перевариванию.

Однако, железистый желудок птицы, несмотря на его важную роль в начальной химической обработке корма, обладает относительно небольшим объемом. Он не предназначен для длительного хранения и значительного накопления пищевой массы (Степанишин В.В. и др., 2025). Ключевые процессы переваривания и усвоения питательных веществ происходят в мышечном отделе желудка, куда постоянно поступает желудочный сок, секретируемый железистым отделом. Мышечный отдел желудка характеризуется хорошо развитой гладкой мускулатурой, обеспечивающей интенсивные сокращения, которые перемешивают

и измельчают корм. Наличие мелких камней (гастролитов) и других твердых частиц, которые птицы заглатывают специально, усиливает механическое перетирание пищи, облегчая доступ ферментов к питательным веществам (Прибытов И.В, 2006).

Внутренняя поверхность мышечного желудка выстлана слизистой оболочкой, содержащей железы. Эти железы выделяют особый коллоидный секрет, который, затвердевая, формирует прочную роговую пленку – кутикулу. Она играет защитную роль, предохраняя нежную слизистую оболочку от повреждений, возникающих в процессе интенсивного механического перетирания корма. Во время перемалывания пищи кутикула постепенно истончается, однако параллельно происходит её непрерывное восстановление. У кур между железистым и мышечным отделами желудка расположен сфинктер (Yamamoto Y., Atoji Y., 1995), который контролирует продвижение пищевой массы в мышечный желудок и предотвращает её обратный заброс в железистый отдел, обеспечивая оптимальную последовательность пищеварительных процессов.

Мышечный желудок птицы выполняет не только механическую, но и важную химическую функцию, являясь активным центром дальнейшего гидролиза питательных веществ. В этом отделе продолжается ферментативное расщепление преимущественно белковых и углеводных компонентов корма, а в меньшей степени — липидов.

Эффективность процессов переваривания в мышечном желудке существенно повышается благодаря постоянной рециркуляции его содержимого с секретами, поступающими из проксимальных отделов кишечника. А именно, происходит регулярное забрасывание химуса из двенадцатиперстной кишки, который обогащен мощным комплексом панкреатических ферментов (протеаз, амилаз, липаз), а также желчью. Желчные кислоты играют ключевую роль в эмульгировании жиров, увеличивая площадь их поверхности для последующего воздействия липаз.

Тонкий кишечник птицы служит ключевым участком конечного гидролиза и абсорбции питательных веществ, демонстрируя, при общем плане строения,

характерном для позвоночных животных, ряд специфических адаптаций. Как и у других высших позвоночных, он анатомически подразделяется на три последовательных отдела: двенадцатиперстную, тощую и подвздошную кишки (Gabella G., 1985).

Слизистая оболочка кишечника организована в сложную систему ворсинок и крипт (желёз Либеркюна), протоки которых открываются в просвет между ворсинками, обеспечивая интенсивную секреторную деятельность. Существенной морфофункциональной особенностью пищеварения у цыплят является редукция Бруннеровых желез (сложные разветвленные альвеолярно-трубчатые железы двенадцатиперстной кишки), присутствующих у млекопитающих, что указывает на специфику адаптации их пищеварительной системы (Fuse Y, Tsuchihashi Y, 1990, Бойко А.А., 2023).

Процесс переваривания пищи в тонком кишечнике птиц представляет собой высокоорганизованную последовательность биохимических реакций, протекающих в условиях динамического градиента кислотности (pH) по всей его длине. Начальные, проксимальные отделы кишечника, куда поступает химус из желудка, сохраняют выраженную кислую среду, которая постепенно сменяется нейтральной по мере продвижения содержимого к дистальным отделам.

Активный гидролиз питательных веществ инициируется уже в проксимальных сегментах, где продолжается воздействие пепсина и соляной кислоты, поступивших в составе желудочного сока. По мере нейтрализации кислоты ключевую роль играет панкреатическая секреция. Химус последовательно смешивается с комплексом ферментов поджелудочной железы (протеазами, амилазами, липазами), а также с желчью, которая эмульгирует жиры, подготавливая их к эффективному расщеплению.

На заключительном этапе, преимущественно в дистальных отделах тонкого кишечника, в процесс пищеварения активно включаются микробиологические механизмы. Симбиотическая микрофлора осуществляет ферментацию тех компонентов корма, которые не были гидролизованы собственными ферментами организма (например, некоторых некрахмальных полисахаридов), синтезируя при

этом дополнительные нутриенты и короткоцепочечные жирные кислоты (Савчук С.В. и др., 2019; Guo P, Lin S, 2023).

Основным источником гидролитических ферментов выступает секрет поджелудочной железы, содержащий полный спектр энзимов для деградации основных нутриентов: амилазу и инвертазу (для углеводов), трипсин, химотрипсин и эрепсин (для протеолиза), а также липазу для расщепления липидов. Этот многокомпонентный ферментативный комплекс обеспечивает эффективный гидролиз пищевых субстратов до абсорбируемых мономеров.

В тонком кишечнике птицы осуществляется финальная стадия протеолиза, в ходе которой сложные белковые структуры корма гидролизуются до низкомолекулярных пептидов и свободных аминокислот. Эти конечные продукты абсорбируются через стенку кишечника в порталный кровоток и транспортируются к тканям, где используются в качестве пластического материала для биосинтеза собственных белков, ферментов и других азотсодержащих соединений. Наряду с экзогенными протеинами корма, в просвет кишечника постоянно секретируются эндогенные азотистые соединения (слизь, ферменты, слущенные энтероциты), играющие ключевую роль в поддержании гомеостаза внутренней среды. Их присутствие обеспечивает стабилизацию pH и ионного состава химуса, создавая оптимальные условия для активности пищеварительных гидролаз (Хугаева О.М. и др., 2023). Усвоение липидов напрямую зависит от эффективности процессов липолиза и последующего мицеллообразования. Под действием панкреатической липазы и желчных кислот триглицериды эмульгируются и расщепляются до моноглицеридов и свободных жирных кислот. Критически важным этапом является формирование смешанных мицелл – надмолекулярных комплексов, в состав которых входят продукты липолиза, желчные кислоты и фосфолипиды. Свободные жирные кислоты в составе мицелл не только сами эффективно абсорбируются энтероцитами, но и потенцируют всасывание других липофильных соединений, существенно повышая общую эффективность утилизации жиров из рациона.

Усвоение кальция происходит в пилорическом отделе желудка. Здесь под действием высокой концентрации соляной кислоты (HCl) неорганические соли кальция трансформируются в легкорастворимый хлорид кальция (CaCl_2). Эта химическая конверсия является необходимым условием для его последующей абсорбции.

Основное всасывание образовавшихся ионов Ca^{2+} осуществляется в проксимальных отделах тонкого кишечника – двенадцатиперстной и тощей кишках (Белов И.О., Петряков В.В., 2025), откуда кальций поступает в портальную систему кровообращения для распределения по организму. Кинетика данного процесса напрямую зависит от концентрационного градиента: скорость абсорбции кальция пропорциональна его уровню в просвете кишечника.

Крайне важно учитывать, что метаболизм кальция неразрывно связан с метаболизмом фосфора, образуя единую физиологическую систему. Включение в рацион значительного количества кальция при отсутствии компонентов животного происхождения (богатых доступным фосфором) или без добавления фитаз может привести к конкурентному взаимодействию в кишечнике и формированию нерастворимых комплексов. Это, в соответствии с исследованиями Засеева М.Ч., Битиева И.А., (2016), провоцирует вторичный дефицит фосфора, который, в свою очередь, негативно сказывается на активности ключевых метаболических процессов, что приводит к снижению эффективности усвоения самого кальция.

Моторно-эвакуаторная функция тонкого кишечника птицы представляет собой физиологический процесс, обеспечивающий гомогенизацию, дистальную транспортировку химуса и оптимизацию абсорбции нутриентов. Данная активность реализуется через последовательную смену трех основных фаз: перистальтики, антиперистальтики и фазы относительного покоя. Перистальтика представляет собой распространяющиеся в каудальном направлении волны сокращений, инициируемые координированной активностью кольцевой и продольной мускулатуры кишечной стенки. Перистальтические волны генерируют участки последовательного сужения и дилатации просвета кишки, что создает градиент давления для дистального продвижения химуса. Содержимое кишечника

транспортируется в направлении расширенного сегмента, расположенного непосредственно за зоной сокращения. По завершении перистальтической фазы не наступает полной релаксации миоцитов. Вместо этого инициируется антиперистальтика — сокращения, распространяющиеся в оральном направлении. Основная физиологическая роль данной фазы заключается в интенсивном перемешивании химуса, что обеспечивает его гомогенизацию и пролонгирует контакт питательных веществ с абсорбтивной поверхностью энтероцитов. Это увеличивает временное окно для эффективного гидролиза и последующего транспорта нутриентов через щеточную кайму слизистой оболочки.

Толстый кишечник птицы, морфологически представленный парными слепыми отростками (*caeca*) и прямой кишкой (*rectum*), выполняет ряд критически важных функций на завершающих этапах пищеварения и поддержании системного гомеостаза. Слизистая оболочка слепых отростков инфильтрирована значительным количеством лимфоцитов, организованных в лимфоидные фолликулы, что подчеркивает их ключевую роль в реализации мукозального иммунитета и формировании иммунологического барьера. Гистологическое строение толстой кишки характеризуется наличием ворсинок редуцированного размера по сравнению с тонким отделом, что коррелирует со специализацией на абсорбции воды, электролитов и конечных продуктов микробной ферментации (Star-Shirko B, 2025).

Высокая плотность и биоразнообразие микробных сообществ в слепых отростках создают условия для интенсивной ферментации непереваренных остатков корма, в первую очередь сложных углеводов. В результате анаэробного метаболизма микрофлоры продуцируются короткоцепочечные жирные кислоты (КЖК) — ацетат, пропионат и бутират, которые служат важным источником энергии для колоноцитов (эпителиальные клетки толстой кишки) и макроорганизма в целом, а также участвуют в регуляции клеточной пролиферации и апоптоза (Середа А.В., 2024).

Микробиота кишечника, насчитывающая свыше 400 видов бактерий, формирует сложную экосистему, выполняющую защитную функцию. Конкурируя

с патогенами за рецепторы адгезии (молекулы, обеспечивающие взаимодействие клеток) и нутриенты (питательные вещества), а также продуцируя бактериоцины и другие антимикробные вещества, аутохтонная микрофлора состоит из анаэробов (бифидобактерии, пропионобактерии, пептострептококки) и аэробов (лактобактерии, энтерококки и эшерихии), обеспечивая защиту от инфекционных агентов (Околелова Т.М. и др., 2023).

У птицы прямая кишка, являющаяся конечным отделом пищеварительного тракта, имеет относительно небольшую длину. За прямой кишкой располагается клоака – многофункциональная камера, служащая общим выходом для пищеварительной, мочевыделительной и репродуктивной систем. Клоака птицы состоит из трех основных отсеков: *coprodeum*, *urodeum* и *proctodeum*.

Coprodeum представляет собой расширенную часть прямой кишки, где происходит временное накопление фекалий. Являясь самым крупным отделом клоаки, копродеум отделен от прямой кишки сфинктером, сформированным из гладкой круговой мускулатуры. Этот сфинктер играет важную регулирующую роль, контролируя поступление каловых масс в клоаку и эффективно предотвращая их обратное движение в прямую кишку. Благодаря такому строению, происходит упорядоченное накопление и выведение отходов пищеварения.

Urodeum служит местом впадения двух мочеточников, выводящих мочу из почек, а также яйцевода, расположенного с левой стороны у самок. Таким образом, в *urodeum* происходит смешивание мочи и продуктов репродуктивной системы.

Proctodeum представляет собой конечный отдел клоаки, который функционирует как резервуар. Анатомически он ограничен двумя сфинктерами: внутренним, состоящим из гладкой мускулатуры и находящимся под контролем автономной нервной системы, и наружным, образованным складчатой поперечно-полосатой мускулатурой, который обеспечивает произвольный контроль процесса дефекации. Слизистая оболочка в области клоакального отверстия содержит многочисленные слизистые железы. Секрет этих желез выполняет важную физиологическую функцию, облегчая процесс эвакуации экскрементов за счет снижения трения и обеспечения необходимого скольжения.

Следует отметить, что *proctodeum* непосредственно контактирует с Фабрицевой сумкой (клоакальным тимусом), органом иммунной системы, играющим важную роль в развитии В-лимфоцитов у молодняка птиц. С возрастом Фабрицева сумка подвергается инволюции – постепенно уменьшается в размерах и заменяется фиброзной тканью (Alcântara D, 2013; Кирдяев В.М., 2022).

Помимо процессов пищеварения в кишечнике у птиц также происходит пристеночное или контактное пищеварение, которое осуществляется благодаря ферментам, находящимся в микроворсинках слизистой оболочки кишечника (Акчурина С.В., Акчурина И.В., 2020). Эти ферменты завершают процесс расщепления сложных веществ на простые, и именно здесь происходит их непосредственное всасывание. Что касается роли слепых отростков (латеральных цекальных мешков), то в них поступает лишь определенная фракция химуса, представленная в основном жидкой составляющей и мелкими частицами корма. Более крупные и плотные частицы, минуя слепые кишки, продолжают движение по кишечному тракту и эвакуируются из организма.

Обеспечение полноценного и сбалансированного рациона является одним из ключевых детерминантов, оказывающих прямое воздействие на продуктивные показатели, качественные характеристики получаемой продукции и общее физиологическое состояние сельскохозяйственной птицы (Злепкин, Д.А., 2015). Эффективное ведение птицеводства предполагает использование полнорационных комбикормов, состав которых должен соответствовать установленным нормативным требованиям и спецификациям. При формировании рационов необходимо учитывать видовую принадлежность сельскохозяйственной птицы, уровень ее продуктивности, возрастные характеристики и иные факторы, имеющие существенное значение для оптимизации кормления (Перфильева Н.П., 2023).

Корма должны обеспечивать оптимальный баланс по содержанию основных питательных веществ, включая обменную энергию, сырой протеин, незаменимые аминокислоты, макро- и микроэлементы, витамины и другие биологически активные компоненты (Ткачев Д.А., Минченко В.Н., 2013; Спиридонов И.П., Мальцев А.Б., 2013). Только при условии соблюдения этих требований можно

обеспечить здоровый и развитие птицы, а также достичь максимальной продуктивности.

1.2 Организация полноценного кормления цыплят-бройлеров

Организация полноценного кормления цыплят-бройлеров — это многоступенчатый и сложный процесс, который требует внимательного подхода к деталям и глубокого понимания физиологических потребностей птицы на каждом этапе её роста и развития. Качественное кормление имеет решающее значение для прироста массы, здоровья и продуктивности бройлеров, что делает эту задачу одной из самых важных для всех фермерских хозяйств и крупных птицефабрик (Иванищева А.П. и др., 2025). В этом контексте необходимо рассмотреть несколько ключевых аспектов, которые играют важную роль в успешной организации кормления.

Первый этап в организации кормления начинается ещё на стадии выбора корма. Существует несколько типов кормов, специально разработанных для бройлеров: стартерные, ростовые и финишные. Стартерные корма предназначены для первых дней жизни цыплят и содержат повышенное количество белка и витаминов, необходимых для быстрого роста и развития внутренних органов молодняка (Ильин Д.Ю., Ильина Г.В., 2024). Эти корма обеспечивают цыплят всеми необходимыми питательными веществами, что способствует их здоровому развитию. Ростовые корма используются в среднем периоде и направлены на поддержание динамичного прироста массы, тогда как финишные смеси применяются на заключительных этапах откорма, чтобы достичь оптимального веса перед убоем и улучшить качество мяса (Казарян Р. В. И др., 2017).

В первые дни жизни цыпленка-бройлера нуждаются в постоянном доступе к корму и воде. Поэтому организация кормления должна предусматривать низкие, легко доступные кормушки и поилки, чтобы молодняк мог без труда добираться до них. Постепенно суточные нормы корма увеличиваются, и важно следить за тем, чтобы каждый цыпленок имел равный доступ к еде. Если не обеспечить

равномерный доступ к корму, это может привести к проблемам с неоднородностью стада, что в конечном итоге скажется на продуктивности.

С возрастом цыплят кормление также требует корректировки с учетом их состояния здоровья и условий содержания. Использование различных добавок и премиксов может значительно улучшить метаболизм, укрепить иммунитет и предотвратить возможные заболевания (Даниленко И.Ю., 2019). Например, пробиотики и пребиотики могут использоваться для поддержания здоровья кишечника, а витамины и минералы необходимы для общего развития и поддержания жизненных функций организма (Темираев Р.Б. и др., 2012; Бакланова Т.С., Гудыменко В.И., 2023). Важно также учитывать, что правильное сочетание всех этих добавок может варьироваться в зависимости от конкретных условий содержания и особенностей здоровья птицы.

Оптимальные условия содержания, такие как температура, освещение, влажность и чистота в птичнике, также способствуют повышению аппетита и усвоению кормов (Курило А.С., Вольвак С.Ф., 2023).

Не менее важным аспектом является систематический контроль за состоянием здоровья стада. Регулярные ветеринарные осмотры, вакцинация и при необходимости лечение помогают предотвратить массовые заболевания, которые могут значительно повлиять на продуктивность птицы. Введение различных профилактических мероприятий должно быть согласовано с ветеринаром и соответствовать рекомендациям по содержанию и кормлению. Это особенно актуально в условиях, когда птицы подвержены различным инфекциям и заболеваниям, которые могут возникнуть в результате неправильного кормления или содержания.

Кроме того, необходимо учитывать и экономическую составляющую процесса кормления. Важно находить баланс между стоимостью кормов и их качеством, что позволит максимально эффективно использовать ресурсы при минимальных расходах без ущерба для здоровья и продуктивности бройлеров. Эффективное управление затратами на корма может значительно повлиять на общую рентабельность птицеводческого хозяйства. Рекомендуется проводить

периодическую оценку эффективности выбранной программы кормления и корректировать её в зависимости от получаемых результатов и изменений в условиях содержания (Медведева К.Л. и др., 2025). Это позволит не только оптимизировать расходы, но и улучшить общую продуктивность поголовья.

Энергетическая ценность комбикорма — определяющий фактор продуктивности и здоровья птицы, поскольку потребность в энергии является первостепенной и покрывается преимущественно за счёт углеводов и жиров. Однако питательность корма складывается не только из обменной энергии, но и из сбалансированного содержания протеина, незаменимых аминокислот, витаминов и других биологически активных веществ (Липова Е.А. и др., 2023)

Несмотря на то, что повышение калорийности комбикорма иногда приводит к снижению его потребления, исследования демонстрируют, что в таких случаях часто наблюдается улучшение продуктивных показателей и более эффективное усвоение белка (Бакланова Т.С., 2023).

Ключевым фактором сбалансированности рациона является энергопротеиновое отношение (ЭПО), которое отражает баланс между энергией и протеином. Недостаток энергии в рационе замедляет метаболизм, ухудшая усвоение протеина и увеличивая выведение уратов. Длительный дефицит энергии может привести к развитию мочекишечного диатеза и даже к летальному исходу.

В противоположность этому, избыточное ЭПО, характеризующееся избытком энергии и недостатком белка, может приводить к снижению потребления белка и дефициту важных ферментов и нуклеиновых кислот. Это, в свою очередь, нарушает нормальное течение цикла трикарбоновых кислот и способствует накоплению жиров в печени (Гречкина В. В., 2013).

Дефицит энергии в рационе сельскохозяйственной птицы служит одним из наиболее объективных и ранних индикаторов снижения продуктивности, что подтверждается современными исследованиями (Hu H., Huang Y., 2024). Энергетическая ценность корма является фундаментальным фактором, поскольку именно от неё зависит эффективность метаболических процессов, направленных

на усвоение всех прочих питательных веществ — протеина, аминокислот, витаминов и минералов.

Потребность в протеине наряду с энергией составляет основу сбалансированного кормления сельскохозяйственной птицы. Белковые компоненты рациона выполняют многообразные физиологические функции, выступая в качестве структурной основы клеток и тканей, а также образуя сложные комплексы с липидами и углеводами (Николаев С.И., 2018).

С точки зрения химической организации белки классифицируются на простые (протеины), состоящие исключительно из аминокислот, и сложные (протеиды), содержащие дополнительные компоненты — углеводы (гликопротеины), липиды (липопротеины) и другие соединения (Козырев С.Г. и др., 2025). Эта структурная сложность обуславливает их участие в ключевых биологических процессах.

Протеин служит незаменимым пластическим материалом для формирования мышечной, эпителиальной, костной и других тканей, а также участвует в синтезе ферментов, гормонов, антител и иных биологически активных соединений (Ильин Д.Ю., Ильина Г.В., 2024). Нормальный рост, развитие и физиологическое состояние птицы невозможны без полноценного белкового обеспечения.

Критерием полноценности белка в комбикорме является содержание незаменимых аминокислот, которые не синтезируются в организме птицы и должны поступать с кормом. Дефицит даже одной из них лимитирует биосинтез белков и вызывает метаболические нарушения.

Как избыток, так и недостаток аминокислот (включая заменимые) способен провоцировать серьезные нарушения метаболизма, снижение продуктивности, ухудшение здоровья и повышение падежа поголовья (Федорова Е.Ю. и др., 2019).

Для компенсации дефицита полноценного белка в комбикормах широко применяется практика добавления синтетических аминокислот, в частности лизина и метионина (Злепкин А.Ф., 2006). Лизин играет важную роль в поддержании процессов роста и участвует в образовании гемоглобина, необходимого для переноса кислорода в крови. Метионин способствует росту мышечной ткани и

участвуют в удалении избыточных жиров из печени, предотвращая ее ожирение. Недостаток серосодержащих аминокислот, таких как метионин и цистеин, приводит к компенсаторному увеличению потребления комбикорма и повышению уровня теплопродукции в организме. Это, в свою очередь, негативно влияет на способность организма к удержанию азота и энергии, что снижает эффективность использования корма (Kriseldi R., 2018).

Триптофан, являясь незаменимой аминокислотой, выполняет важные функции, в частности, служит предшественником для синтеза никотиновой кислоты (витамина РР), и его дефицит в рационе провоцирует серьезные нарушения физиологического статуса птицы. Поскольку незаменимые аминокислоты не способны накапливаться в организме, их поступление с кормом должно быть регулярным и ежедневным (Мустафин Р.З., Мустафина А.С., 2023). Витамины также являются незаменимыми, хотя потребность в них значительно ниже, чем в аминокислотах.

Потребность в липидах в рационе птицы также важна. Липиды включают жиры и жироподобные компоненты, такие как фосфатиды и витамины (Сизова Е.А., Рязанцева К.В., 2022). Жиры представлены в двух основных формах: резервные липиды, служащие источником энергии, и протоплазматические липиды, формирующие клеточные мембраны и другие клеточные структуры. Химическая природа липидов определяется входящими в их состав жирными кислотами, которые подразделяются на насыщенные и ненасыщенные. Важной особенностью физиологии птицы является их неспособность синтезировать ненасыщенные жирные кислоты, поэтому они должны обязательно поступать в организм с кормом. Норма потребления линолевой кислоты составляет от 1,0 до 1,4% от массы сырого комбикорма.

Чрезмерное содержание жира в корме может привести к пищеварительным расстройствам, а недостаток жира может вызвать нарушения обмена веществ и авитаминозы. Липиды также играют важную роль в формировании иммунитета у птиц (Рязанцева К.В., Сизова Е.А., 2023). Например, недостаток линолевой кислоты может привести к повышению падежа молодняка во время вакцинации.

Углеводы, составляющие до 80% сухого вещества растительных кормов, являются основным компонентом рациона птицы. Они выполняют энергетическую функцию, выступая главным источником энергии для обеспечения всех физиологических процессов (Лыкасова И.А. и др., 2023). В процессе метаболизма углеводы расщепляются с высвобождением энергии, которая расходуется на мышечную активность и тканевое дыхание. При этом их избыток не выводится из организма, а депонируется в виде жировых запасов, что определяет их роль в качестве важного резервного питательного вещества.

Углеводы, помимо энергетической функции, играют важную роль в формировании клеток и тканей организма птицы. Они участвуют в процессах синтеза аминокислот и способствуют усвоению кальция, необходимого для формирования костей и скорлупы яиц. Недостаточное поступление углеводов с кормом может приводить к задержке роста молодняка и снижению продуктивности взрослой птицы. Крахмал и клетчатка являются важными полисахаридами в рационе. Крахмал, содержащийся в кукурузе и пшенице, обеспечивает птицу необходимой энергией.

Витамины играют важную роль в обменных процессах организма, действуя как катализаторы химических реакций (Алексеев В.А. и др., 2019). Недостаток витаминов может привести к авитаминозам и различным заболеваниям. Например, дефицит витамина А может вызвать инфекции, а недостаток витамина Е приводит к разрушению клеточных мембран (Surai P.F., Kochish I.I., 2019). Витамин В₂ важен для окислительно-восстановительных процессов, и его недостаток может вызвать нарушения в нервной системе (Скребнева К.С. и др., 2020).

Минеральные вещества, включая макро- и микроэлементы, также необходимы для нормального функционирования организма птицы. Кальций и фосфор играют важную роль в формировании костной ткани и обеспечении нормального обмена веществ (Reis MP, 2023). Микроэлементы, такие как марганец и цинк, необходимы для активности ферментов и гормонов. Достаточное количество этих веществ в рационе способствует повышению резистентности животных к заболеваниям (Яковлев В. И., 2019).

В целом, для достижения максимальной продуктивности птицы необходимо обеспечить сбалансированный рацион, который будет удовлетворять все ее потребности в энергии, белках, жирах, углеводах, витаминах и минералах. Чем продуктивнее птица, тем больше питательных веществ должно содержаться в ее корме. Это требует внимательного подхода к формированию рационов и постоянного мониторинга состояния здоровья и продуктивности птицы.

1.3 Особенности минерального питания цыплят-бройлеров

Контроль минерального питания сельскохозяйственной птицы является важным аспектом нормированного кормления, который напрямую влияет на здоровье и продуктивность птицы. Несмотря на то, что доля неорганических веществ в организме птицы составляет всего около 4%, их значение трудно переоценить (Буряков Н.П. и др., 2013). Минеральные вещества играют ключевую роль в множестве физиологических процессов, таких как формирование костной ткани, поддержание обмена веществ и функционирование различных систем организма. Поэтому постоянный приток минеральных веществ с кормом и их разнообразие являются необходимыми условиями для нормального роста и развития птицы (Заикина, А. С., 2017; Шульга Л.В. и др., 2025).

Минеральные элементы делятся на макро- и микроэлементы. Макроэлементы, такие как кальций, фосфор, магний, калий, натрий, хлор и сера, необходимы в больших количествах, тогда как микроэлементы, такие как цинк, железо, медь и йод, требуются в меньших дозах, но не менее важны для здоровья птиц. В рационе птицы потребность в микроэлементах часто восполняется с помощью витаминно-минеральных премиксов, которые добавляются в комбикорм (Липова Е.А. и др., 2022). В них содержатся различные формы микроэлементов, такие как углекислые и сернокислые соли, которые легко усваиваются организмом.

Кальций и фосфор играют особенно важную роль в формировании костной ткани и яичной скорлупы (Riddell C, Pass DA, 1987; Багно О.А., Шенцева А.В., 2019; Shao D, Liu L, 2024). Правильное соотношение этих элементов в рационе молодых цыплят критично для их успешного выращивания. Недостаток кальция

может привести к рахиту, который характеризуется деформацией костей и снижением продуктивности. Кроме того, кальций необходим для нормального функционирования мышц и нервной системы, а также для свертывания крови (Заикина А.С., Буряков Н.П., 2014). Фосфор, в свою очередь, способствует усвоению кальция и является важным компонентом для формирования клеток и тканей (Багно О.А., Шенцева А.В., 2021).

Магний также является важным элементом, который поддерживает нормальное функционирование нервной системы и ферментативных реакций. Он участвует в более чем 300 биохимических реакциях в организме, включая синтез белков и производство энергии (Пикалина О. А., 2007). Натрий и калий необходимы для поддержания осмотического давления и кислотно-щелочного баланса, что важно для нормального функционирования клеток и органов.

Железо — еще один ключевой микроэлемент, необходимый для формирования гемоглобина, который отвечает за транспорт кислорода в крови. Дефицит железа может привести к анемии, что значительно снижает выносливость и продуктивность птиц (Жуков Е.Ю., Козлов А.С., 2006). Цинк, в свою очередь, играет важную роль в росте и развитии, регулирует множество ферментативных реакций и влияет на здоровье кожи и перьевого покрова. Он также участвует в синтезе ДНК и РНК, что делает его необходимым для клеточного деления и роста.

Не менее значимыми являются медь и марганец, которые участвуют в формировании костной ткани и обменных процессах (Чернышков, А.С., 2019). Медь необходима для синтеза коллагена, который является основным компонентом соединительных тканей, а также для нормального функционирования сердечно-сосудистой системы (Deo C, Biswas A, 2023). Марганец, в свою очередь, участвует в метаболизме углеводов и жиров, а также в образовании костей.

Селен играет ключевую роль в антиоксидантной защите организма, защищая клетки от повреждения свободными радикалами (Галиев, Д. М., 2015). Йод необходим для синтеза гормонов щитовидной железы, которые влияют на метаболизм и рост птицы. Таким образом, сбалансированное минеральное питание

обеспечивает цыплят-бройлеров всеми необходимыми химическими элементами, поддерживая их здоровье и максимальную продуктивность (Зыков А. и др., 2009).

Практическое применение минеральных веществ в питании бройлеров требует внимательного подхода, который включает анализ потребностей птицы и условий её содержания. Дозировка и способ введения минеральных добавок должны основываться на рекомендациях зоотехников и ветеринарных врачей (Бойко И.А., Головкин А. Н., 2013). Важно учитывать взаимодействие между минералами, так как избыток одного элемента может негативно влиять на усвоение другого (Георгиевский В.И., 1996). Например, высокие дозы кальция могут снизить доступность цинка и магния, что необходимо учитывать при составлении рациона.

Использование минеральных веществ может быть эффективным не только в профилактических, но и в лечебных целях. Коррекция рациона и введение дополнительных минеральных добавок позволяют быстро устранить недостаток этих элементов и восстановить здоровье цыплят (Тюрина Л. Е. и др., 2020). Специалисты рекомендуют регулярно проводить мониторинг состояния птицы и анализ кормов для своевременного выявления и коррекции дисбалансов.

Современные методы кормления активно используют комбинации минеральных комплексов с витаминами и другими биологически активными веществами (Андрианова Е.Н. и др., 2025). Это позволяет создать максимально полноценный рацион, способствующий интенсивному росту, укреплению иммунитета и улучшению качества мяса. Использование минеральных добавок в кормлении мясных цыплят является неотъемлемой частью эффективного птицеводства, которое способствует устойчивому развитию и поддержанию высоких стандартов продукции (Грядицкая Л.В., 2024).

Регулярный мониторинг и грамотное управление кормлением обеспечивают оптимальные результаты в выращивании высокопродуктивных мясных пород, что напрямую влияет на экономическую выгоду и качество продукции (Тюрина Л.Е. и др., 2020). В конечном счете, внимание к минеральному питанию и его сбалансированность играют решающую роль в успешном ведении птицеводства, обеспечивая здоровье птицы и высокие показатели продуктивности.

1.4 Физиологическая роль калия в кормлении птицы

Калий (K) представляет собой химический элемент, который занимает важное место в периодической системе элементов, относясь к главной подгруппе первой группы (Al-Qusairi L et al., 2023). У него порядковый номер 19 и атомный вес 39,10, что делает его одним из ключевых элементов в биологии. Этот элемент широко распространен в природе, находясь в различных минералах и солях, а также в растениях и животных. Важно отметить, что калий существует в виде восьми изотопов, включая ^{37}K , ^{38}K , ^{39}K , ^{40}K , ^{41}K , ^{42}K , ^{43}K и ^{44}K . Из этих изотопов два стабильных — ^{39}K и ^{41}K , а ^{40}K является естественным радиоактивным изотопом, который постоянно присутствует в организме в концентрации около 0,012% от общего количества калия. Искусственный радиоизотоп ^{42}K , обладающий периодом полураспада 12,5 часа и излучающий β -частицы с энергией 2,04 и 3,55 МэВ, а также γ -кванты с энергией 1,51 МэВ, широко используется в биологических исследованиях в качестве индикатора (Shanes AM, Berman MD, 1955).

Калий является основным катионом клеточной среды, и его распределение в организме играет критическую роль в поддержании жизнедеятельности. Из общего количества калия в организме животного около 98,3% находится внутри клеток, тогда как всего 1,7% содержится во внеклеточной жидкости. Основными формами калия в организме являются хлориды и фосфаты, которые участвуют в различных физиологических процессах (Mushtaq MM, Pasha TN, 2013). Концентрация калия в организме взрослых позвоночных животных варьируется от 58 до 68 мэкв на 1 кг живого веса, что соответствует 70-80 мэкв на 1 кг обезжиренной массы тела. Интересно, что у новорожденных животных уровень калия ниже, чем у взрослых, в среднем составляя 60 мэкв/кг.

Изучение динамики концентрации калия в организме животных, таких как мясные цыплята, показывает, что содержание этого элемента возрастает в течение первой недели жизни и остается относительно стабильным в период от двух до десяти недель. Начиная с конца первой недели постэмбрионального периода, уровень калия в тушках цыплят пропорционально увеличивается с ростом их массы.

Одной из ключевых функций калия является поддержание осмотического равновесия и водного баланса в организме. Вещества, растворенные в воде, делятся на две группы: проводящие электрический ток — электролиты (кислоты, основания, соли) и не проводящие тока — неэлектролиты (например, мочевины, глюкоза). Молекулы электролитов в растворе диссоциируют на электрически заряженные ионы — катионы и анионы. Соли, растворенные в жидкостях организма, образуют при диссоциации катионы, такие как Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , а анионы представляют собой ионы кислотного остатка (Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{--} , HPO_4^{--}). В норме все жидкости организма электронейтральны, поскольку суммы катионов и анионов находятся в них в эквивалентном отношении (Johnson RJ, Karunajeewa H., 1985).

Концентрацию электролитов в жидкостях организма принято выражать в миллиэквивалентах на литр (мэкв/л), что указывает на химическую эквивалентность рассматриваемого иона, то есть на число кислых или щелочных радикалов, которые он может фиксировать. Для простых ионов единица миллиэквивалентов на литр получается делением величины концентрации мг/л на атомный вес и умножением на валентность. Плазма крови представляет собой раствор кристаллоидов, основным из которых является хлористый натрий, диссоциированный на ионы Na^+ и Cl^- . Около 90% натрия и 95% калия плазмы диализируют, в то время как небольшие количества этих ионов связаны с белками.

Хлор в плазме также содержится в основном виде иона (в составе NaCl). Небольшое количество хлора плазмы не диализирует и, вероятно, связано с сывороточным альбумином, хотя способность последнего связывать Cl^- примерно в четыре раза ниже, чем для ионов Na^+ . Несмотря на наличие связи между катионами Na^+ и анионом Cl^- во внеклеточных жидкостях, эквивалентных отношений между ними в плазме крови не обнаружено. Межклеточная (интерстициальная) жидкость находится в ионном равновесии с плазмой крови и практически является ультрафильтром плазмы; она содержит меньшее количество белков и имеет несколько более высокую концентрацию Cl^- . Это явление

объясняется эффектом Доннана, при котором протеиновые ионы сосудистого отдела «изгоняют» проницаемые ионы Cl^- через капиллярную мембрану.

Ионный состав внутриклеточной жидкости значительно отличается от внеклеточной жидкости. Внутриклеточная жидкость содержит мало ионов Na^+ и Cl^- , в то время как преобладают катионы K^+ и Mg^{++} . Анионы Cl^- заменяются ионами HPO_4^- и протеинами. Низкое содержание Na^+ в клетках при их проницаемости для этого иона объясняется действием натриевого насоса, который удаляет Na^+ из клетки по мере его поступления из окружающей среды. Поскольку концентрации K^+ в клетках значительно выше, чем во внеклеточной жидкости, проникновение K^+ внутрь клеток происходит против концентрированного и электрохимического градиента с затратой энергии.

В плазме крови уток содержится 130 мэкв/л Na^+ и 2,6 мэкв/л K^+ , в то время как в плазме крови гусей — 105 мэкв/л Cl^- . Несмотря на известную вариабельность этих цифр, в общем можно считать, что концентрация перечисленных ионов в плазме птицы мало отличается от таковой у млекопитающих. Видовые различия в этих показателях, по-видимому, не более велики, чем индивидуальные. Как и у млекопитающих, у птиц более высокая концентрация ионов Na^+ и Cl^- наблюдается в плазме крови, а K^+ — в эритроцитах.

Содержание и соотношение ионов в пищеварительных соках организма варьируется. В слюне, панкреатическом соке и желчи натрий преобладает над хлором, тогда как в желудочном соке наблюдается обратная картина. Концентрация ионов в соках может быть более высокой, чем в плазме крови (K^+ в желудочном соке и слюне, Cl^- в желудочном и кишечном соке, Na^+ в панкреатическом соке и желчи). Находясь в жидкостях организма, электролиты обеспечивают им большую часть осмотического давления. В плазме и интерстициальной жидкости основную роль играют NaCl , обуславливающий более 90% осмотического давления, тогда как во внутриклеточной жидкости преобладают фосфаты калия, известные как «клеточная соль». Электролиты, такие как бикарбонаты и фосфаты натрия и калия, также входят в состав буферных систем и вносят важный вклад в поддержание кислотно-щелочного равновесия.

Осмотическое давление в крови птицы примерно такое же, как и у млекопитающих. В терминах эквивалентных концентраций NaCl, кровь кур имеет осмотическое давление, равное 0,93%. Давление, оказываемое коллоидами плазмы (онкотическое), составляет у кур 11-12 мм ртутного столба. Регуляция ионного состава плазмы, а также коррекция сдвигов осмотического давления производятся путем задержания или удаления из организма необходимого количества воды, а также путем выведения избытка осмотически активных веществ (главным образом NaCl) через почки. В обычных условиях Na^+ , K^+ , хлориды, сульфаты и фосфаты почти полностью реабсорбируются в проксимальных почечных канальцах.

Избыточное потребление хлорида натрия (NaCl) приводит к повышению осмотического давления плазмы крови, делая ее гипертонической. В ответ на это происходит перемещение воды из интерстициальной жидкости в сосудистое русло, в то время как соли диффундируют в обратном направлении – из крови в интерстициальное пространство. Впоследствии, возрастающая концентрация ионов во всем внеклеточном пространстве запускает механизм выхода воды из клеток, что приводит к увеличению концентрации кристаллоидов и повышению осмотического давления во всех жидких средах организма. Как следствие, происходит уменьшение объема внеклеточной жидкости. На следующем этапе в процесс включаются почки, которые начинают активно выводить избыток натрия. Реабсорбция ионов натрия (Na^+) в почечных канальцах снижается, а их выделение с мочой, напротив, возрастает. Одновременно с этим увеличивается содержание мочевины и хлоридов в моче, что способствует поддержанию осмотического баланса.

Эти процессы хорошо проявляются при экстренном введении в кровь животным NaCl (0,5 г/кг). В этом случае мочеотделение значительно возрастает, а реабсорбция Na^+ в канальцах уменьшается, что приводит к резкому увеличению экскретируемой фракции Na^+ . У млекопитающих выведение Na^+ через почки при перегрузке происходит более интенсивно, благодаря чему экстренно нарушенный гомеостаз быстро восстанавливается. Однако у кур такая нагрузка может вызвать повышение уровня Na в крови на 15%, расстройства дыхания, падение

артериального давления и судороги, что иногда приводит к гибели в течение нескольких минут.

Некоторые виды птиц, такие как бакланы, пеликаны и утки, обладают уникальным адаптационным механизмом — солевой железой, что позволяет им эффективно переносить повышенные нагрузки хлоридом натрия (NaCl) не хуже, чем это делают млекопитающие. Ключевое преимущество этого органа заключается в способности выделять концентрированный раствор NaCl с минимальными потерями воды по сравнению с традиционным почечным выведением. Это особенно важно для птиц, потребляющих солёную воду или пищу с высоким содержанием соли.

Однако дефицит NaCl в рационе вызывает серьёзные нарушения водно-солевого обмена. При недостатке соли плазма крови становится гипотоничной, что приводит к перемещению воды из кровяного русла в межклеточное пространство, в то время как ионы, напротив, диффундируют в плазму. В результате внеклеточная жидкость становится более разведённой, и вода начинает проникать внутрь клеток, не выводя из них соли. Этот процесс сопровождается снижением осмотического давления во всех жидкостных средах организма, увеличением объёма внутриклеточной жидкости (что проявляется в виде повышенного тургора клеток) и одновременным уменьшением объёма внеклеточной жидкости.

Со стороны почечной системы наблюдается компенсаторная реакция: происходит практически полная реабсорбция ионов Na^+ и Cl^- . Дефицит натрия нарушает функцию почек — скорость клубочковой фильтрации снижается примерно на 50%, что приводит к накоплению мочевины в крови. При длительном солевом голодании регуляторные механизмы оказываются не в состоянии поддерживать гомеостаз, что может привести к гибели организма (Кощаев И.А. и др., 2022).

Основная физиологическая роль электролитов, таких как натрий (Na^+), калий (K^+) и хлор (Cl^-), заключается в поддержании кислотно-щелочного баланса и осмотического давления жидкостей тела (Grossmann R. et al., 1995). В оптимальных условиях содержание воды и концентрация электролитов строго регулируются и

сохраняются в узких физиологических пределах. При потерях электролитов без компенсирующего изменения объёма воды осмоляльность жидкостей организма снижается. Важным является не только абсолютное количество каждого элемента, но и их соотношение в тканях. Например, натрий и калий способствуют увеличению рН крови, тогда как хлор оказывает противоположное действие. Оптимальное соотношение Na:K в норме составляет около 1:1,5, что отражает их синергическую роль в поддержании физиологического баланса.

Калий также играет важную роль в нервно-мышечной передаче сигналов. Он участвует в генерации действия потенциала в нервных и мышечных клетках, что необходимо для нормальной функции всех видов мышечной ткани, включая сердечную мышцу. Недостаток калия может привести к мышечной слабости, судорогам и другим нарушениям, негативно влияющим на двигательную активность птиц. Нервно-мышечная передача сигналов начинается с генерации действия потенциала в нервных и мышечных клетках. Действие потенциала представляет собой быстрое изменение мембранного потенциала клетки, которое передается вдоль нервного или мышечного волокна как электрический сигнал (Иванищева А.П. и др., 2024). Калий участвует в восстановлении мембранного потенциала после того, как действие потенциала прошло, обеспечивая возврат клетки к исходному состоянию и готовность к следующему сигналу.

Для всех мышц, включая сердечную, нормальная функция зависит от способности генерировать и передавать электрические сигналы. Калий обеспечивает стабильность клеточной мембраны мышечных клеток, позволяя им сокращаться и расслабляться корректно. Недостаток калия нарушает этот процесс, что приводит к ряду проблем (Gritter M et al., 2024). Снижение уровня калия в организме провоцирует мышечную слабость, так как мышцы не могут сокращаться эффективно. Это также вызывает судороги, резкие и неконтролируемые сокращения мышц, что добавляет значительный дискомфорт и ограничивает двигательную активность.

В сердечной мышце недостаток калия может вызвать аритмии, или нерегулярное сердцебиение, что может быть опасным для жизни. Это связано с тем,

что сердечная мышца особенно чувствительна к изменениям концентрации калия и нуждается в его постоянном присутствии для поддержания регулярного ритма (Zhong L et al., 2024). Таким образом, поддержание достаточного уровня калия в рационе птиц имеет критическое значение для их общего здоровья и функционирования. Регулярный контроль и корректировка уровня калия могут помочь предотвратить множество проблем, связанных с нервной и мышечной деятельностью.

Калий является необходимым коферментом для множества ферментов, ответственных за метаболизм углеводов и белков. Он играет важную роль в синтезе белков и метаболизме гликогена, который является основным источником энергии для птицы. Без достаточного количества калия нарушаются процессы энергетического обмена, что негативно сказывается на росте и развитии цыплят, а также на их общем состоянии здоровья.

Калий играет важную роль в синтезе гликогена и белков, оказывая значительное влияние на эти метаболические процессы. Он активирует ферменты, необходимые для синтеза, и стабилизирует структуру молекул гликогена. Это достигается за счет его участия в фосфорилировании глюкозы, что является начальным этапом гликолиза — метаболического цикла, в ходе которого клетки образуют гликоген. Гликоген, в свою очередь, служит основным запасным источником углеводов в организме, обеспечивая энергетические потребности клеток в периоды физической активности или стресса.

Обычно рационы для животных разрабатываются с учетом достаточного содержания калия, и в большинстве случаев дополнительные добавки этого элемента не оказывают заметного влияния на рост или эффективность использования корма. Однако исследования показывают, что недостаток калия может привести к серьезным проблемам со здоровьем (Юдина К.О., 2024). Например, В.И. Георгиевский отмечал, что содержание цыплят или индюшат на рационе с низким уровнем калия (от 0,075 до 0,175%) может привести к гибели птицы в первые четыре недели их жизни. В таких случаях добавление калия в

рацион значительно улучшает выживаемость молодняка, способствует их росту и улучшает использование корма.

Цыплята, которые длительное время находились на рационе с низким содержанием калия, могут проявлять задержку роста, мышечную слабость, атонию кишечника. Эти симптомы указывают на то, что недостаток калия отрицательно сказывается на общем состоянии здоровья птицы. Более того, недостаточность калия также может вызывать нарушения сердечной деятельности у цыплят, что подчеркивает важность этого элемента для поддержания нормального физиологического состояния.

Рационы питания для животных, как правило, разрабатываются с целью обеспечения их достаточным количеством всех необходимых питательных веществ, включая калий. В большинстве случаев дополнительное введение калия в рацион не требуется, и его содержание в кормах, как правило, находится на уровне, достаточном для поддержания здоровья животных. Однако важно быть внимательными к признакам дефицита калия, чтобы своевременно корректировать рацион и предотвратить негативные последствия для здоровья и роста животных.

Оптимальная потребность животных в калии составляет 0,30-0,40% от общего рациона, при этом как минимум 0,20% необходимо для предотвращения симптомов дефицита. Полнорационные комбикорма для животных обычно содержат от 0,50% до 0,60% калия, при этом соотношение калия к натрию составляет 1,5-2:1. Это соотношение важно, поскольку натрий и калий работают в симбиозе, поддерживая осмотическое давление и нормальное функционирование клеток.

Избыток калия также может иметь негативные последствия для здоровья животных. При этом замедляются биохимические процессы, снижается частота сердечных сокращений и вызывается так называемое «калиевое торможение». Длительный избыток калия может нарушить воспроизводительную функцию и оказать влияние на обмен магния, особенно в условиях недостатка натрия. Это подчеркивает важность сбалансированного подхода к кормлению, который

учитывает не только потребности в калии, но и взаимодействие этого элемента с другими минералами.

Таким образом, физиологическая роль калия в кормлении птиц обширна и многогранна. Он не только участвует в метаболизме углеводов и белков, но и поддерживает нормальное функционирование сердечно-сосудистой системы, участвует в регуляции водного баланса и осмотического давления. Обеспечение нормального уровня калия в рационе является ключевым фактором для поддержания здоровья, продуктивности и общего благополучия птиц (Чуракова М.Н., 2018). Поэтому важно регулярно контролировать содержание калия в кормах и, при необходимости, корректировать рацион, чтобы обеспечить животным оптимальные условия для роста и развития.

1.5 Источники калия, используемые в кормлении сельскохозяйственной птицы

Среднее содержание калия в растениях составляет около 1,0 % сухого вещества, но это значение может варьироваться от 0,3 % до 2,5 %, в зависимости от различных факторов, таких как доступность подвижных форм калия в почве, применение минеральных удобрений, известкование и ботанический состав растений. При высоких дозах калийных удобрений растения способны накапливать калий в концентрациях до 6 %, не проявляя при этом признаков токсичности.

Известкование кислых почв может способствовать мобилизации калия из труднорастворимых минералов и его вытеснению в раствор. Однако стоит отметить, что существует антагонизм между кальцием (Ca^{++}) и калием (K^-), что может привести к снижению концентрации калия в растениях, особенно при высоких дозах извести. Это подчеркивает важность сбалансированного применения удобрений и агротехнических мероприятий для оптимизации содержания калия (Буряков Н.П., Заикина А.С., 2018).

Некоторые исследования указывают на сезонную динамику поступления калия в растения, которая может проявляться в уменьшении его концентрации от

одного цикла стравливания к другому. Это может быть связано с изменениями в содержании калия в почве, что подтверждается данными опытов. Таким образом, управление агротехническими практиками может помочь оптимизировать содержание калия в растениях.

Содержание калия в растительных кормах зависит от ботанического состава травосмеси, видовых особенностей растений и места их произрастания. В естественных лугах формирование растительного сообщества определяется типом почвы и межвидовой конкуренцией. На окультуренных лугах и пастбищах, где преобладают бобовые и злаковые травы, содержание калия может изменяться в зависимости от агротехнических приемов. Это, в свою очередь, влияет на вынос калия с урожаем.

В естественных условиях все злаковые и бобовые травы обычно обеспечены калием в достаточной мере. Содержание калия в них колеблется от 1,0 % до 1,65 % в сухом веществе. Сеяные травы могут накапливать калий до 2,0 %. Среди бобовых трав наибольшее содержание калия наблюдается в красном клеверном (2,36 %) и кормовых бобах (2,58 %).

Зерновые культуры, такие как кукуруза, просо, овес и пшеница, имеют более низкое содержание калия в зерне по сравнению с соломой, где его концентрация выше (Полонский В.И., Сумина А.В., 2022). Например, содержание калия в кукурузе составляет 0,44 %, в просе — 0,43 %, в овсе — 0,62 %, а в озимой пшенице — всего 0,25 %. В то же время картофель выделяется высоким содержанием калия, достигающим 6,77 %. Остальные корнеплоды и капуста содержат калий на уровне 1,8–3,2 %.

Одним из наиболее распространенных синтетических источников калия является калий хлорид. Этот компонент часто добавляется в комбикорма для птиц благодаря своей высокой усвояемости и быстрому попаданию в кровоток. Калий хлорид не только эффективно пополняет запасы калия в организме, но и способствует улучшению обмена веществ. Однако, несмотря на его полезные свойства, важно контролировать уровень ввода в комбикорма, чтобы избежать потенциальных негативных последствий, связанных с избытком хлора.

Другим источником калия, который часто используется в кормлении птицы, является калий сульфат. Этот компонент особенно полезен в тех случаях, когда необходимо избежать повышенный уровень хлора, поскольку его избыток может быть вреден для организма птицы. Калий сульфат обеспечивает организм необходимым количеством калия, не содержит хлоридов, что делает его безопасным вариантом для кормления (Медведский В.А., Мунаяр Х.Ф., 2014). Это особенно актуально в условиях, когда птица подвергается стрессу, например, в жаркую погоду или во время транспортировки.

Соляные растворы также могут быть использованы для улучшения водного баланса и электролитного статуса птиц. В условиях стресса или жары, когда потребность в воде и электролитах возрастает, соляные растворы помогают поддерживать гомеостаз и предотвращают дегидратацию. Однако следует учитывать, что использование соляных растворов должно быть строго дозировано, чтобы избежать негативного воздействия на здоровье птицы.

Морские водоросли представляют собой натуральные источники калия. Они не только обеспечивают необходимое количество калия, но и содержат множество других полезных веществ, таких как витамины, минералы и антиоксиданты. Благодаря своему богатому составу морские водоросли способствуют улучшению общего состояния здоровья птиц, повышая их иммунитет и устойчивость к заболеваниям. Это делает их ценным дополнением к рациону, особенно в условиях интенсивного производства.

Травяная мука и гранулы из злаково-бобовых трав также являются хорошими источниками калия. Содержание калия в этих добавках может достигать 2,33%, что делает их эффективными для улучшения питательной ценности кормов. Использование травяной муки в рационе птиц не только обогащает их рацион необходимыми микроэлементами, но и каротиноидами.

Шроты и жмыхи, получаемые в процессе переработки семян и бобов, также содержат калий в количестве от 1,2% до 1,8% в сухом веществе. Эти источники могут быть полезны как для обеспечения дополнительного питания, так и для снижения затрат на кормление. Шроты и жмыхи являются не только источниками

калия, но и белка, что делает их ценными компонентами в рационе птицы, особенно в период активного роста и откорма.

Исследуя значение калия в жизнедеятельности животных, В.М. Косолапов, В.А. Чуйков, Х.К. Худяков и В.Г. Косолапова подчеркивают, что этот элемент играет ключевую роль благодаря своей уникальной химической активности. Они указывают, что почти весь калий в организме (примерно 98%) локализуется внутри клеток, активно участвуя в регуляции кислотно-щелочного баланса, осмотического давления и протекания внутриклеточных метаболических реакций. Основные формы присутствия калия в цитоплазме клеток представлены бикарбонатами, фосфатами и хлоридами. Главным хранилищем калия служат мышцы, содержащие значительное количество этого минерала: свежая мышечная ткань включает 3,5–4 г калия на каждые 100 г сухого вещества, мозг содержит 2,5–3 г. Концентрация калия в эритроцитах крови достигает 40–50 мэкв/л, что соответствует примерно 1600 мг/л.

Особенное внимание авторы уделяют концентрации калия в сердце, отмечая, что здесь уровень калия стабильно высок и постоянен независимо от изменений в других частях тела. Совместно с натрием калий обеспечивает формирование электрохимического градиента, необходимого для передачи нервного импульса и сокращения мышц. Когда нерв возбуждается, натрий проникает внутрь клетки, вытесняя калий, что изменяет электрический потенциал мембраны.

Кроме того, калий непосредственно задействован в энергетическом обмене путем активации фермента АТФ-азы, способствующего гидролизу молекул АТФ и высвобождению энергии. Это улучшает усваивание организмом питательных веществ и повышает общую жизнеспособность животных.

Установлено, что потребность в калии различна среди разных видов животных и зависит от массы тела, продуктивности, стадии жизненного цикла и возрастных особенностей.

Изучая вопрос о роли калия в питании сельскохозяйственных животных, Медведский В.А., Базылев М.В., Большакова Л.П. и Мунаяр Х.Ф. отмечают, что основным источником калия являются растительные корма, особенно солома,

травяная мука, зернобобовые культуры, жмыхи и шроты. Этот элемент преимущественно сосредоточен в клетках животного организма (до 97–98%), преимущественно в мышечной ткани, мозге и эритроцитах крови. Калий играет важную роль в поддержании кислотно-щелочного баланса, осмоса и метаболизма углеводов и белков. Его обмен взаимосвязан с натрием, и недостаток или избыток одного элемента влияет на состояние другого. Хотя животные обычно получают достаточно калия с кормом, дополнительное введение калия в рацион не оказывает заметного влияния на рост или эффективность использования кормов животными.

В работе Андриановой Е.Н. с соавторами 2020 г. показано, что применение хлорида калия в дозе 1,5 кг/т корма способствовало увеличению живой массы бройлеров в 34-дневном возрасте на 3,52% при снижении затрат корма на 1 кг прироста живой массы на 3,1% по сравнению с птицей контрольной группы. Использование карбоната калия также оказало положительное влияние на продуктивность птицы, увеличивая живую массу бройлеров и улучшая конверсию корма. Экспериментально доказано, что включение солей калия в рацион способствует улучшению показателей роста и развития цыплят-бройлеров без негативного воздействия на здоровье птицы

Для оптимизации баланса ионов электролитов в рационах птицы натрия и хлор должны содержаться в определенном количестве и пропорции (табл. 1, 2). Важно отметить, что правильное соотношение всех компонентов в рационе птиц, включая калий, является залогом их здоровья и продуктивности (Чернышков А.С., Каратунов В.А., 2021). Избыточное или недостаточное количество калия может привести к серьезным нарушениям в организме, поэтому необходимо тщательно следить за составом кормов и добавок. Кормление птицы должно быть сбалансированным и учитывать их возраст, вид, уровень активности и условия содержания (Смолин С.А., 2023).

Таблица 1 - Нормы натрия, калия и хлора в кормосмесях для кур

Возраст птицы, недель	Содержание, %		
	натрий	калий	хлор
Яичная птица (белая, коричневая)			
1-7	0,20-0,30	0,24	0,15
8-16	0,20-0,30	0,24	0,15
17-20	0,20-0,30	0,24	0,15
21-45	0,20-0,30	0,35	0,15
46 и старше	0,20-0,30	0,35	0,15
Мясная птица			
1-7	0,20-0,30	01,05,40	0,15
8-13	0,20-0,30	0,40,150	0,15
14-18	0,20-0,30	0,400,15	0,15
19-24	0,20-0,30	0,600,15	0,15
25-49	0,20-0,30	0,60	0,15
50 и старше	0,20-0,30	0,60	0,15
Цыплята-бройлеры			
1-3	0,20-0,30	0,40	0,14
4-5	0,20-0,30	0,40	0,14
6-7	0,20-0,30	0,40	0,14

Таблица 2 - Содержание натрия, калия, хлора в кормах

Корма	Содержание, %		
	натрий	калий	хлор
Кукуруза	0,03	0,25	0,04
Пшеница	0,02	0,44	0,07
Ячмень	0,04	0,50	0,16
Ячмень без пленок	0,03	0,46	0,15
Овес	0,04	0,25	0,10
Овес без пленок	0,03	0,10	0,08
Просо	0,03	0,28	0,08
Дрожжи гидролизные	0,19	1,70	0,15

Окончание таблицы 2

Шрот рапсовый	0,10	1,38	0,05
Жмых рапсовый	0,07	1,38	0,05
Мука травяная	0,20	2,27	0,47
Мука клеверная	0,15	1,52	0,46
Обрат сухой	0,54	1,60	1,30
ЗЦМ	0,33	1,03	0,32
Молоко сухое цельное	0,47	1,30	0,16
Меласса	0,91	3,50	1,22
Картофель сухой	0,20	1,39	0,18
Барда послеспиротовая	0,06	0,08	0,03
Соль поваренная	37,2	-	58,8
Сода пищевая	27,0	-	-
Хлористый калий	-	51,0	47,5
Свекла кормовая	0,42	0,29	0,27
Жом свекловичный сухой	0,32	0,19	0,35

Таким образом, использование кормовых добавок, обогащенных калием, играет ключевую роль в рационе птиц. От правильного выбора источников калия зависит здоровье и благополучие цыплят-бройлеров, их продуктивность и устойчивость к стрессам. Важно помнить, что каждая порода и каждый вид птиц имеет свои уникальные потребности, и подход к их кормлению должен быть индивидуальным и основанным на научных данных. Это позволит обеспечить птицам все необходимые элементы для полноценной жизни и развития.

Заключение по обзору литературы

В ходе анализа особенностей строения пищеварительной системы птицы и их минерального питания, а также физиологической роли калия в кормлении, стало очевидно, что правильное питание является основополагающим фактором для здоровья и продуктивности цыплят-бройлеров. Птицы имеют уникальную анатомию и физиологию пищеварительной системы, что позволяет им эффективно усваивать растительные корма и поддерживать необходимый уровень энергии для роста и развития.

Особое внимание следует уделить минеральному питанию, в частности, калию, который играет ключевую роль в различных метаболических процессах, включая поддержание водного баланса, осмотического давления и нормального функционирования сердечно-сосудистой системы (Жуков Е.Ю., Козлов А.С., 2007). Недостаток калия приводит к серьезным нарушениям, таким как мышечная слабость, задержка роста и аритмии, что подчеркивает важность регулярного контроля его содержания в рационе.

Исследования показывают, что оптимальное содержание калия в комбикормах для птицы должно составлять от 0,30% до 0,40%, при этом необходимо учитывать соотношение с натрием. Кроме того, разнообразие источников калия, таких как растительные корма, минеральные добавки и натуральные компоненты, позволяет обеспечить птицам все необходимые элементы для полноценного роста и развития (Мисиков, К. А., 2019).

Таким образом, для достижения максимальной продуктивности и здоровья сельскохозяйственной птицы необходимо применять сбалансированные рационы, учитывающие все аспекты питания, включая макро- и микроэлементы. Внимательный подход к формированию рационов и регулярный мониторинг состояния здоровья птицы помогут предотвратить возможные проблемы и обеспечить высокие показатели продуктивности в птицеводстве.

2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования - определение целесообразной нормы ввода и эффективности использования кормового хлористого калия в кормлении цыплят-бройлеров.

В связи с поставленной целью были сформулированы следующие задачи:

1. Изучить влияние кормового хлористого калия на зоотехнические показатели цыплят-бройлеров;
2. Оценить переваримость питательных веществ рациона;
3. Исследовать влияние кормового хлористого калия на биохимические показатели крови цыплят-бройлеров;
4. Определить оптимальную норму ввода кормового хлористого калия в комбикорма;
5. Проанализировать морфологическое состояние органов пищеварения птицы;
6. Провести производственную апробацию установленной нормы ввода добавки;
7. Рассчитать экономическую эффективность применения кормового хлористого калия и определить перспективы дальнейшей разработки темы.

Экспериментальная работа и подготовка сопроводительных документов проводилась с 2022 по 2025 год на базе кафедры кормления животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Научно-хозяйственный эксперимент был проведен на базе АО «Птицефабрика «Рефтинская» Свердловской области в период с 18 февраля по 28 марта 2024 года.

Объектами исследований были цыплята-бройлеры кросса Росс-308. Продолжительность эксперимента составила 38 сут. Формирование опытных групп, проведение научно-хозяйственного эксперимента и связанных с ним исследований выполняли в соответствии с методическими рекомендациями ФГБНУ ВНИТИП (2021). Методом сбалансированных групп было сформировано

4 группы цыплят-бройлеров (одна контрольная и три опытные). Общая схема опыта представлена на рисунке 1.

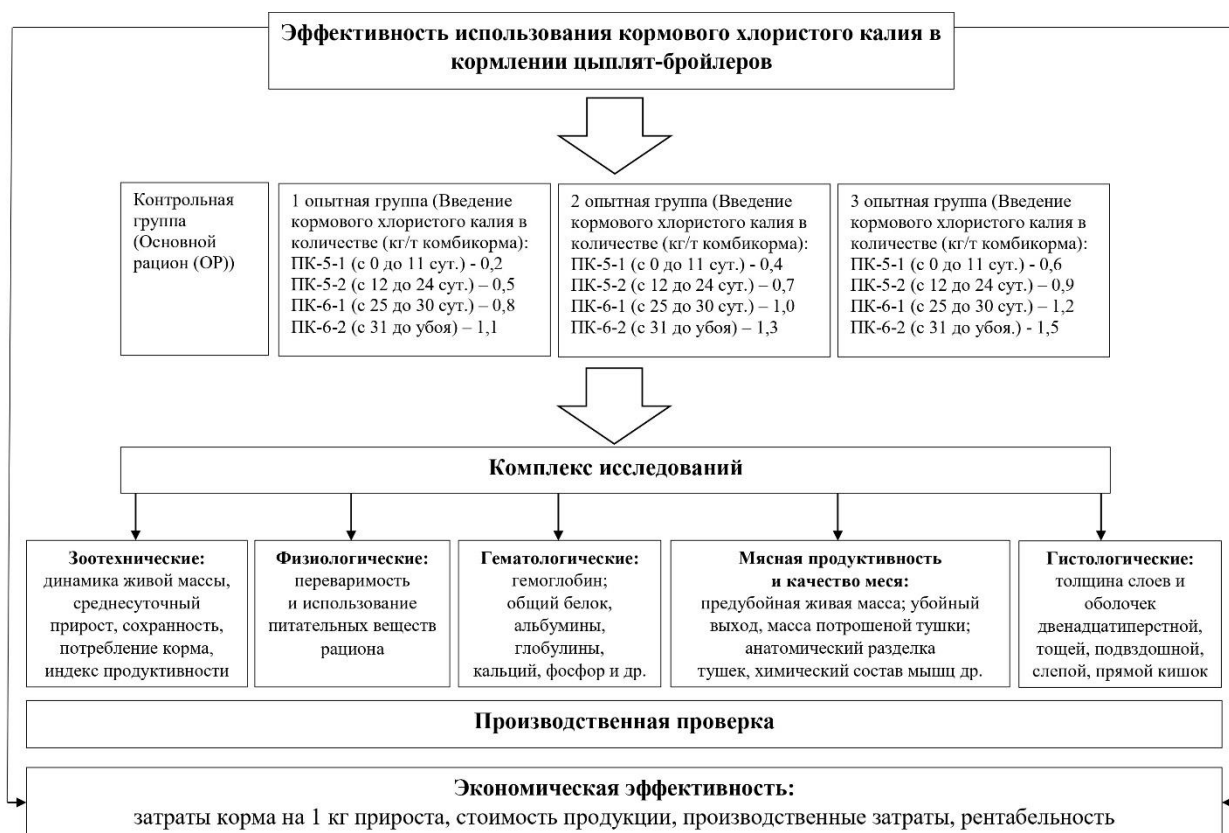


Рисунок 1 – Схема опыта

Для проведения эксперимента цыплята-бройлеры каждой группы были размещены в изолированных друг от друга птичниках. Каждый птичник оборудован современной клеточной системой содержания, что обеспечивало стандартизированные условия для контроля над экспериментом и точностью сбора данных.

Содержание птицы соответствовало техническим параметрам, отвечало зоотехническим и зоогигиеническим требованиям и нормативам рекомендациям кросса «Росс 308». Технология кормления и поения также была единообразной.

Кормление цыплят осуществляли полнорационными комбикормами, которые соответствовали рекомендациям по выращиванию бройлеров кросса Росс-308 и ФГБНУ ВНИТИП (2021). Комбикорм был изготовлен на ОАО «СВЕРДЛОВСКИЙ КОМБИНАТ ХЛЕБОПРОДУКТОВ».



Рисунок 2 - Цех по выращиванию бройлеров АО «Птицефабрика «Рефтинская»



Рисунок 3 - Цех убоя АО «Птицефабрика «Рефтинская»

Подопытная птица во время проведения опыта находилась в одинаковых условиях содержания и кормления (рис. 4).



Рисунок 4 – Содержание цыплят-бройлеров АО «Птицефабрика «Рефтинская»

Цыплята-бройлеры контрольной группы получали основной рацион, принятый в хозяйстве. Цыплятам 1 опытной группы в основной рацион вводили кормовой хлористый калий (ПАО «Уралкалий») в количестве от 0,2 до 1,1 кг/т, 2 опытной – от 0,4 до 1,3 кг/т, 3 опытной – от 0,6 до 1,5 кг/т в зависимости от потребности птицы в калии и с учётом электролитного баланса (табл. 3). Продолжительность опыта составила 38 суток.

Таблица 3 - Схема научно-хозяйственного эксперимента

Группа	Количество голов (n)	Особенности кормления
Контрольная	241600	Основной рацион (ОР)
1 опытная	252700	Введение кормового хлористого калия в количестве (кг/т комбикорма): ПК-5-1 (с 0 до 11 сут.) - 0,2 ПК-5-2 (с 12 до 24 сут.) – 0,5 ПК-6-1 (с 25 до 30 сут.) – 0,8 ПК-6-2 (с 31 до убоя) – 1,1

2 опытная	259800	Введение кормового хлористого калия в количестве (кг/т комбикорма): ПК-5-1 (с 0 до 11 сут.) - 0,4 ПК-5-2 (с 12 до 24 сут.) – 0,7 ПК-6-1 (с 25 до 30 сут.) – 1,0 ПК-6-2 (с 31 до убоя) – 1,3
3 опытная	267000	Введение кормового хлористого калия в количестве (кг/т комбикорма): ПК-5-1 (с 0 до 11 сут.) - 0,6 ПК-5-2 (с 12 до 24 сут.) – 0,9 ПК-6-1 (с 25 до 30 сут.) – 1,2 ПК-6-2 (с 31 сут. до 38 сут.) – 1,5

Минеральная добавка «Хлористый калий», отечественного производства ПАО «Уралкалий» предназначена для производства премиксов, кормов и комбикормов для цыплят-бройлеров, кур-несушек и домашних животных с целью восполнения в рационах дефицита калия.

Таблица 4 - Состав кормовой добавки «Хлористый калий»

Показатель	Значение
Массовая доля калия хлористого, %	95,0-98,8
Массовая доля натрия хлористого, %	1,1-4,8
Массовая доля мышьяка, мг/кг, не более	1,0
Массовая доля свинца, мг/кг, не более	5,0
Массовая доля кадмия, мг/кг, не более	0,4
Массовая доля ртути, мг/кг, не более	0,1
Массовая доля воды, %, не более	0,5

Образцы крови для морфологических и биохимических исследований отбирали у 5 цыплят-бройлеров из каждой группы в возрасте 10, 20 и 38 суток (рис. 5). Отбор проводили из подкрыльцовой вены у особей со средними для группы показателями живой массы и упитанности. Пробы для биохимического анализа немедленно доставляли в государственное автономное учреждение здравоохранения Свердловской области «Клинико-диагностический центр им. Я.Б.

Бейкина».

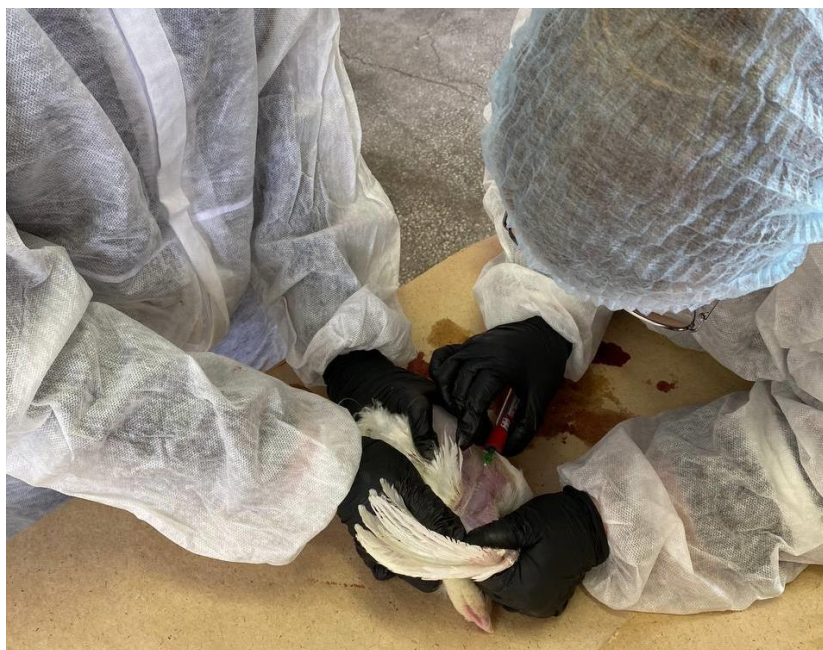


Рисунок 5 – Взятие биоматериала

При проведении исследований учитывали следующие показатели:

1. Живая масса бройлеров, путем индивидуального взвешивания птицы из каждой группы в суточном, 10-, 20-, 37-дневном возрасте;
2. Абсолютный прирост живой массы бройлеров (V) вычисляли по формуле (1):

$$V = V_2 - V_1, \quad (1)$$

где: V_2 – живая масса бройлеров в конце периода выращивания, г; V_1 – живая масса бройлеров в начале периода выращивания, г;

3. Среднесуточный прирост живой массы бройлеров (V_t) по периодам выращивания рассчитывали по формуле (2):

$$V_t = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1}, \quad (2)$$

где V_2 – живая масса бройлеров в конце периода выращивания, г; V_1 – живая масса бройлеров в начале периода выращивания, г;

t_2 – возраст цыплят в конце периода выращивания, дней; t_1 – возраст цыплят в начале периода выращивания, дней;

4. Сохранность поголовья (%) - отношение конечного поголовья в

группе к начальному, путем ежедневного учета отхода и установления его причин;

5. Индекс продуктивности (пункты) – расчетным путем по формуле (3):

$$Ип = \frac{ЖМ \times Сп \times 100}{Пв \times Зк}, \quad (3)$$

где Жм – средняя живая масса бройлеров в конце выращивания, кг;

Сп – сохранность поголовья, %;

Пв – период выращивания, дни;

Зк – затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг.

В ходе научно-хозяйственного эксперимента по оценке питательной ценности рационов был проведен балансовый опыт на цыплятах-бройлерах 34-суточного возраста. Исследование проводили в соответствии с утвержденной методикой ВНИТИП (2021). Из каждой группы отбирали по 20 цыплят-бройлеров, однородных по живой массе, представляющей среднее значение для данной группы. Птицу содержали в клетках с сетчатым полом, под которыми располагались выдвижные поддоны, предназначенные для сбора помета. Для облегчения сбора и предотвращения потерь, на дно поддона укладывали белая бумага, поверх которой размещалась полиэтиленовая пленка.

Сбор помета в учетный период осуществляли дважды в сутки, строго в одно и то же время, чтобы минимизировать колебания в составе и количестве, связанных с суточными ритмами активности птицы.

Сбор включал в себя тщательное удаление всего помета с поддонов, при этом особое внимание уделяли отделению от него посторонних примесей, таких как перья и пух, которые могли повлиять на результаты анализа. Собранный помет взвешивали.

Для предотвращения потери питательных веществ и искажения результатов анализа в процессе хранения, к помету добавляли 0,1 н. раствор соляной кислоты. Количество добавленной кислоты фиксировали и учитывали при последующем определении влажности образцов, чтобы исключить влияние консерванта на результаты анализа.

После окончания учетного периода проводили отбор проб для определения влажности и последующего химического анализа. Отбирали 10-15% от общего количества помета.

Отобранные образцы помета высушивали в сушильном шкафу при температуре (65-70 °С) до достижения постоянной массы.

Полученную воздушно-сухую массу тщательно размалывали до однородной консистенции для обеспечения репрезентативности образцов при химическом анализе и уменьшения погрешности при отборе навесок.

Размолотый образец помещали в герметичную банку с притертой пробкой, что предотвращало поглощение влаги из воздуха и сохраняло его состав неизменным до момента проведения химического анализа. Банки с образцами помечались и хранились в сухом, темном месте.

Химический анализ кормов и помета проводили с использованием общепринятых в зоотехнической и ветеринарной практике стандартизированных методик, регламентированных государственными стандартами (ГОСТ).

Первоначальную и гигроскопическую влагу определяли путем высушивания навески пробы в сушильном шкафу до постоянной массы в соответствии с ГОСТ Р 52838-2007. Этот метод позволяет установить общее содержание влаги в образце.

Количество сырой золы определялась гравиметрическим методом (ГОСТ 26226-85). Метод заключается в полном сжигании органической части пробы в муфельной печи с последующим взвешиванием неорганического остатка.

Общий азот определяли по классическому методу Кьельдаля, который регламентирован ГОСТ Р 51417-99. Метод включает этапы минерализации пробы концентрированной серной кислотой, дистилляции полученного раствора и титрования. На основании данных об общем азоте рассчитывалось содержание сырого протеина.

Сырой жир экстрагировали из навески с помощью органических растворителей (метод экстракции) по ГОСТ 13496.15-97 (метод Сокслета).

Сырую клетчатку определяли путем последовательного кипячения пробы в слабых растворах серной кислоты и гидроксида натрия по методу Геннеберга и

Штомана (ГОСТ 31675-2012).

Кальций определяли высокочувствительным атомно-абсорбционным методом по ГОСТ 26570-95, основанным на измерении поглощения света атомами кальция.

Фосфор определялся фотометрическим методом по ГОСТ 26657-97. Метод основан на получении окрашенного соединения фосфора и измерении интенсивности его окраски.

Для проведения гистологических исследований тонкого и толстого отделов кишечника на 10, 20 и 38 сутки эксперимента из каждой группы отбирали по пять цыплят со средней живой массой. Из каждой кишки брали образцы тканей (проксимальная часть кишки), которые фиксировали в 10% нейтральном формалине для дальнейшего изготовления гистологических препаратов по стандартным гистологическим методикам. Препараты окрашивались гематоксилином и эозином, что позволяло выявить структурные элементы ткани. С помощью микролинейки и окуляр-микрометра определяли толщину различных слоёв кишечной стенки — ворсинок, крипт, мышечной оболочки, а результаты переводили в микрометры.

Полученные данные статистически обработаны с помощью персонального компьютера и редактора Microsoft Excel с использованием методик биометрического анализа по Н.А. Плохинскому. Разность считали достоверной при $p \leq 0,05$ по отношению к контрольной группе.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Переваримость питательных веществ рациона цыплятами-бройлерами

Под переваримостью корма подразумевается сложный биологический процесс, в ходе которого сложные пищевые вещества (полимеры), содержащиеся в корме, последовательно подвергаются воздействию ферментов пищеварительной системы животного.

Этот процесс начинается с гидролиза до промежуточных продуктов, а завершается образованием мономеров, таких как аминокислоты, моносахариды и жирные кислоты. Образовавшиеся мономеры легко всасываются в кишечнике и поступают в кровь и лимфу, где используются организмом для синтеза более сложных органических соединений, необходимых для построения тканей, поддержания метаболизма и выполнения физиологических функций. Та часть корма, которая не подверглась перевариванию в пищеварительном тракте птицы, выводится из организма в виде помета.

Для объективной оценки переваримости питательных веществ рациона птицей нами был осуществлен балансовый эксперимент на цыплятах-бройлерах 34-суточного возраста. Исследование проводилось в соответствии с методическими рекомендациями ВНИТИП (2021).

В экспериментальных целях из каждой группы методом рандомизации было отобрано по 20 голов птицы. Цыплята-бройлеры содержались в специализированных клеточных батареях, конструктивно адаптированных для проведения балансовых исследований - с выдвижными поддонами, обеспечивающими возможность раздельного сбора помета.

На основании полученных данных о количестве потребленного корма и выделенного помета по каждой группе цыплят был проведен расчет коэффициентов переваримости питательных веществ кормов. Полученные результаты представлены в таблице 5

Таблица 5 - Переваримость питательных веществ комбикормов бройлерами в возрасте 34-36 сут., %

Показатель	Группа			
	контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Сухое вещество	71,78	70,12	72,35	75,06
Сырой протеин	88,81	87,95	89,41	90,41
Сырой жир	83,74	82,59	84,13	85,65
Сырая клетчатка	17,59	17,35	18,01	18,94
БЭВ	80,22	81,46	82,58	83,10

Анализ данных, представленных в таблице 5, показывает влияние различных уровней хлористого калия в рационе на переваримость питательных веществ у бройлеров. В контрольной группе переваримость сухого вещества корма составила 71,78%, тогда как в первой и второй опытных группах этот показатель составил 70,12% и 72,35% соответственно. Примечательно, что наиболее высокий коэффициент переваримости сухого вещества – 75,06% – был зафиксирован в третьей опытной группе, получавшей наибольшую дозировку хлористого калия.

Аналогичная тенденция наблюдалась и в отношении переваримости протеина. У бройлеров третьей опытной группы этот показатель был значительно выше, чем в других группах: на 1,6% выше по сравнению с контрольной группой, на 2,46% выше, чем в первой опытной, и на 1,0% выше, чем во второй опытной группе.

Переваримость клетчатки также продемонстрировала положительную динамику под воздействием хлористого калия. Если в первой опытной группе переваримость клетчатки была незначительно ниже, чем в контрольной (на 0,24%), то в третьей опытной группе был зафиксирован самый высокий коэффициент переваримости – 18,94%, что на 1,35% превышает показатель контрольной группы.

Таким образом, результаты проведенного физиологического опыта убедительно демонстрируют, что включение кормового хлористого калия в рацион бройлеров в возрасте 34 суток в следующих дозировках: 0,6 кг/т в комбикорме ПК-5-1, 0,9 кг/т в ПК-5-2, 1,2 кг/т в ПК-6-1 и 1,5 кг/т в ПК-6-2, положительно влияет на

переваримость основных питательных веществ, содержащихся в корме, что позволяет птице более эффективно усваивать необходимые для роста и развития элементы.

3.2 Зоотехнические показатели выращивания цыплят-бройлеров

Оценка эффективности новых кормовых факторов в промышленном птицеводстве, в частности при выращивании цыплят-бройлеров, требует комплексного анализа ключевых продуктивных показателей. Наиболее информативными среди них являются живая масса, среднесуточный прирост, затраты корма на единицу прироста живой массы и индекс продуктивности (ЕРІ).

Особую значимость эти критерии приобретают в связи со спецификой физиологии сельскохозяйственной птицы. Цыплята-бройлеры характеризуются исключительно интенсивным метаболизмом и скоростью роста в течение предельно сжатого производственного цикла. В этот кратковременный период происходят сложнейшие процессы гиперплазии (увеличения числа клеток) и гипертрофии (увеличения размера клеток) тканей и органов, для обеспечения которых критически важным условием является полноценное и сбалансированное питание.

При этом живая масса, регистрируемая в определенном возрасте, служит не только прямым индикатором скорости роста, но и важным интегральным показателем общего развития организма. Она находится в тесной корреляционной связи с процессами гистогенеза и органогенеза, отражая степень дифференцировки тканей, их структурные и функциональные преобразования. Таким образом, динамика живой массы позволяет косвенно судить о гармоничности развития и физиологическом статусе птицы.

Динамика живой массы цыплят-бройлеров в научно-хозяйственном опыте графически изображена на рисунке 5.

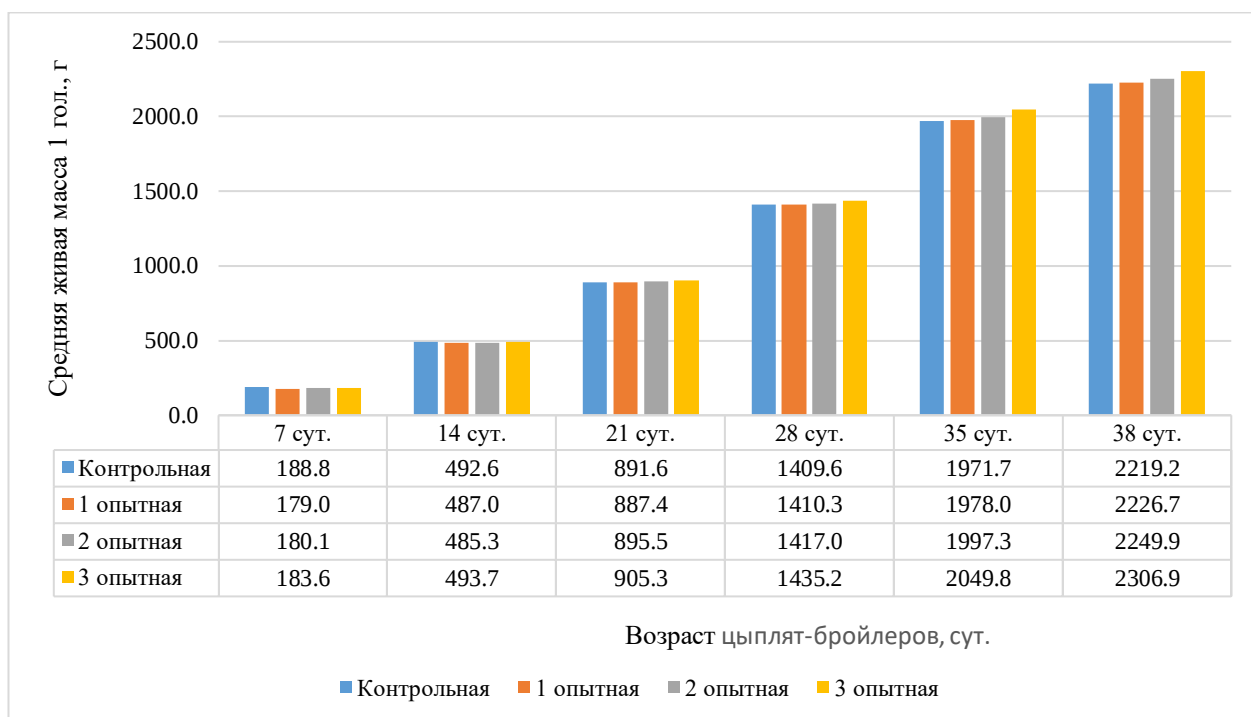


Рисунок 6 – Динамика живой массы цыплят-бройлеров за период опыта, г

Результаты, полученные в ходе эксперимента, свидетельствуют о выраженном стимулирующем влиянии кормовой добавки хлористого калия на рост цыплят-бройлеров. Установленная положительная динамика наглядно отражена в динамике живой массы, представленной на рисунке 6. Анализ межгрупповых различий по интенсивности роста выявил устойчивую тенденцию превосходства птицы из 3-й опытной группы над аналогами из контрольной группы. Данное преимущество по живой массе статистически подтверждено в ключевые возрастные периоды: в 21, 28, 35 и 38 сут., где разность составила 1,5%, 1,8%, 4,0% и 4,0% соответственно.

Таблица 6 - Динамика среднесуточного прироста живой массы цыплят-бройлеров, г

Периоды выращивания	Группы			
	контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Суточные-7	20,4±0,19	19,0±0,20**	19,3±0,18**	19,8±0,16
8-14	43,4±0,52	44,0±0,58	43,6±0,38	44,3±0,43
15-21	57,0±1,18	57,2±1,10	58,6±0,92	58,8±0,84
22-28	74,0±1,88	74,7±1,72	74,5±1,35	75,7±0,92

Окончание таблицы 6

29-35	80,3±2,10	81,1±1,84	82,9±1,56	87,8±1,15*
36-38	82,5±2,53	82,9±2,00	84,2±1,94	85,7±1,61
За период выращивания	57,2±0,31	57,4±0,42	58,0±0,34	59,5±0,31**

Из данных, приведенных в таблице 6 отчетливо видно, что среднесуточные приросты имели большие значения у подопытных цыплят, получавших кормовой хлористый калий.

В период выращивания цыплят-бройлеров 15-21 сут. среднесуточный прирост живой массы во второй опытной группе превосходил на 2,8 % аналогов из контрольной, в третьей группе - на 3,2 %. Наибольшая разница среднесуточных приростов наблюдается в периоде с 29 по 35 сут., где цыплята во всех опытных группах превосходили аналогов контрольной группы - на 1,0 % в первой опытной группе, на 3,2 % во второй опытной группе и на 9,3 % в третьей.

Анализ данных рисунка 5 и таблицы 6 показал, что наиболее высокой скоростью роста отличались цыплята 3 опытной группы, которые получали в комбикорме ПК-5-1 - 0,6 кг/т кормового хлористого калия, в ПК-5-2 – 0,9 кг/т, в ПК-6-1 – 1,2 кг/т, в ПК-6-2 – 1,5 кг/т. Среднесуточный прирост за период опыта в этой группе составил 59,5 г, что на 4,0 % больше, чем в контроле.

Таким образом, включение кормового хлористого калия в комбикорма оказывает выраженное положительное влияние на рост птицы.

К одному из основных факторов, определяющих уровень рентабельности животноводства и птицеводства, относится сохранность поголовья (табл. 7).

В ходе исследований было установлено, что сохранность поголовья во второй и третьей опытных группах при введении кормового хлористого калия была на 0,3 и 0,8% выше, по сравнению с контрольной группой. Однако, в первой опытной группе, где цыплята-бройлеры получали наименьший уровень хлористого калия, сохранность была на уровне контроля. При этом наиболее высокую сохранность бройлеров наблюдали в третьей опытной группе – 97,62 %, где в состав комбикорма вводили максимальное количество минеральной добавки.

Проведённые исследования показали значительное снижение падежа цыплят-бройлеров на 0,8 % в третьей опытной группе, где скармливали максимальное количество кормового хлористого калия, по сравнению с контрольной группой. Данный результат свидетельствует о высоком потенциале использования указанной добавки для улучшения выживаемости и общего здоровья птицы, что в дальнейшем может способствовать повышению производительности и экономической эффективности производства. Этот эффект объясняется улучшением обменных процессов в организме птиц, что приводит к их лучшему росту и сопротивляемости болезням.

Затраты корма на единицу продукции - одна из основных статей расходов, которая составляет 60-70 % от всех затрат животноводческого производства (Буяров В., 2011). Данный показатель оказывает большое влияние на экономическую эффективность хозяйства. При расчете расхода корма на 1 кг прироста массы тела (таблица 7) установлено, что у цыплят-бройлеров опытных групп данный показатель был меньше уровня контрольной группы на 0,65, 1,95, 3,25% соответственно.

Таблица 7 – Зоотехнические показатели выращивания цыплят-бройлеров за период опыта

Показатель	Группа			
	контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Количество голов на начало опыта	241600	252700	259800	267000
Средняя живая масса 1 гол. на начало опыта, г	46,1±0,7	46,4±1,5	45,2±1,6	45,3±0,9
Средняя живая масса 1 гол. на конец опыта, г	2219,2±7,3	2226,7±6,8	2249,9±6,9 **	2306,9±6,6****
Среднесуточный прирост, г	57,2±0,31	57,4±0,42	58,0±0,34	59,5±0,31**
Сохранность, %	96,82	96,86	97,12	97,62
Индекс продуктивности, ед.	367,2	371,0	380,8	397,7
Затраты корма на 1 кг привеса, кг	1,54	1,53	1,51	1,49

В международной практике мясного птицеводства широко используется экспресс-метод расчёта индекса продуктивности для оценки организации

эффективности производства на птицеводческих предприятиях. Считается, что полученные показатели от 190 до 210 ед. являются средними, от 211 до 230 ед. – хорошими, свыше 230 ед. – высокими.

Индекс продуктивности цыплят-бройлеров в опытных группах оказался выше контрольной на 3,8, 13,6, 30,5 ед., что свидетельствует о значительном улучшении кормления птицы.

Таким образом, установлено, что высокой живой массой, среднесуточным приростом, сохранностью и наименьшими затратами кормов на единицу продукции отличались цыплята-бройлеры 3 опытной группы, которые получали в комбикорме ПК-5-1 - 0,6 кг/т кормового хлористого калия, в ПК-5-2 – 0,9 кг/т, в ПК-6-1 – 1,2 кг/т, в ПК-6-2 – 1,5 кг/т.

3.3 Мясная продуктивность цыплят-бройлеров

Случайным образом из каждой экспериментальной группы, было отобрано по 30 голов цыплят-бройлеров и в условиях вскрывочного цеха АО «Птицефабрика «Рефтинская» был проведен убой птицы и их соответствующая анатомическая разделка (рис.7). Полученные результаты убойного выхода исследуемых цыплят-бройлеров кросса Росс 308 представлены в таблице 8.



Рисунок 7 – убой птицы 14.03.2024 г.

Таблица 8 – Убойный выход потрошеной тушки цыплят-бройлеров (n=30)

Показатель	Группа			
	контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Средняя живая масса цыплят-бройлеров перед убоем, г	2219,2±7,3	2226,7±6,8	2249,9±6,9**	2306,9±6,6***
Масса подращённой тушки, г	1532,9±6,3	1634,4±6,5***	1654,8±6,4***	1700,2±6,7***
Убойный выход, %	69,1	73,4	73,5	73,7

Разность считали достоверной по отношению к контрольной группе при: * p < 0,05;
 ** p < 0,01;
 *** p < 0,001.

Результаты убоя показали, что масса потрошеной тушки опытных групп цыплят-бройлеров статистически достоверно превосходит показатель в контрольной группе на 6,62%, 7,95% и 10,91% соответственно. Показатель убойного выхода имеет максимальное значение в 3 опытной группе и составляет 73,7%, что на 4,6 % выше данного показателя в контрольной группе.

Анализ результатов массы составных частей тела цыплят-бройлеров контрольной и опытных групп отражены в таблице 9.

Таблица 9 – Выход частей грудки цыплят-бройлеров (n=30)

Показатель	Группа			
	контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Масса всей грудки, г	443,5±5,3	468,1±5,1**	487,1±5,5***	503,4±5,2***
%	28,9	28,6	29,4	29,6
Масса мышечной ткани, г	334,4±4,3	354,4±4,4**	368,7±4,5***	379,1±4,7***
%	21,8	21,7	22,3	22,9
Масса костной ткани, г	71,5±2,1	74,2±2,4	75,9±2,7	76,8±2,4
%	4,7	4,5	4,6	4,5
Масса кожи, г	37,6±2,1	39,5±2,3	42,5±2,5	47,5±2,9**
%	2,5	2,4	2,6	2,8

И данных таблицы 9 видно, что включение кормового хлористого калия в рацион цыплят-бройлеров позволило добиться статистически значимого улучшения качественных показателей грудной части птицы. Результаты исследования показывают, что опытные группы превышают массу грудки по сравнению с контрольной группой на 5,5%, 9,8% и 13,5% соответственно. Также

следует отметить, что наиболее высокий результат отмечен в 3 опытной группе, где масса мышечной ткани превышает на 13,3% по сравнению с контрольной группой.

Результаты морфологического состава бедренной части цыплят-бройлеров представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Выход частей бедра цыплят-бройлеров (n=30)

Показатель	Группа			
	контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Масса всего бедра, г	299,7±3,4	311,4 ±3,1*	320,1±3,1***	326,6±3,0***
%	19,6	19,1	19,3	19,2
Масса мышечной ткани, г	218,6±2,2	226,6±2,1*	235,5±2,4***	237,7±2,3***
%	14,3	13,9	14,2	14,0
Масса костной ткани, г	48,6±1,2	45,7±1,3	48,1 ±1,3	51,9±1,4
%	3,2	2,8	2,9	3,1
Масса кожи, г	32,5±1,1	39,1±1,0***	36,5±1,1*	37,0±1,2*
%	2,1	2,4	2,2	2,2

Анализ данных таблицы 10 демонстрирует, что кормовой хлористый калий оказывает положительное влияние на качественные характеристики мышц и костей бедренной части цыплят-бройлеров. Общая масса бедра значительно увеличилась в опытных группах по сравнению с контрольной группой на 3,9%, 6,8% и 8,9% соответственно. Аналогичная тенденция проявляется и в показателях массы мышечной ткани бедра с наибольшим значением в 3 опытной группе по сравнению с контрольной группой на 8,7%.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что кормовой хлористый калий существенно улучшает количественные и качественные характеристики мясной продукции цыплят-бройлеров, что делает его перспективной пищевой добавкой для промышленного птицеводства.

3.4 Химический состав мышц цыплят-бройлеров

Мышечная ткань – наиболее важная составляющая часть мяса по питательным и вкусовым качествам. В ходе работы проводили изучение химического состава грудных и бедренных мышц (табл.11, 12).

Таблица 11 – Химический состав грудных мышц цыплят-бройлеров (n=5)

Показатель	Группа			
	контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Влага, %	71,42 ±1,17	71,21±1,24	71,03±1,09	70,96±1,28
Белок, %	22,89±0,41	23,03±0,52	23,15±0,38	23,41±0,47
Жир, %	1,08±0,28	1,11±0,23	1,14±0,26	1,21±0,21
Зола, %	1,12±0,16	1,15±0,02	1,16±0,04	1,18±0,03

Анализ химического состава грудной мышцы цыплят-бройлеров опытных групп не выявил статистически значимых различий по сравнению с контрольной группой, однако присутствует положительная тенденция от использования кормового хлористого калия. Содержание влаги в грудной мышце цыплят 3 опытной группы ниже чем в контрольной группе на 0,46%. При этом увеличивается количество белка на 0,52% по сравнению с контрольной группой. Уровень жира в третьей опытной группе выше, чем в контрольной на 0,13%, а содержание золы - на 0,06%.

Таблица 12 – Химический состав мяса бедренных мышц цыплят-бройлеров (n=5)

Показатель	Группа			
	контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Влага, %	72,17±1,23	72,31±1,18	71,98±1,31	71,73±1,27
Белок, %	22,46±0,46	22,54±0,42	22,61±0,49	22,83±0,44
Жир, %	4,17±0,24	4,29±0,27	4,56±0,25	4,63±0,29
Зола, %	0,85±0,13	0,85±0,07	0,88±0,03	0,99±0,01

Химический состав мышц бедра цыплят-бройлеров в 3 опытной группе также показал лучшие значения по сравнению с контрольной группой. Содержание влаги в бедренных мышцах было ниже в сравнении с показателем контрольной группы на 0,44%, содержание белка - выше на 0,37%, жира - на 0,46%, золы - на 0,14%.

Проведенный анализ химического состава мышечной ткани цыплят-бройлеров опытных групп свидетельствует о положительных тенденциях, вызванных использованием кормового хлористого калия.

3.5 Гистологическое строение органов пищеварительной системы

Гистологические исследования позволяют сравнить влияние различных комбикормов на изменение толщины стенки кишечника, высоты ворсинок,

толщину слоя крипт и другие показатели, которые демонстрируют насколько эффективно они способствуют улучшению пищеварения и усвоения питательных веществ.

3.5.1 Двенадцатиперстная кишка

Двенадцатиперстная кишка является важным звеном в пищеварительном процессе, обеспечивая подготовку пищи к дальнейшей обработке и полноценному всасыванию питательных веществ организмом.

Таблица 13 - Морфометрия двенадцатиперстной кишки цыплят-бройлеров, мкм

Группа	Толщина слоев и оболочек					
	ворсинки	крипты	мышечная пластинка слизистой	слизистая	мышечная	стенка в целом
10 сутки						
К	1592,45±46,19	278,14±16,35	30,42±1,48	1901,01±50,02	151,75±6,52	2052,76±54,19
O1	1588,90±12,41	252,94±10,14	26,95±1,08	1868,78±17,35	151,82±5,91	2020,60±16,99
O2	1605,99±24,52	250,91±5,51	26,66±2,96	1883,56±22,14	131,54 ±2,33** aa	2015,10±22,72
O3	1684,80 ±25,78 aa в	250,62±10,13	25,50± 0,96**	1960,92 ±30,31 aa в	137,04 ±4,46 ^a	2097,96 ±29,77 ^a в
20 сутки						
К	2067,54±21,04	263,66±6,66	32,45±1,45	2363,36±23,11	199,34±4,99	2562,69±25,26
O1	2071,59±22,67	250,62±5,55	32,16±1,72	2354,37±22,67	198,47±5,74	2552,84±25,32
O2	2070,72±16,02	246,56±6,30	31,29±1,50	2348,58±18,26	200,50±6,30	2549,07±21,35
O3	2099,12±26,17	238,16±5,97**	28,39±1,17*	2365,67±28,01	206,58±5,37	2572,25±29,09
38 сутки						
К	2373,21±38,21	201,65±7,81	31,29±1,38	2606,15±40,77	165,73±3,91	2771,88±41,34
O1	2368,03±26,19	212,38±5,08	31,58±1,32	2611,99±27,58	176,74±3,96*	2788,73±28,00
O2	2110,99 ± 21,20*** aaa	280,75 ±5,12*** aaa	31,58±1,39	2423,33 ± 21,81*** aaa	213,82 ± 3,35***aaa	2637,15 ± 22,37*** aaa
O3	2003,51 ± 35,77*** aaa в	312,04 ±7,88*** aaa вв	35,64±2,05	2351,19 ± 39,30*** aaa	231,21 ± 6,17*** aaa в	2582,39 ± 41,66** aaa

Здесь и далее: * $p < 0,5$ – достоверность разности по сравнению с контрольной группой.

** $p < 0,1$ – достоверность разности по сравнению с контрольной группой.

*** $p < 0,05$ – достоверность разности по сравнению с контрольной группой

^a $p < 0,5$ – достоверность разности по сравнению с первой опытной группой.

^{aa} $p < 0,1$ – достоверность разности по сравнению с первой опытной группой.

^{aaa} $p < 0,05$ – достоверность разности по сравнению с первой опытной группой.

^в $p < 0,5$ – достоверность разности по сравнению со второй опытной группой.

^{вв} $p < 0,1$ – достоверность разности по сравнению со второй опытной группой.

^{ввв} $p < 0,05$ – достоверность разности по сравнению со второй опытной группой

Высота ворсинок является ключевым показателем морфологического состояния слизистой оболочки кишечника, отражающим процессы всасывания и

регенерации эпителия. На 10-е сутки в контрольной группе (К) высота ворсинок составляет 1592,45 мкм, в то время как в первой опытной группе (О1) наблюдается незначительное снижение на 0,22%, а во второй и третьей опытных группах (О2 и О3) увеличение данного показателя на 0,85% и 5,79% соответственно. К 20-м суткам высота ворсинок в контрольной группе увеличивается до 2067,54 мкм, в то время как в группах О1, О2 и О3 показатель выше на 0,20, 0,15, 1,52% соответственно. К 38-м суткам высота ворсинок в группе О3 достигает 2003,51 мкм, что на 15,57 % ниже контрольной группы (К) — 2373,21 мкм, что свидетельствует о прекращении влияния комового хлористого калия к концу эксперимента на слой ворсинок.

Крипты кишечника играют важную роль в обновлении эпителиальных клеток. На 10-е сутки в контрольной группе крипты составляют 278,14 мкм, в то время как в опытных группах наблюдается снижение на 9,06, 9,79, 9,89% соответственно. На 20-е сутки в контрольной группе крипты составляют 263,66, а в опытных группах наблюдается снижение. Однако к 38-м суткам в группах О1, О2 и О3 наблюдается увеличение толщины крипт на 5,32, 39,23, 54,74% соответственно по сравнению с контролем, что свидетельствует о повышении интенсивности процессов клеточного обновления.

Толщина мышечной пластинки слизистой является важным показателем, влияющим на двигательную активность кишечника. На 10-е сутки максимальное значение отмечено в контрольной группе 30,42 мкм, в то время как в опытных группах наблюдается снижение на 11, 41, 12,36, 16,17% соответственно. На 20-е сутки максимальное значение наблюдается также в контрольной группе и составляет 32,45 мкм. К 38-м суткам толщина мышечной пластины стабилизируются, и максимального значения достигает в третьей опытной группе, что на 13,90% выше показателя контрольной группы.

Толщина слизистой оболочки служит интегральным показателем морфологической адаптации кишечника. На 10-е сутки толщина стенки кишечника контрольной группы составляет 1901,01 мкм, в то время как в первой и второй опытных группах наблюдается снижение на 1,69 и 0,92 % соответственно, в третьей

опытной группе наблюдается увеличение показателя на 3,15% по сравнению с контролем. На 20-е сутки значительных различий между группами не выявлено. Однако на 38-е сутки в группе ОЗ толщина слизистой достигает 2351,19 мкм, что на 9,78% выше контрольной группы.

Толщина стенки кишки является итоговым оценочным критерием морфометрических изменений. На 10-е сутки контрольная группа демонстрирует 2052,76 мкм, тогда как в первой и второй опытных группах наблюдается выраженное снижение, при этом третья опытная группа имеет превосходство данного показателя на 2,20% по сравнению с контролем. К 20-м суткам наибольший показатель наблюдается у третьей опытной группы и на 0,37% выше контроля.

У бройлеров в контрольной и 1 опытной группе отмечена немного более лучшая сохранность ворсинок по сравнению с цыплятами 2 и 3 опытных групп. Изучение обзорных срезов показало несколько большее количество лимфоидной ткани в ворсинках у бройлеров 2 и 3 опытных групп. Также заметно лучшее развитие мышечной оболочки в опытных группах.

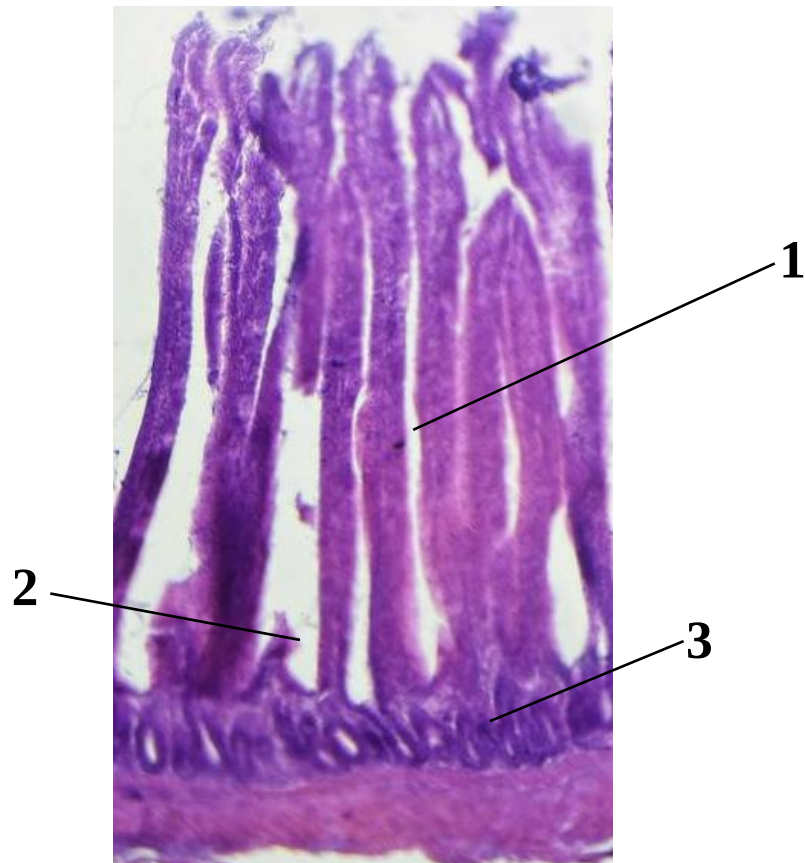


Рисунок 8 – Двенадцатиперстная кишка в контрольной группе на 38 сутки, окраска гематоксилин-эозином, ув. объектив х4, окуляр х10
1 – ворсинки, 2 – крипты, 3 – мышечная оболочка

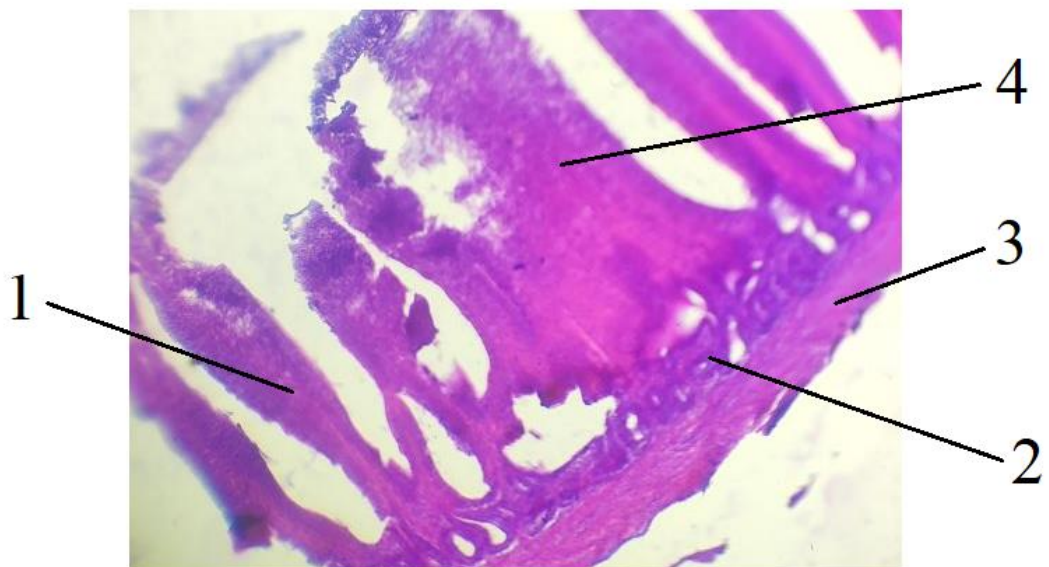


Рисунок 9 – Двенадцатиперстная кишка в 3 опытной группе на 38 сутки, окраска гематоксилин-эозином, ув. объектив х4, окуляр х10
1 – ворсинки, 2 – крипты, 3 – мышечная оболочка, 4 – лимфоидная ткань

Таблица 14 - Соотношение толщины оболочек и слоев двенадцатиперстной кишки цыплят-бройлеров, (в % от стенки органа)

Группа	Толщина слоев и оболочек				
	ворсинки	крипты	мышечная пластинка слизистой	слизистая	мышечная
10 сутки					
К	77,46±0,74	13,64±0,71	1,50±0,07	92,60±0,24	7,40±0,24
O1	78,78±0,45	12,37±0,43	1,33±0,05	92,48±0,28	7,52±0,28
O2	79,04±0,98	12,67±0,39	1,65±0,08 ^{aaa}	93,36 ±0,21 ^{*a}	6,64 ±0,21 ^{*a}
O3	80,29 ±0,38 ^{*** a}	11,84 ±0,39 [*]	1,24 ±0,05 ^{** BBB}	93,36 ±0,23 ^{*a}	6,64 ±0,23 ^{*a}
20 сутки					
К	80,71±0,32	10,28±0,23	1,25±0,05	92,24±0,17	7,76±0,17
O1	81,14±0,29	9,82±0,20	1,27±0,07	92,23±0,21	7,77±0,21
O2	81,31±0,32	9,65±0,22 [*]	1,22±0,06	92,18±0,21	7,82±0,21
O3	81,57±0,30	9,27 ±0,19 ^{*** a}	1,11 [*] ±0,05	91,94±0,21	8,06±0,21
38 сутки					
К	85,55±0,32	7,26±0,25	1,14±0,05	93,95±0,15	6,05±0,15
O1	84,91±0,23	7,62±0,18	1,13±0,05	93,66±0,15	6,34±0,15
O2	79,99 ±0,23 ^{*** aaa}	10,68 ±0,20 ^{*** aaa}	1,20±0,05	91,87 ±0,13 ^{*** aaa}	8,13 ±0,13 ^{*** aaa}
O3	77,46 ±0,40 ^{*** aaa BBB}	12,13 ±0,25 ^{*** aaa BBB}	1,39 ±0,08 ^{** aa B}	90,98 ±0,19 ^{*** aaa BBB}	9,02 ±0,19 ^{*** aaa BBB}

На основании данных, представленных в таблице, можно проанализировать влияние кормового хлористого калия на морфометрические параметры двенадцатиперстной кишки бройлеров. Изменения в соотношении толщины различных оболочек и слоев кишечной стенки отражают адаптационные процессы, происходящие в ответ на введение добавки.

На 10-е сутки контрольная группа (К) демонстрирует показатели толщины слоев: ворсинки составляют 77,46%, крипты — 13,64%, мышечная пластинка слизистой — 1,50%, слизистая — 92,60%, а мышечная оболочка — 7,40%. В группе O3 максимальное значение ворсинок (80,29%) достигает наивысшего уровня, что может свидетельствовать о значительной адаптации к введению в рацион кормового хлористого калия.

На 20-е сутки в контрольной группе наблюдается незначительное снижение доли крипт (10,28%), в то время как в опытных группах (O1, O2, O3) происходит дальнейшее снижение до 9,82% в группе O3. Это указывает на адаптацию слизистой оболочки к условиям кормления. На 38-е сутки контрольная группа показывает наибольшую высоту ворсинок 85,55%, при этом в группе O3 наблюдается

снижение до 77,46%. Это снижение может быть связано с изменением структуры кишечной стенки в ответ на длительное воздействие хлористого калия. Группа ОЗ демонстрирует увеличение доли крипт до 12,13%, что свидетельствует о стимуляции процессов регенерации эпителия как компенсаторного механизма.

Изменения в соотношении толщины слоев двенадцатиперстной кишки указывают на адаптационные процессы, происходящие в ответ на введение хлористого калия. Анализ данных гистологических исследований показал значительные изменения в структуре двенадцатиперстной кишки цыплят-бройлеров при введении кормового хлористого калия в рацион. Добавление хлористого калия способствует ускоренной регенерации тканей, улучшает функциональные возможности кишечника. Тенденция к положительному эффекту отмечается в третьей опытной группе, эти результаты обосновывают целесообразность введения хлористого калия в составе комбикорма бройлеров в количестве: ПК-5-1 (с 0 до 11 сут.) - 600 г/т, ПК-5-2 (с 12 до 24 сут.) - 900 г/т, ПК-6-1 (с 25 до 30 сут.) - 1200 г/т, ПК-6-2 (с 30 сут. до убоя) – 1500 г/т., для улучшения их роста и продуктивности.

3.5.2 Тощая кишка

Тощая кишка - отдел тонкого кишечника, играющий ключевую роль в усвоении питательных веществ, обеспечивая организм энергией и необходимыми строительными материалами.

Таблица 15 - Морфометрия тощей кишки бройлеров, мкм

Группа	Толщина слоев и оболочек					
	ворсинки	крипты	мышечная пластинка слизистой	слизистая	мышечная	стенка в целом
10 суток						
К	965,54±23,25	205,71±5,97	28,25±1,40	1199,50±23,96	165,51±4,51	1365,01±24,13
О 1	936,99±9,72	196,44±3,44	26,95±1,08	1160,38±10,60	160,22±2,76	1320,61±11,98
О 2	893,54 ±17,08 ^{*a}	162,54 ±2,96 ^{***} aaa	26,66±1,06	1082,73 ±18,95 ^{***} aaa	151,24 ±3,07 ^{**a}	1233,97 ±18,50 ^{***} aaa
О 3	804,88 ±14,41 ^{***} aaa bbb	134,15 ±3,99 ^{***} aaa bbb	25,50±0,96	964,52 ±15,79 ^{***} aaa bbb	150,66±8,38	1115,18 ^{bbb} ±17,51 ^{***} aaa

20 сутки						
К	1012,04±23,61	171,52±6,25	31,58±1,72	1215,14±27,89	168,92±10,23	1384,06±34,86
O1	1030,87±18,34	165,15±3,45	31,29±1,32	1227,31±18,08	168,63±4,06	1395,94±18,93
O2	1049,70±14,76	146,03 ±2,78*** ааа	34,48±1,44	1230,21±16,08	159,35 ±2,75	1389,56±15,46
O3	1056,95±31,98	134,44 ±4,63*** ааа в	34,77±1,30	1226,15±35,97	149,50 ±2,18 ааа вв	1375,65±37,38
38 сутки						
К	1096,06±42,08	161,96±8,54	34,19±1,55	1292,21±49,67	174,42±6,35	1466,63±54,34
O1	1156,04±15,23	188,62±3,48**	35,06±1,59	1379,71±16,36	176,74±4,33	1556,45±17,03
O2	1170,52±18,51	195,28±3,63** *	36,22±1,45	1402,02±19,58*	188,91±4,70	1590,93±19,96*
O3	1246,72 ±39,27*** а	195,57±6,73**	40,85 ±1,49** аа в	1483,16 ±41,26** а	179,64±7,17	1662,78 ±43,51** а

Высота ворсинок в контрольной группе (К) на 10-е сутки составляет 965,54 мкм, в то время как в опытных группах (O1, O2, O3) наблюдается снижение на 2,96%, 7,46%, 16,64% соответственно. Эти изменения указывают на начальную адаптацию эпителиального слоя к добавлению в рацион кормового хлористого калия.

В контрольной группе на 20-е сутки высота ворсинок составляет 1012,04 мкм в опытных группах (O1, O2, O3) наблюдается аналогичная тенденция и превышает показатель контрольной группы на 1,86%, 3,72% и 4,43% соответственно. Это свидетельствует о том, что введение хлористого калия способствует улучшению состояния ворсинок.

На 38-е сутки высота ворсинок в контрольной группе составляет 1096,06 мкм, однако группы O1, O2 и O3 демонстрируют значительное превосходство на 5,47%, 6,79% и 13,75% соответственно. Группа O3 имеет наибольший показатель, что свидетельствовать о выраженном положительном эффекте хлористого калия на морфологию тощей кишки.

Крипты кишечника на 10-е сутки показывают наибольшее значение в контрольной группе 205,71 мкм, в опытных группах наблюдается снижение. Эти изменения указывают на то, что хлористый калий на ранних этапах может замедлять процессы клеточного обновления и секреции. Такая же тенденция наблюдается и на 20-е сутки. На 38-е сутки контрольная группа показывает

небольшое снижение до 161,96 мкм, тогда как опытные группы (O1, O2, O3) демонстрируют рост данного показателя на 16,46, 20,57, 20,75% соответственно. Это свидетельствует о том, что хлористый калий способствует улучшению регенеративных процессов в кишечнике на более поздних этапах развития.

Толщина мышечной пластинки слизистой на 10-е сутки в контрольной группе составляет 28,25 мкм, в то время как в опытных группах наблюдается незначительное снижение. На 20-е сутки этот показатель увеличивается до 31,58 мкм в контрольной группе, а в опытных группах (O2, O3) увеличивается на 9,18 и 10,10 % по сравнению с контролем. На 38-е сутки наблюдается рост данного показателя во всех группах, при этом группа O3 имеет наибольшее значение 40,85 мкм, что указывает на положительное влияние хлористого калия на мышечный слой.

Толщина слизистой оболочки на 10-е сутки в контрольной группе демонстрирует 1199,50 мкм, в то время как в опытных группах наблюдается снижение. На 20-е сутки толщина слизистой в контрольной группе составляет 1215,14 мкм, а в опытных группах (O1, O2, O3) на 1,00, 1,24, 0,91% соответственно выше показателя контрольной группы, что говорит о положительной тенденции этого показателя. На 38-е сутки в опытных группах наблюдается более выраженный рост на 6,77, 8,50, 14,77% соответственно по сравнению с контрольной группой. Группа O3 демонстрирует наибольший показатель, что свидетельствует о положительном эффекте хлористого калия.

Толщина стенки органа на 10-е сутки составляет 1365,01 мкм в контрольной группе, тогда как в опытных группах наблюдается снижение. На 20-е сутки этот параметр в контрольной группе достигает 1384,06 мкм, в то время как в опытных группах особых различий между группами не выявлено. На 38-е сутки толщина стенки органа контрольной группы составляет 1466,63 мкм, в то время как опытные группы (O1, O2, O3) показывают более значительные увеличения на 6,12%, 8,48% и 13,37% соответственно. Это указывает на восстановление структурно-функциональных резервов кишечника под воздействием хлористого калия.

В опытных группах у бройлеров отмечено лучшее развитие лимфоидной ткани. Введение в рацион хлористого калия способствует повышению сохранности ворсинок, при этом в контрольной группе на вершुшках ворсинок эпителий отходит от стромы. Также ворсинки в контрольной группе отличались более редким расположением.

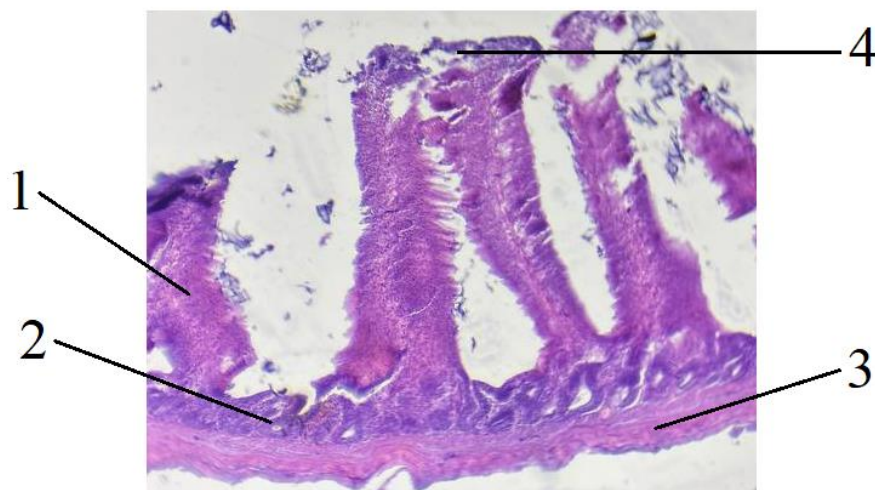


Рисунок 10 – Тощая кишка в контрольной группе на 38 сутки, окраска гематоксилин-эозином, ув. объектив х4, окуляр х10
1 – ворсинки, 2 – крипты, 3 – мышечная оболочка, 4 – разрушение апикальной части ворсинок

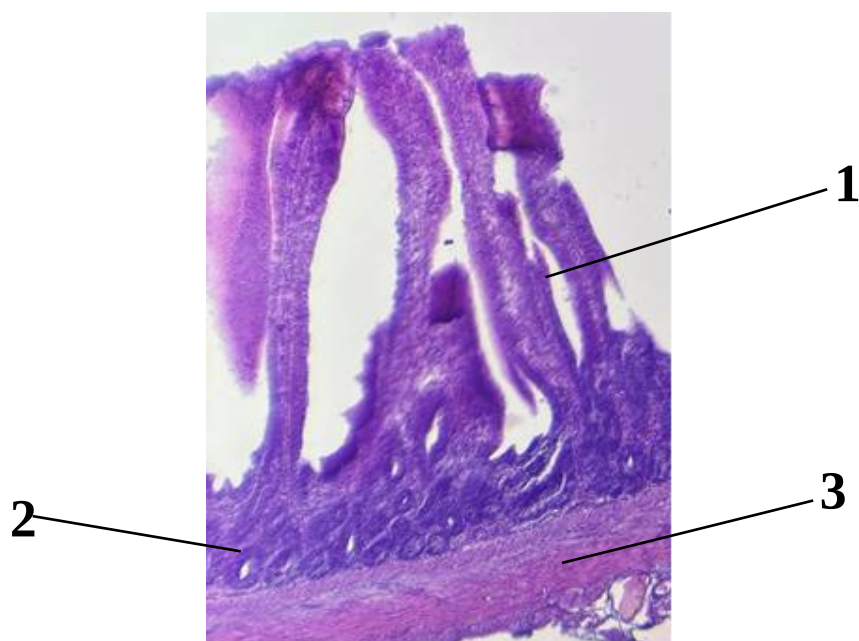


Рисунок 11 – Тощая кишка в 3 опытной группе на 38 суткт, окраска гематоксилин-эозином, ув. объектив х4, окуляр х10
1 – ворсинки, 2 – крипты, 3 – мышечная оболочка

Таблица 16 - Соотношение толщины оболочек и слоев тощей кишки бройлеров, (в % от стенки органа)

Группа	Толщина слоев и оболочек				
	ворсинки	крипты	мышечная пластинка слизистой	слизистая	мышечная
10 сутки					
К	70,40±0,67	15,21±0,45	2,09±0,10	87,71±0,37	12,29±0,37
O1	70,93±0,28	14,89±0,24	2,06±0,09	87,88±0,17	12,12±0,17
O2	72,03 ±0,48* ^a	13,23 ±0,19*** aaa	2,19±0,09	87,45±0,40	12,55±0,40
O3	72,21±0,64	12,09 ±0,32*** aaa вв	2,31±0,09	86,61±0,63	13,39±0,63
20 сутки					
К	73,61±0,65	12,38±0,32	2,24±0,08	88,23±0,46	11,77±0,46
O1	73,59±0,51	11,99±0,30	2,26±0,10	87,84±0,29	12,16±0,29
O2	75,39 ±0,34* ^{aa}	10,54 ±0,19*** aaa	2,48±0,10	88,41±0,25	11,60±0,25
O3	76,45 ±0,35*** aaa в	9,78 ±0,18*** aaa вв	2,56 ±0,09** ^a	88,79±0,21	11,21 ±0,21 ^{aa}
38 сутки					
К	74,49±0,43	10,76±0,29	2,51±0,12	87,77±0,31	12,23±0,31
O1	74,17±0,35	12,16±0,22***	2,26±0,10	88,59±0,32	11,41±0,22*
O2	73,40±0,42	12,34±0,22***	2,30±0,10	88,04±0,30	11,96±0,30
O3	74,21±0,81	12,06±0,41*	2,62 ±0,12 ^{a в}	88,88±0,47	11,12±0,46*

На 10-е сутки толщина слоя ворсинок у цыплят-бройлеров контрольной группы (К) составляет 70,40% от общей толщины стенки, в то время как в опытных группах (O1, O2, O3) наблюдается увеличение этого показателя на 0,53%, 1,63%, 1,81% соответственно по сравнению с контролем. Это указывает на начальную адаптацию к хлористому калию и улучшение всасывающей способности кишечника.

На 20-е сутки в контрольной группе отмечено снижение толщины слоя ворсинок до 73,61%, в то время как в опытных группах наблюдается более выраженный рост. Эти изменения говорят о том, что хлористый калий способствует увеличению относительной толщины ворсинок, что, в свою очередь, может улучшать всасывание питательных веществ.

На 38-е сутки в контрольной группе процент ворсинок составляет 74,49% и по сравнению с опытными группами (O1, O2, O3) значительных различий не

наблюдается. Это свидетельствует о том, что адаптационные процессы продолжаются, однако изменения становятся менее выраженными.

Толщина слоя крипт на 10-е сутки в контрольной группе составляет 15,21%, в то время как в опытных группах (О1, О2, О3) наблюдается снижение. Это снижение может указывать на начальные изменения в обновлении эпителиальных клеток в ответ на введение хлористого калия. Такая же тенденция наблюдается и на 20-е сутки.

На 38-е сутки в контрольной группе процент крипт составляет 10,76%, а в опытных группах наблюдается рост относительной толщины крипт на 1,4%, 1,58, 1,3 % соответственно по сравнению с контролем.

Толщина мышечной пластинки слизистой на 10-е сутки в контрольной группе составляет 2,09%, в то время как в опытных группах наблюдается аналогичная стабильность. Эти значения указывают на то, что хлористый калий не оказывает значительного влияния на этот параметр на начальном этапе роста цыплят.

На 20-е сутки процент мышечной пластинки в контрольной группе увеличивается до 2,24%, в опытных группах наблюдается рост. Это свидетельствует о том, что хлористый калий способствует повышению моторной активности кишечника. Максимальное значение данного показателя следует отметить на 38-е сутки в третьей опытной группе (О3), который составил 2,62%, что выше показателя контрольной группы на 0,11%.

Толщина слизистой оболочки на 10-е и 20-е сутки не демонстрирует значительных различий между группами. Это свидетельствует о том, что введение хлористого калия способствует поддержанию толщины слизистой оболочки.

На 38-е сутки в контрольной группе процент слизистой составляет 87,77%, в О1 — 88,59%, в О2 — 88,04% и в О3 — 88,88%. Это говорит о том, что в опытных группах наблюдается тенденция к увеличению относительной толщины слизистой, что может свидетельствовать о положительном влиянии хлористого калия на состояние кишечной стенки.

Проведённые исследования показали значительное влияние кормового хлористого калия на морфометрические характеристики тощей кишки цыплят-бройлеров. Анализ полученных данных показал лучшее сохранение ворсинок и увеличенную плотность расположения лимфатической ткани у цыплят в третьей опытной группе (О3), что свидетельствует о благоприятном воздействии хлористого калия на иммунную систему кишечника.

3.5.3 Подвздошная кишка

В подвздошной кишке происходит завершение переваривания питательных веществ и основное их всасывание в кровь и лимфу.

Таблица 17 - Морфометрия подвздошной кишки бройлеров, мкм

Группа	Толщина слоев и оболочек					
	ворсинки	крипты	мышечная пластинка слизистой	слизистая	мышечная	стенка в целом
10 сутки						
К	466,11±14,13	111,19±3,06	25,35±1,05	602,65±16,45	182,17±4,96	784,82±14,49
О 1	485,88±8,73	112,13±2,44	26,08±1,01	624,09±7,89	160,22±5,10**	784,31±11,24
О 2	513,41 ±5,87** aa	123,72 ±2,92** aa	28,97±1,19*	666,10 ±5,56*** aaa	132,41 ±3,04*** aaa	798,51±5,82
О 3	641,18 ±23,39*** aaa bbb	154,14 ±6,99*** aaa bbb	30,42** a±1,37	825,74 ±30,12*** aaa bbb	132,99 ±5,92*** aaa	958,73 ±34,80*** aaa bbb
20 сутки						
К	831,25±26,24	146,61±6,64	27,81±1,13	1005,66±31,47	203,10±4,43	1208,77±32,68
О 1	711,59±14,80***	125,17±2,33**	28,97±1,19	865,72±14,33***	201,94±4,98	1067,67 ±13,92***
О 2	671,02 ±8,95*** a	109,23 ± 3,19*** aaa	30,71±1,24	810,96 ±10,51***aa	206,00±5,14	1016,96 ±13,79*** a
О 3	666,39±29,52***	106,62 ± 2,95*** aaa	37,09 ±1,25*** aaa bbb	810,09±31,89***	204,84±4,37	1014,94 ±33,17***
38 сутки						
К	697,68±16,97	114,45±5,94	36,51±1,61	848,63±20,61	167,76±5,31	1016,39±23,87
О 1	791,26±11,73***	155,01±3,10***	38,25±1,59	984,51***±11,96	172,39±3,88	1156,91±12,61* **
О 2	1068,83 ±10,58*** aaa	214,98 ±3,73*** aaa	50,41 ±1,66*** aaa	1334,22 ±11,65*** aaa	217,01 ±1,82*** aaa	1551,23 ±11,67*** aaa
О 3	1051,44 ±35,59*** aaa	206,87 ±9,06*** aaa	52,44 ±2,3*** aaa	1310,75 ±42,25*** aaa	221,65 ±8,29*** aaa	1532,40 ±46,50*** aaa

Высота ворсинок является важным показателем, отражающим состояние слизистой оболочки кишечника и её способности к всасыванию. На 10-е сутки контрольная группа (К) демонстрирует высоту ворсинок 466,11 мкм, в то время как

в опытных группах (O1, O2, O3) наблюдается рост на 4,24, 10,15, 37,56% соответственно. Наиболее заметный рост наблюдается в группе O3, что свидетельствует о значительном стимулирующем эффекте хлористого калия на развитие ворсинок и, соответственно, на их способность к всасыванию.

На 20-е сутки в контрольной группе высота ворсинок составляет 831,25 мкм, однако в опытных группах (O1, O2, O3) происходит снижение на 14,39, 19,27, 19,83% соответственно. Это снижение может указывать на адаптационные процессы в слизистой оболочке, вызванные изменением в дозировке кормового хлористого калия.

Следует отметить, что на 38-е сутки контрольная группа демонстрирует высоту ворсинок 697,68 мкм, в то время как в опытных группах (O1, O2, O3) наблюдается рост на 13,41, 53,19, 50,70% соответственно по сравнению к контрольной группе.

Толщина слоя крипт на 10-е сутки в контрольной группе составляет 111,19 мкм, в то время как в опытных группах (O1, O2, O3) наблюдается увеличение данного показателя на 0,85, 11,27, 38,63% соответственно по сравнению с контролем. Наиболее значительное увеличение наблюдается в группе O3, что свидетельствует о повышении регенеративных процессов в эпителии под воздействием хлористого калия.

На 20-е сутки в контрольной группе толщина крипт составляет 146,61 мкм, в то время как в опытных группах наблюдается снижение.

Данный показатель на 38-е сутки у контрольной группы демонстрирует толщину крипт 114,45 мкм, в то время как в опытных группах (O1, O2, O3) наблюдается рост на 35,43, 87,84, 80,75% соответственно.

Толщина мышечной пластинки слизистой на 10-е, 20-е и 38-е сутки демонстрирует увеличение данного показателя от контрольной группы к опытным. Это может указывать на активацию мышечного компонента слизистой, способствующего улучшению моторной активности кишечника. Наибольшее значение демонстрирует O3, так на 10-е сутки на 20,00% выше контрольной

группы, на 20-е сутки на 33,36% выше контрольной группы и на 38-е на 43,63% соответственно.

Толщина слизистой оболочки на 10-е сутки в контрольной группе составляет 602,65 мкм, в то время как в опытных группах (О1, О2, О3) наблюдается рост данного показателя на 3,56, 10,53, 37,02% соответственно. Наибольший рост наблюдается в группе О3.

На 20-е сутки контрольная группа демонстрирует толщину слизистой 1005,66 мкм, в то время как в опытных группах наблюдается снижение.

Следует отметить, что на 38-е сутки тенденция к увеличению слизистой оболочки восстанавливается и контрольная группа демонстрирует толщину слизистой 848,63 мкм, в то время как в опытных группах (О1, О2, О3) наблюдается рост на 16,01, 57,22, 54,45% соответственно.

Толщина мышечной оболочки имеет тенденцию к увеличению данного показателя от контрольной группы к третьей опытной группе соответственно на 20-е и 38-е сутки. Следует отметить, что наиболее выраженные различия имеет показатель на 38-е сутки. Контрольная группа демонстрирует толщину мышечной оболочки 167,76 мкм, в то время как в опытных группах (О1, О2, О3) наблюдается рост на 2,76, 29,35, 32,12 % соответственно.

Изучение обзорных срезов показало, что сохранность ворсинок в 1 опытной группе была немного лучше, чем в контрольной группе, но несколько хуже по сравнению со 2 и 3 опытными группами. У бройлеров, получавших добавку отмечено лучшее развитие лимфоидной ткани. Также 2 и 3 опытные группы имели более развитую мышечную оболочку.

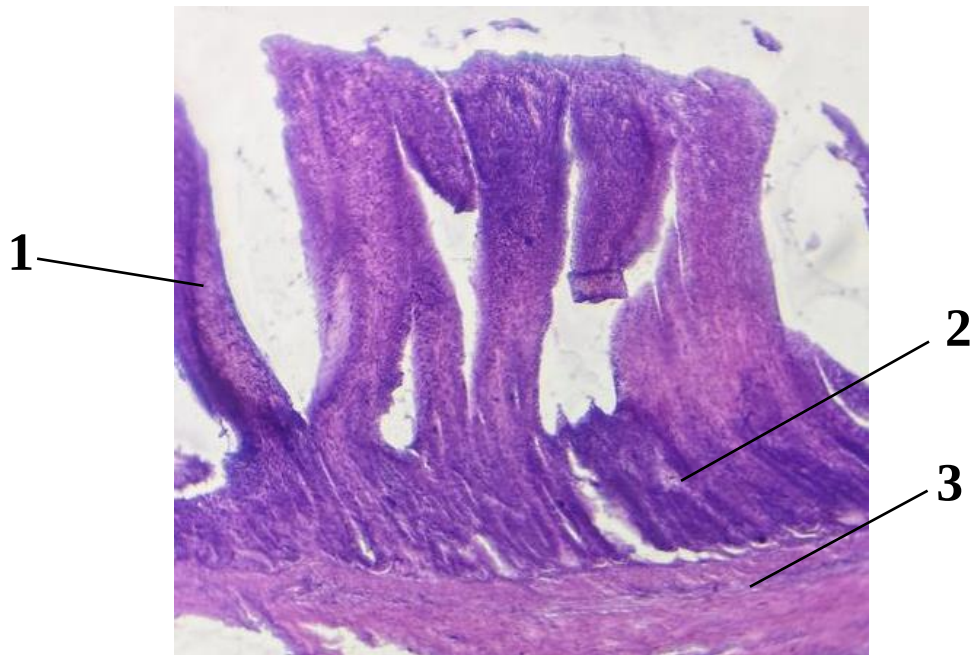


Рисунок 12 – Подвздошная кишка в контрольной группе на 38 сутки, окраска гематоксилин-эозином, ув. объектив х4, окуляр х10
1 – ворсинки, 2 – крипты, 3 – мышечная оболочка

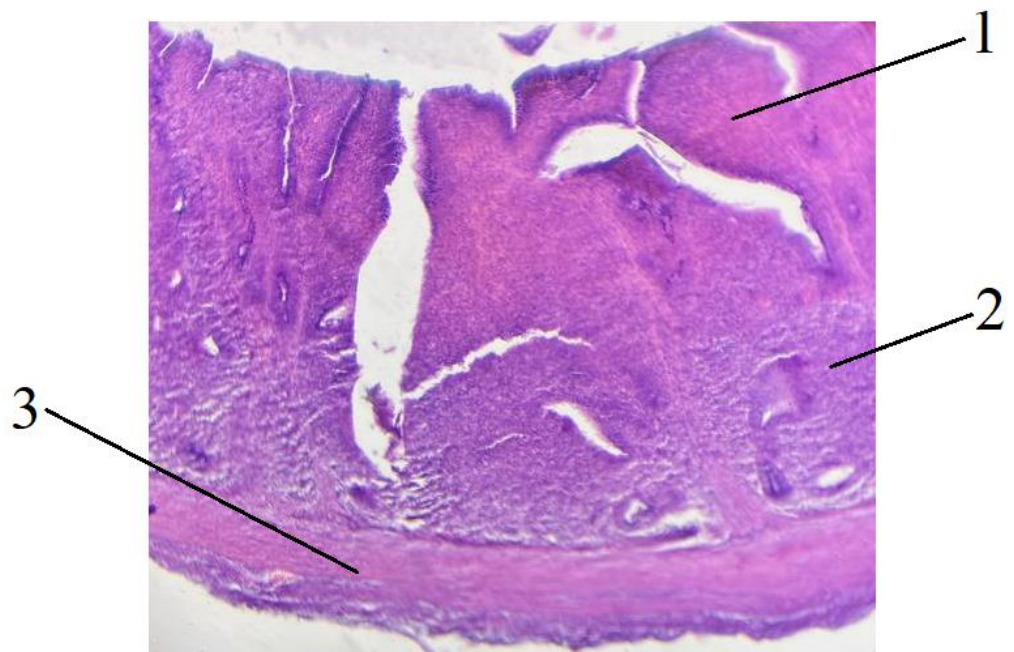


Рисунок 13 – Подвздошная кишки в 3 опытной группе на 38 сутки, окраска гематоксилин-эозином, ув. объектив х4, окуляр х10
1 – ворсинки, 2– лимфоидная ткань, 3 – мышечная оболочка

Таблица 18 - Соотношение толщины оболочек и слоев подвздошной кишки цыплят-бройлеров, (в % от стенки органа)

Группа	Толщина слоев и оболочек				
	ворсинки	крипты	мышечная пластинка слизистой	слизистая	мышечная
10 сутки					
К	58,95±0,76	14,21±0,30	3,22±0,10	76,39±0,69	23,61±0,69
O1	61,80±0,47**	14,63±0,43	3,37±0,13	79,79±0,45***	20,21±0,45***
O2	64,27 ±0,55*** aaa	15,50±0,35**	3,65±0,15*	83,42 ±0,36*** aaa	16,58 ±0,36*** aaa
O3	66,92 ±0,50*** aaa vvv	15,80 ±0,34*** a	3,33±0,13	86,05 ±0,35*** aaa vvv	13,95 ±0,35*** aaa vvv
20 сутки					
К	68,16±0,64	11,91±0,30	2,37±0,09	82,44±0,59	17,56±0,59
O1	66,25±0,72*	11,89±0,28	2,74±0,12*	80,88±0,54	19,12±0,54
O2	66,08±0,42**	10,68 ±0,24** aa	3,07±0,13***	79,83±0,34***	20,17±0,34***
O3	63,85 ±0,93*** a v	10,85 ±0,27** aa	3,83 ±0,17*** aaa vvv	78,53 ±0,76*** a	21,47 ±0,76*** a
38 сутки					
К	68,70±0,52	11,12±0,42	3,64±0,15	83,46±0,37	16,54±0,37
O1	68,25±0,44	13,49±0,29***	3,32±0,14	85,05±0,32**	14,95±0,32**
O2	68,84±0,28	13,86±0,22***	3,26±0,14	85,96±0,35***	14,04±0,15***
O3	68,18±0,76	13,49±0,40***	3,50±0,14	85,17±0,46**	14,83±0,46**

Высота ворсинок на 10-е сутки в контрольной группе (К) составляет 58,95%, что указывает на сбалансированное развитие кишечной стенки. В опытных группах (O1, O2, O3) наблюдается увеличение этого показателя. На 20-е сутки в контрольной группе высота ворсинок снижается до 68,16%, в то время как в опытных группах наблюдается снижение. На 38-е сутки контрольная группа демонстрирует высоту ворсинок 68,70%, в то время как в опытных группах наблюдается стабильность данного показателя.

Толщина слоя крипт на 10-е сутки в контрольной группе составляет 14,21%, в то время как в опытных группах наблюдается увеличение на 0,42, 1,29, 1,59%. Наиболее заметный рост наблюдается в группе O3, что указывает на активизацию регенеративных процессов в эпителии под воздействием хлористого калия. На 38-е сутки контрольная группа демонстрирует толщину крипт 11,12%, в то время как в опытных группах (O1, O2, O3) наблюдается рост на 2,37%, 2,74% и 2,37% соответственно. Это подтверждает, что хлористый калий способствует восстановлению и улучшению регенеративных процессов в кишечной стенке.

Толщина мышечной пластинки слизистой с 10-х по 20-е сутки имеет тенденцию к увеличению данного показателя и наибольший результат демонстрирует ОЗ к 20-м суткам выше контрольной группы на 1,46 %. На 38-е сутки контрольная группа демонстрирует толщину мышечной пластинки 3,64%, в то время как в опытных группах значительных различий не выявлено.

Толщина слизистой оболочки на 10-е сутки в контрольной группе составляет 76,39%, в то время как в опытных группах наблюдается рост на 3,40%, 7,03% и 9,66% соответственно. На 20-е и 38-е сутки значительных изменений между группами не выявлено.

Исследования подтвердили положительное влияние кормового хлористого калия на морфологию подвздошной кишки цыплят-бройлеров в группе ОЗ, обеспечивая оптимальное сочетание положительных эффектов на морфологию кишечника, что ведет к улучшению общего здоровья птицы и увеличению её продуктивных характеристик. Данные позволяют рекомендовать кормовой хлористого калия в дозировке от 0,6 до 1,5 кг/т комбикорма для регулярного использования в промышленном производстве.

3.5.4 Слепая кишка

В слепой кишке активно происходит переваривание углеводов с помощью бактерий, всасывание воды и электролитов, синтез некоторых витаминов и поддержание иммунной защиты.

Морфометрические показатели проксимального участка слепой кишки представлены в таблице 19.

Таблица 19 - Морфометрия проксимального участка слепой кишки цыплят-бройлеров, мкм

Группа	Толщина слоев и оболочек					
	ворсинки	крипты	мышечная пластинка слизистой	слизистая	мышечная	стенка в целом
10 сутки						
К	495,08±19,40	91,27±4,35	25,71±1,32	612,06±22,76	180,36±9,16	792,42±27,35
О1	533,11±12,33	96,77±3,46	27,24±1,24	657,12±14,35	181,37±5,71	838,49±17,66
О2	604,09± 11,12***ааа	110,97± 2,79***аа	28,68±1,32	743,75± 12,14***ааа	194,41±4,57	938,16± 14,33***ааа
ОЗ	888,61± 22,27***аааввв	131,25± 3,07***аааввв	31,00±1,49**	1050,86± 22,78***аааввв	212,95± 9,54*аа	1263,82± 23,88***аааввв

20 сутки						
К	1083,60±19,09	149,58±6,00	27,89±1,38	1261,06±21,29	213,68±5,87	1474,74±23,09
O1	966,26***± 16,66	149,79±3,59	29,26±1,27	1145,32 *** ±18,84	214,69±8,28	1360,01 *** ±24,12
O2	940,19***± 9,02	146,61±3,22	30,42±1,24	1117,21 *** ±9,21	214,98±3,93	1332,19 *** ±10,23
O3	889,19*** аа в ± 21,85	136,18 а в ±3,96	41,14 *** ааа ввв ±1,52	1066,51 *** аа в ±23,83	224,83±7,21	1291,34 *** ±26,37
38 сутки						
К	1220,94±28,98	142,26±5,90	42,88±1,85	1406,08±31,19	266,27±6,43	1672,34±33,92
O1	1227,60±20,13	152,98±3,26	43,46±1,42	1424,04±21,67	266,84±7,21	1690,88±24,06
O2	1229,05±20,11	168,92***ааа± 3,25	41,14±1,58	1439,11±20,52	262,21±5,98	1701,31±21,09
O3	1342,62*ав ±45,13	171,81***аа± 6,12	40,85±1,60	1555,29*ав± 48,85	264,82±8,66	1820,11*ав± 48,75

Высота ворсинок является важным показателем морфологического состояния слизистой оболочки кишечника, отражающим процессы всасывания и регенерации эпителия. На 10-е сутки в контрольной группе (К) высота ворсинок составляет 495,08 мкм, в то время как в опытных группах с введением хлористого калия (O1, O2, O3) наблюдается значительное увеличение этого показателя: в группе O1 — 533,11 мкм, в O2 — 604,09 мкм, а в O3 достигает 888,61 мкм. Это свидетельствует о положительном влиянии хлористого калия на развитие ворсинок, что может способствовать улучшению всасывающей способности кишечника. На 20-е сутки в контрольной группе (К) этот параметр достигает максимума (1083,60 мкм), тогда как в опытных группах с добавлением хлористого калия (O1, O2, O3) наблюдается его снижение на 10,8%, 13,2% и 17,9% соответственно. Снижение высот ворсинок на ранних этапах указывает на начальную адаптацию эпителиального слоя к измененному рациону. Однако к 38-м суткам показатели выравниваются, и в группе O3 фиксируется наибольшая высота ворсинок — 1342,62 мкм, что на 10% выше контроля. Это изменение свидетельствует о стимуляции регенерационных процессов под воздействием хлористого калия, что положительно сказывается на толщине слоя ворсинок в слепой кишке.

Крипты кишечника действуют как регенераторные ниши, где обновляются эпителиальные клетки. На 10-е сутки в контрольной группе их толщина составляет 91,27 мкм, в то время как в группе O3 наблюдается значительное увеличение до

131,25 мкм. Это указывает на активизацию процессов регенерации и обновления эпителия под воздействием хлористого калия, что может повысить функциональную активность кишечника. На 20-е сутки значительной разность между контрольной группой (149,58 мкм) и группами О1 и О2 не наблюдается, однако в группе О3 фиксируется небольшое снижение до 136,18 мкм. К 38-м суткам в группах О2 (168,92 мкм) и О3 наблюдается тенденция к увеличению толщины слоя, что указывает на рост интенсивности процессов клеточного обновления под воздействием хлористого калия. Это свидетельствует о комплексной адаптационной перестройке кишечной стенки и потенциальном улучшении её восстановительных способностей.

Структурная целостность и толщина мышечной пластинки слизистой влияют на двигательную активность кишечника и поддержание трофики слизистой. На 10-е сутки толщина мышечной пластинки составляет 25,71 мкм в контрольной группе и увеличивается до 31,00 мкм в группе О3. Это свидетельствует о том, что хлористый калий может оказывать стимулирующее воздействие на мышечный компонент слизистой, что в свою очередь может способствовать улучшению моторики кишечника. На 20-е сутки максимальное значение отмечается у цыплят в группе О3 (41,14 мкм), что на 47,5% превышает контрольный показатель, указывая на активацию мышечного компонента слизистой в ответ на введение хлористого калия. К 38-м суткам показатели стабилизируются, и значительных различий между группами не наблюдается, что связано с завершением процессов структурной адаптации и формированием устойчивого гомеостаза.

Толщина слизистой оболочки служит интегральным показателем морфологической адаптации кишечника к изменениям рациона. На 10-е сутки величина этого показателя в контрольной группе достигает 612,06 мкм, тогда как в группе О3 этот показатель увеличивается до 1050,86 мкм. Это свидетельствует о положительном морфогенетическом эффекте длительного применения хлористого калия и улучшении пищеварительных процессов в кишечнике. На 20-е сутки контрольная группа демонстрирует наивысший показатель (1261,06 мкм), в то время как в опытных группах он снижен на 9,2%, 11,4% и 15,4% соответственно,

что может быть связано с временным замедлением процессов дифференцировки эпителия из-за изменения условий кормления. Однако на 38-е сутки происходит значительное увеличение толщины слизистой в 3-й опытной группе (1555,29 мкм), что на 10,6% выше контрольного значения. Это указывает на положительный морфогенетический эффект длительного применения хлористого калия и улучшение пищеварительных процессов в кишечнике.

Мышечная оболочка отвечает за двигательные функции кишечника и существенно влияет на транспорт химуса. На протяжении всего эксперимента значения данного показателя остаются относительно стабильными между группами как на 20-е, так и на 38-е сутки, что обусловлено нейтральным воздействием хлористого калия на этот структурный компонент. Небольшая разность может быть связана с индивидуальными и возрастными изменениями.

Толщина стенки кишки служит конечным оценочным критерием морфометрических изменений органа. На 20-е сутки максимальный показатель наблюдается у цыплят контрольной группы (1474,74 мкм), в то время как в опытных группах фиксируется выраженное снижение значений. Однако к 38-м суткам группа ОЗ демонстрирует наивысший показатель (1820,11 мкм), что на 8,8% превышает контрольный уровень, что свидетельствует о восстановлении структурно-функциональных резервов кишечника.

В опытных группах у бройлеров отмечено несколько большее количество лимфоидной ткани в ворсинках, по сравнению с контрольной группой. Сохранность ворсинок во всех группах была высокой.

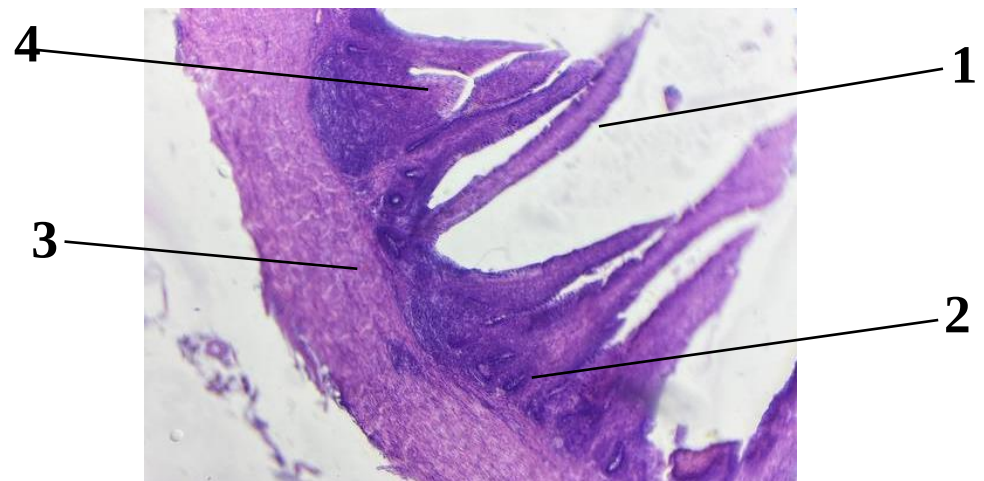


Рисунок 14 – Проксимальный участок слепой кишки в контрольной группе на 38 суток,

окраска гематоксилин-эозином, ув. объектив х4, окуляр х10

1 – ворсинки, 2 – крипты, 3 – мышечная оболочка, 4 – лимфоидная ткань

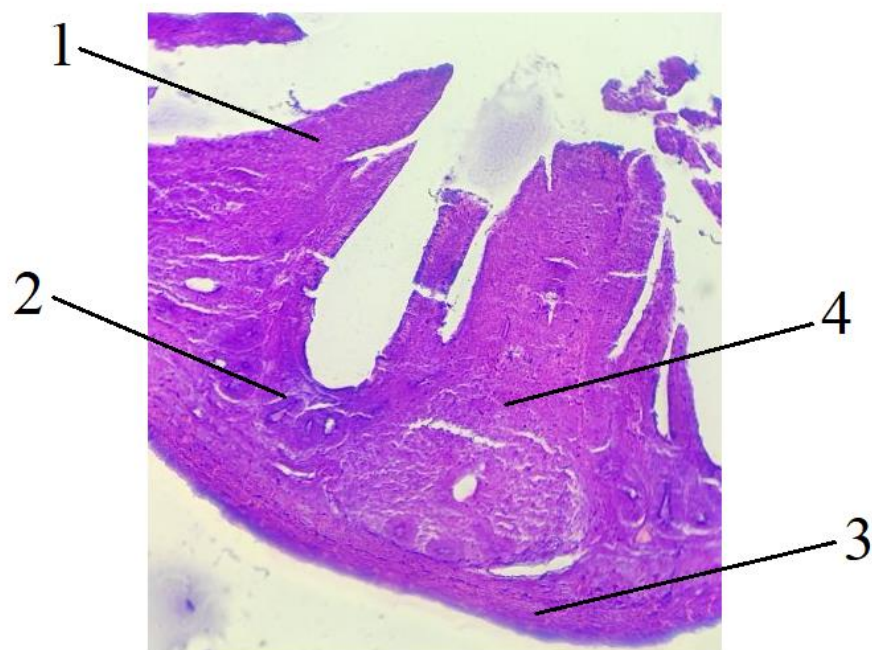


Рисунок 15 – Проксимальный участок слепой кишки в 3 опытной группе на 38 суток, окраска гематоксилин-эозином, ув. объектив х4, окуляр х10

1 – ворсинки, 2 – крипты, 3 – мышечная оболочка, 4 – лимфоидная ткань

Таблица 20 - Соотношение толщины оболочек и слоев проксимального участка слепой кишки цыплят-бройлеров, (в % от стенки органа)

Группа	Толщина слоев и оболочек				
	ворсинки	крипты	мышечная пластинка слизистой	слизистая	мышечная
10 суток					
К	62,29±0,87	11,42±0,39	3,36±0,14	77,07±0,78	22,93±0,78
O1	63,61±0,70	11,53±0,36	3,25±0,12	78,39±0,52	21,61±0,52
O2	64,30±0,52*	11,90±0,29	3,05±0,13	79,25±0,39*	20,75±0,39*
O3	69,99± 0,85***ааввв	10,51± 0,24*аввв	2,51± 0,13***ааввв	83,02± 0,69***ааввв	16,98± 0,69***ааввв
20 суток					
К	73,45±0,49	10,09±0,35	1,91±0,09	85,46±0,36	14,54±0,36
O1	71,21**±0,46	11,07*±0,22	2,17*±0,09	84,45±0,44	15,55±0,44
O2	70,56***±0,39	11,02*±0,23	2,29**±0,09	83,86*** ±0,26	16,14***±0,26
O3	68,53*** ааа вв ±0,59	10,97*±0,27	3,21*** ааа ввв ±0,11	82,41*** аа вв ±0,49	17,59*** аа вв ±0,49
38 суток					
К	72,74±0,54	8,55±0,28	2,61±0,12	83,90±0,36	16,10±0,36
O1	72,50±0,41	9,09±0,17	2,59±0,08	84,18±0,38	15,82±0,38
O2	72,02±0,46	10,05***аа ±0,24	2,41±0,09	84,48±0,36	15,52±0,36
O3	73,17±0,77	9,42*±0,31	2,35±0,11	84,94±0,55	15,06±0,55

В течение всего экспериментального периода наблюдаются выраженные изменения отдельных морфологических характеристик слепой кишки в группах, где бройлеры получали хлористый калий. В контрольной группе (К) толщина всех исследованных слоев (ворсинок, крипт, мышечной пластинки слизистой, а также собственно слизистой и мышечной оболочки) остаётся относительно стабильной, что свидетельствует о сбалансированном нормальном развитии кишечника. В опытных группах (O1, O2, O3), которым вводился в рацион кормовой хлористый калий в разных концентрациях, выявились характерные изменения, позволяющие проследить зависимость от уровня ввода и временного эффекта минеральной добавки.

На 10-е сутки в группе O2 наблюдается увеличение толщины слоя ворсинок до 64,30%, что на 2,01% выше, чем в контрольной группе. В группе O3 этот показатель достигает 69,99%, что свидетельствует о значительном улучшении структуры ворсинок. Однако толщина крипт в этой группе снижается до 10,51%, что указывает на изменение в динамике клеточного обновления.

На 20-е сутки в контрольной группе (К) высота ворсинок составляет 73,45%, в то время как в группах O1 и O2 наблюдается снижение этого показателя

до 71,21% и 70,56% соответственно. В группе ОЗ толщина слоя ворсинок продолжает снижаться до 68,53%, при этом толщина мышечной пластинки слизистой увеличивается до 3,21%.

На 38-е сутки в контрольной группе толщина слоя ворсинок составляет 72,74%, что свидетельствует о некоторой стабилизации. В группах О1 и О2 изменения по сравнению с контролем выражены менее значительно, что говорит о процессе адаптации кишечника. В группе ОЗ толщина слоя ворсинок увеличивается до 73,17%, что указывает на положительное влияние хлористого калия на развитие ворсинок, несмотря на снижение толщины крипт до 9,42%.

Утолщение мышечной пластинки слизистой, особенно в группах с максимальной дозировкой хлористого калия, может характеризовать усиление моторной активности или местную мышечную адаптацию, способствующую перемещению химуса по кишечнику. Стабильность структур слизистой и мышечной оболочки указывает на то, что изменения происходят преимущественно на более динамичных уровнях, оказывая влияние на эпителий и мышечную пластинку, в то время как более глубокие слои остаются менее затронутыми.

3.5.5 Прямая кишка

Прямая кишка выполняет в основном накопительную и эвакуаторную функцию, а активные процессы пищеварения в ней отсутствуют.

Таблица 21- Морфометрия прямой кишки бройлеров, мкм

Группа	Толщина слоев и оболочек					
	ворсинки	крипты	мышечная пластинка слизистой	слизистая	мышечная	стенка в целом
10 сутки						
К	354,19±7,72	84,39±3,15	23,18±0,71	461,76±10,47	146,68±9,71	608,44±18,20
О1	383,03±9,84 *	106,62±1,94***	24,05±0,78	513,70±9,92***	147,76±2,51	661,46±10,45*
О2	455,75 ±7,48*** ааа	139,36 ±3,85*** ааа	26,95 ±1,08** а	622,06 ±9,56*** ааа	149,50±3,45	771,56 ±8,35*** ааа
ОЗ	659,14 ±22,09*** ааа ввв	148,92 ±3,86*** ааа	31,58 ±1,39*** ааа вв	839,65 ±24,80*** ааа ввв	170,65 ±9,33 ^{ав}	1010,30 ±27,16*** ааа ввв

20 сутки						
К	590,57±29,0 0	128,45±6,90	35,73±2,20	754,76±32,84	306,15±15,49	1060,91±45,21
O1	625,82±10,9 9	128,64±3,08	36,22±1,33	790,68±10,76	301,32±10,39	1092,01±12,26
O2	655,96 ±9,42* ^a	137,04 ±2,76 ^a	37,96±1,89	830,96 ±10,04* ^{aa}	327,98 ±8,59 ^a	1158,93 ±14,29* ^{aaa}
O3	678,55 ±17,98* ^a	138,78±4,14	45,49 ±1,76*** aaa вв	862,83** aa ±19,29	345,07 ^{aa} ±12,76	1207,89 ±25,96** aaa
38 сутки						
К	539,77±14,8 3	205,13±11,63	44,33±1,91	789,23±20,38	296,11±8,08	1085,34±24,36
O1	529,92±13,0 9	201,94±4,88	45,49±1,38	777,36±13,06	294,95±8,60	1072,30± 15,50
O2	522,10±8,82	173,84 ±3,89* ^{aaa}	48,10±2,34	744,04 ±9,71* ^a	303,93±7,32	1047,97±10,82
O3	523,84±11,7 5	169,20 ±7,09** ^{aaa}	56,79 ±2,57*** aaa в	749,83±15,38	433,44 ±7,99*** aaa вvv	1183,27 ±19,78** ^{aaa вvv}

Высота ворсинок является важным показателем морфологического состояния слизистой оболочки кишечника, отражающим процессы всасывания и регенерации эпителия. На 10-е сутки контрольная группа (К) демонстрирует высоту ворсинок 354,19 мкм, в то время как в опытных группах с введением хлористого калия (O1, O2, O3) наблюдается значительное увеличение этого показателя 8,14%, 28,67% и 86,10% соответственно. На 20-е сутки высота ворсинок в контрольной группе достигает 590,57 мкм, в то время как в группах O1, O2 и O3 этот показатель выше на 5,97%, 11,07% и 14, 89% соответственно, что указывает на положительное влияние хлористого калия на развитие ворсинок. К 38-м суткам высота ворсинок в контрольной группе достигает 539,77 мкм в опытных группах (O1, O2, O3) значительной разности не наблюдается.

Крипты кишечника, выполняющие роль регенераторных ниш, показывают, что на 10-е сутки у контрольной группы значение 84,39 мкм, в то время как в опытных группах O1, O2 и O3 это значение выше на 26,34%, 65,14% и 76,46% соответственно. На 20-е сутки в контрольной группе крипты достигают 128,45 мкм, а в опытных группах (O1, O2, O3) наблюдается тенденция к увеличению показателя в группе O3 на 8,04% по сравнению контрольной группы.

Толщина мышечной пластинки слизистой на 10-е сутки в контрольной группе составляет 23,18 мкм, в то время как в группах O1, O2 и O3 наблюдается

увеличение на 3,75%, 16,26% и 36,23% соответственно. На 20-е сутки максимальное значение отмечается у группы ОЗ (45,49 мкм), что превышает контрольную группу на 27,31%. К 38-м суткам значительных отличий между группами не наблюдается, что может свидетельствовать о завершении процессов структурной адаптации.

Толщина слизистой оболочки служит интегральным показателем морфологической адаптации кишечника. На 10-е сутки контрольная группа демонстрирует 461,76 мкм, в то время как в опытных группах наблюдается увеличение этого показателя на 11,25%, 34,72% и 81,84% соответственно. На 20-е сутки контрольная группа показывает 754,76 мкм, а в опытных группах (О1, О2, ОЗ) значения данного показателя превышают контроль на 4,76%, 10,09% и 14,32% соответственно.

Толщина мышечной стенки кишечника на 10-е сутки составляет 146,68 мкм в контрольной группе, а в опытных группах (О1, О2, ОЗ) наблюдается увеличение показателя на 0,73%, 1,92% и 16,34% соответственно. На 20-е сутки показатели контрольной группы составляет 306,15 мкм, а в опытных группах (О2, ОЗ) выше на 7,13% и 12,71% соответственно. На 38-е сутки группа ОЗ демонстрирует наибольшую толщину стенки (433,44 мкм), что указывает на восстановление структурно-функциональных резервов кишечника под воздействием кормового хлористого калия.

На срезах прямой кишки у всех опытных групп видна немного более высокая степень сохранности ворсинок. Разницы между группами по количеству лимфоидной ткани нет. Также заметно лучшее развитие мышечной оболочки в 3 опытной группе.

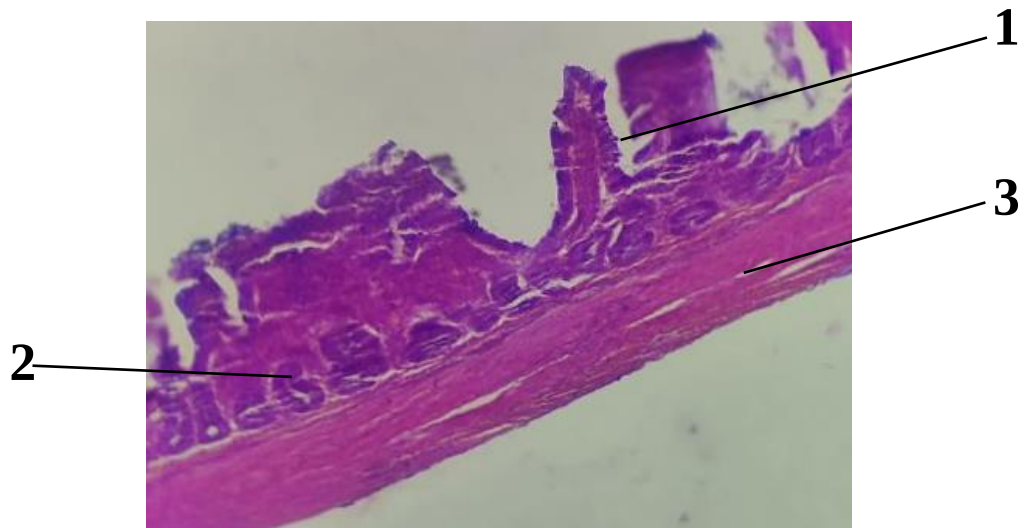


Рисунок 16 – Прямая кишка в контрольной группе на 38 сутки, окраска гематоксилин-эозином, ув. объектив х4, окуляр х10
1 – ворсинки, 2 – крипты, 3 – мышечная оболочка

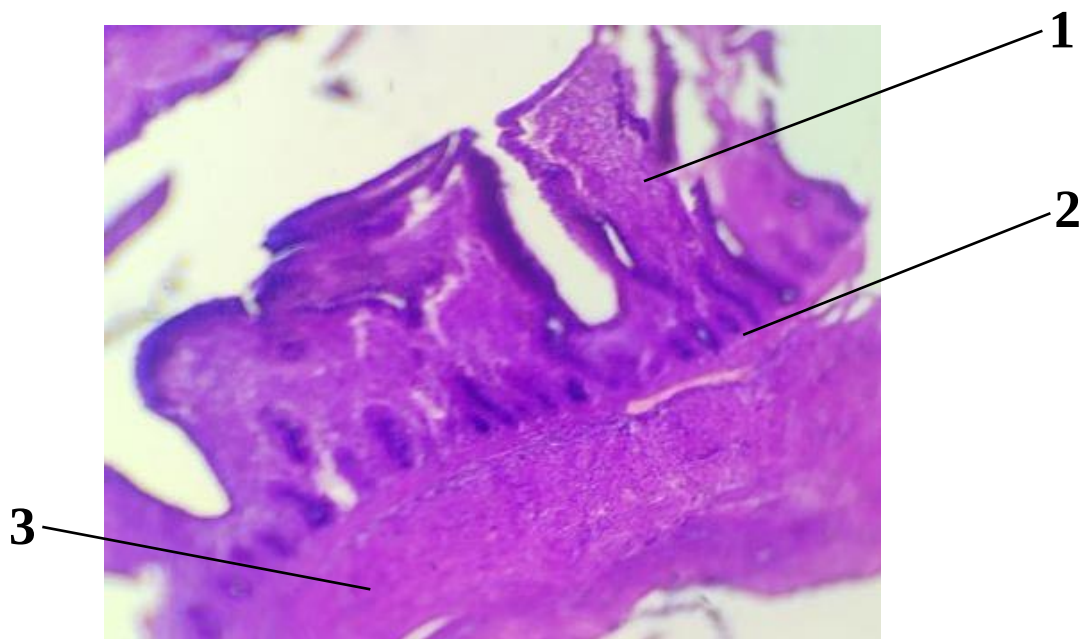


Рисунок 17 – Прямая кишка в 3 опытной группе на 38 сутки, окраска гематоксилин-эозином, ув. объектив х4, окуляр х10
1 – ворсинки, 2 – крипты, 3 – мышечная оболочка

Таблица 22 - Соотношение толщины оболочек и слоев прямой кишки цыплят-бройлеров, (в % от стенки органа)

Группа	Толщина слоев и оболочек				
	ворсинки	крипты	мышечная пластинка слизистой	слизистая	мышечная
10 сутки					
К	59,31±0,86	13,80±0,25	3,93±0,11	77,04±0,90	22,96±0,90
O1	57,35±0,65	16,39±0,38***	3,68±0,12	77,41±0,41	22,59±0,41
O2	58,84±0,44	18,02 ±0,45*** aa	3,58±0,14	80,38 ±0,54** aaa	19,62 ±0,54** aaa
O3	64,87 ±0,87*** aaa ввв	14,96 ±0,29** aa ввв	3,18 ±0,13*** aa в	83,00 ±0,74*** aaa вв	16,99 ±0,74*** aaa вв
20 сутки					
К	55,17±1,14	12,23±0,44	3,66±0,29	71,05±0,77	28,95±0,77
O1	57,49±0,90	11,79±0,26	3,32±0,12	72,61±0,81	27,39±0,81
O2	56,63±0,50	11,88±0,24	3,35±0,19	71,86±0,53	28,14±0,53
O3	56,01±1,08	11,71±0,35	3,82 ±0,15 ав	71,54±0,90	28,46±0,90
38 сутки					
К	49,76±0,80	18,55±0,77	4,15±0,17	72,46±0,57	27,54±0,57
O1	49,24±0,84	19,03±0,49	4,29±0,13	72,56±0,67	27,44±0,70
O2	49,78±0,63	16,69 ±0,40*aaa	4,56±0,21	71,03±0,63	28,97±0,63
O3	44,16 ±0,77*** aaa ввв	14,21 ±0,46*** aaa ввв	4,74 ±0,16*a	63,11 ±0,62*** aaa ввв	36,89 ±0,62*** aaa ввв

На основании данных, представленных в таблице 22, отражающих морфометрические параметры различных оболочек и слоев прямой кишки у бройлеров, можно установить влияние кормового хлористого калия на строение кишечной стенки прямой кишки.

В течение эксперимента наблюдаются выраженные изменения в соотношении толщины отдельных морфологических характеристик прямой кишки в группах, где бройлеры получали хлористый калий. В контрольной группе (К) толщина всех исследованных слоев (ворсинок, крипт, мышечной пластинки слизистой, слизистой и мышечной оболочки) остаётся относительно стабильной, что свидетельствует о нормальном развитии кишечника. В опытных группах (O1, O2, O3), которым вводился хлористый калий в различных концентрациях, выявляются характерные изменения, позволяющие проследить зависимость от уровня ввода и временного эффекта добавки.

На 10-е сутки в контрольной группе ворсинки составляют 59,31% от общей толщины стенки, в то время как в группе O3 этот показатель значительно

увеличивается до 64,87%, что указывает на активизацию процессов роста ворсинок под воздействием хлористого калия.

На 20-е сутки в группе ОЗ значение остаётся на уровне 56,01%, что говорит о сохранении структуры ворсинок. Крипты в контрольной группе составляют 12,23%, что также отражает стабильность состояния кишечника.

Изменения в толщине слоя ворсинок и крипт являются ключевыми маркерами кишечной адаптации к воздействиям кормовой добавки. Снижение толщины слоя ворсинок на ранних стадиях может указывать на быструю реакцию организма на изменение рациона, направленную на оптимизацию всасывающей поверхности. Увеличение толщины крипт может свидетельствовать о стимуляции процессов регенерации эпителия, что поддерживает функцию кишечника при изменённой структуре ворсинок.

Полученные данные ясно демонстрируют, что кормовой хлористый калий оказывает комплексное благотворное влияние на морфологию цыплят-бройлеров, улучшая всасывающие и защитные функции кишечника. Исследование подтверждает, что оптимальный уровень внесения хлористого калия (группа ОЗ) способствует формированию крепких структурных элементов и повышает жизнеспособность птицы. Таким образом, кормовой хлористый калий целесообразно включать в рационы цыплят-бройлеров для улучшения продуктивности и здоровья молодняка.

3.6 Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров

Кровь служит ключевым индикатором интенсивности и направленности метаболических процессов в организме животных. Обладая относительным постоянством состава, она представляет собой высокомолекулярную внутреннюю среду, тонко реагирующую на изменения физиологического статуса организма. У сельскохозяйственных животных вариабельность морфологического и биохимического состава крови имеет определенные границы, которые принято считать физиологической нормой. Любое отклонение от физиологических границ свидетельствует о нарушениях в работе организма.

В рамках данного исследования с целью объективной оценки влияния кормового хлористого калия на физиологическое состояние цыплят-бройлеров был проведен комплексный анализ биохимического профиля их крови. В ходе работы определяли концентрации метаболитов и нутриентов: общего белка и его фракций (альбуминов и глобулинов), мочевины, а также макроэлементов – кальция и фосфора. Усредненные данные по динамике биохимических показателей крови представлены в таблице 23, 24, 25, 26 в соответствии с возрастом.

Таблица 23 – Биохимические показатели сыворотки крови цыплят-бройлеров на 20-сутки исследования (n=5)

Показатель в единицы измерения	Норма	Группа			
		контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Общий белок, г/л	27-35	27,02±4,20	27,56±4,30	27,68±4,57	27,84±4,37
Альбумин, г/л	10-18	11,20±1,89	11,27±1,75	11,15±1,91	11,46±1,56
Глобулин, г/л	12-25	15,56±2,73	16,13±2,63	15,96±2,76	16,64±2,52
Мочевина, ммоль/л	0,3-0,7	0,78±0,25	0,76±0,24	0,73±0,26	0,72±0,22
Щелочная фосфатаза, Ед/л	800-2500	2643,40±164,34	2362,40±136,24	2610,40±161,01	2081,00±108,10

Результаты исследования отобранных проб показали, что биохимические показатели в сыворотке крови животных контрольной и опытной групп соответствуют норме. Уровень общего белка к 20 суткам постепенно увеличивается от контрольной группы к 3 опытной группе на 1,99%, 2,44% и 3,03%, это свидетельствует о положительном белковом обмене. Следует отметить, что в 3 опытной группе уровень глобулина увеличивается на 6,94% по сравнению с контрольной группой, что указывает на повышение иммунного ответа. Уровень мочевины снижается в опытных группах (О1, О2, О3) на 2,56%, 6,41% и 7,69% по сравнению с контролем, что свидетельствует о более эффективном метаболизме белков. Уровень щелочной фосфатазы значительно колебался, но в 3 опытной группе наблюдается наименьшее значение. Это может указывать на снижение активности ферментов, связанной с метаболизмом костной ткани или печени.

Таблица 24 – Биохимические показатели сыворотки крови цыплят-бройлеров в 38 сут. (n=5)

Показатель, единицы измерения	Норма	Группа			
		контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Общий белок, г/л	35-48	33,78±1,15	34,65±1,56	34,98±1,37	36,54±1,84
Альбумин, г/л	13-20	12,74±0,90	12,96±0,96	13,36±1,11	13,66±1,01
Глобулин, г/л	20-30	21,04±0,57	22,15±1,28	22,76±1,01	24,88±1,08*
Мочевина, ммоль/л	0,25-0,60	0,28±0,04	0,26±0,13	0,27±0,15	0,32±0,06
Щелочная фосфатаза, Ед/л	500-1800	1506,80±89,95	1715,83±106,89	1639,96±94,02	1836,80±101,05*

Уровень общего белка увеличивается от контрольной к опытным группам на 2,58%, 3,55% и 8,17% соответственно. Наибольшее значение наблюдается в 3 опытной группе, что указывает на ускорение белкового обмена. Уровень альбумина в 3 опытной группе на 7,22 % выше уровня контрольной группы, что свидетельствует о лучшем состоянии здоровья цыплят и более эффективном усвоении питательных веществ. Уровень глобулина также увеличивается в опытных группах, особенно заметное увеличение в 3 опытной группе на 18,25%. Это может указывать на улучшение иммунного статуса и защитных функций организма. Уровень мочевины в 3 опытной группе значительно выше, чем в контрольной, это свидетельствует об увеличении метаболической активности. Уровень щелочной фосфатазы также возрастает в опытных группах, что демонстрирует повышение обмена веществ или костной минерализации.

Таблица 25 – Электролитный состав сыворотки крови цыплят-бройлеров на 20-сутки исследования (n=5)

Показатель, единицы измерения	Норма	Группа			
		контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Кальций, ммоль/л	2-3,5	2,74±0,17	2,69±0,16	2,73±0,19	2,76±0,12
Магний, ммоль/л	0,8-1,4	1,08±0,11	1,04±0,12	1,06±0,09	1,13±0,11
Фосфор, ммоль/л	2-4	2,42±0,24	2,57±0,14	2,53±0,22	2,62±0,06

Окончание таблицы 25

Калий, ммоль/л	3,8-6,0	5,33±0,89	5,93±0,87	6,34±0,74	6,94±0,84
Натрий, ммоль/л	145-160	149,60±3,13	148,64±2,11	149,11±1,92	148,40±1,67
Хлор, ммоль/л	110-125	110,00±5,29	111,40±4,26	110,01±3,92	109,60±3,58

Исследования показывают, что опытные группы имеют тенденцию к увеличению уровней фосфора и калия. Так максимальное содержание этих макроэлементов установлено в сыворотке крови цыплят 3 опытной группы, что указывает на улучшение обмена веществ. Остальные показатели (кальций, магний, натрий, хлор) остаются стабильными и не показывают значительной разности между группами.

Таблица 26 – Электролитный состав сыворотки крови цыплят-бройлеров на 38-сутки исследования (n=5)

Показатель, единицы измерения	Норма	Группа			
		контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Кальций, ммоль/л	2-5	2,75±0,10	2,74±0,09	2,74±0,11	2,73±0,08
Магний, ммоль/л	0,7-1,3	0,95±0,06	0,95±0,05	0,94±0,07	0,93±0,04
Фосфор, ммоль/л	2-5	2,19±0,18	2,18±0,16	2,28±0,14	2,35±0,17
Калий, ммоль/л	4,5-7	5,83±0,17	5,73±1,28	6,02±0,67	6,29±0,19
Натрий, ммоль/л	140-155	151,40±3,05	153,14±3,75	152,98±2,89	154,20±2,28
Хлор, ммоль/л	105-120	111,20±2,17	111,86±3,01	112,53±3,71	113,40±3,36

Результаты исследования показывают, что птица 3 опытной группы имеет тенденцию к улучшению обмена веществ, что выражается в повышении уровней фосфора и калия. Остальные показатели (кальций, магний, натрий, хлор) остаются стабильными и не демонстрируют значительных изменений.

3.7 Производственная апробация результатов исследования

С целью подтверждения или опровержения результатов научно-хозяйственного эксперимента была проведена производственная проверка полученных данных.

В условиях АО «Птицефабрика «Рефтинская» Свердловской области были отобраны две группы цыплят-бройлеров кросса Росс-308. Продолжительность

производственной проверки составила 38 сут. На протяжении всего срока выращивания цыплят-бройлеров условия содержания, плотность посадки, сроки кормления и поения, параметры микроклимата во всех группах были одинаковыми.

Результаты производственной проверки по применению кормового хлористого калия в кормлении цыплят-бройлеров кросса Росс-308 представлены в таблице 27.

Таблица 27 - Результаты производственной проверки оптимального кормового хлористого калия в комбикормах цыплят-бройлеров

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Количество голов (n)	242000	242000
Средняя живая масса в 38 сут., г	2295	2410
Среднесуточный прирост, г	59,18	62,21
Сохранность поголовья, %	97,2	97,6
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	1,51	1,48
Индекс продуктивности, ед.	389	418

Производственная апробация показала, что использование кормового хлористого калия в кормлении цыплят-бройлеров в количестве в комбикорме ПК-5-1 - 0,6 кг/т, в ПК-5-2 – 0,9 кг/т, в ПК-6-1 – 1,2 кг/т, в ПК-6-2 – 1,5 кг/т приводит к увеличению живой массы птицы на 5,0 %, при этом среднесуточный прирост оказался выше на 5,1 %; снижаются затраты корма на 1 кг прироста на 1,99 %.

Расчет индекса продуктивности, который включает в себя живую массу птицы, сохранность поголовья, затраты корма и срок выращивания бройлеров показал, что по этим показателям лучшей оказалась опытная группа, в комбикорм которой включали кормовой хлористый калий (в комбикорм ПК-5-1 - 0,6 кг/т, в ПК-5-2 – 0,9 кг/т, в ПК-6-1 – 1,2 кг/т, в ПК-6-2 – 1,5 кг/т).

3.8 Экономическая эффективность использования кормового хлористого калия в кормлении цыплят бройлеров

Важным показателем эффективности использования кормовых добавок при выращивании цыплят-бройлеров являются затраты корма на единицу произведенной продукции. В ходе производственной проверки были получены данные для расчета экономической эффективности, отраженные в таблице 28. При этом учитывали поголовье цыплят бройлеров, массу потрошенной тушки и затраты комбикорма за период выращивания.

Таблица 28 – Экономическая эффективность использования кормового хлористого калия

Показатель	Группа	
	контрольная	1 опытная
Поголовье цыплят-бройлеров на начало опыта, гол.	242 000	242 000
Сохранность птицы, %	97,2	97,6
Поголовье цыплят-бройлеров на конец опыта, гол.	235 224	236 192
Живая масса к убою в 38 дней, г	2 295	2 410
Среднесуточный прирост, г	59,18	62,21
Масса потрошенной тушки, г	1 585,3	1 776,2
Убойный выход, %	69,1	73,7
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	1,51	1,48
Затраты комбикорма за весь период выращивания цыплят-бройлеров, на одну голову, г	3 404	3 485
Затраты комбикорма за весь период выращивания цыплят-бройлеров, в группе, кг	823 768	843 370
Расчет экономической эффективности		
Цена 1 кг комбикорма, руб.	34	
Затраты на комбикорма, всего, руб.	28 008 112	28 674 580
Цена 1 кг кормового хлористого калия, руб.	84	

Затраты на кормовой хлористый калий, всего, руб.	-	74385
Затраты на комбикорм + кормовой хлористый калий, всего, руб.	28 008 112	28 748 965
Цена 1 кг мяса цыплят-бройлеров, руб.	176	
Выручка от реализации мяса цыплят-бройлеров, руб.	65 630 507	73 836 265
Прибыль от реализации мяса цыплят-бройлеров, руб.	37 622 395	45 087 300
Рентабельность, %	134,3	156,8
Результаты экономической эффективности от применения кормового хлористого калия, руб. %		7 464 905 19,8

Проведенная экономическая оценка результатов опыта показала, что кормовой хлористый калий способствовал увеличению живой массы на 5,01%, а среднесуточного прироста на 6,7% по сравнению с контрольной группой.

Масса потрошенной тушки в опытной группе составила 1776,2 г, что на 12,04% выше данного показателя в контрольной группе. Также следует отметить значительное увеличение убойного выхода на 4,6%.

Затраты корма на 1 кг прироста живой массы в опытной группе уменьшился на 1,99% по сравнению с контрольной группой.

Проведенный анализ данных показал, что использование кормового хлористого калия обеспечивает существенное повышение экономической эффективности производства мяса цыплят-бройлеров. В результате применения добавки получена дополнительная прибыль в размере 7 464 905 рублей, что увеличивает уровень рентабельности на 22,5%.

Использование кормового хлористого калия в рационе цыплят-бройлеров повышает продуктивность и улучшает экономические показатели производства мяса птицы. Применение добавки в составе комбикорма в количестве: ПК-5-1 (с 0 до 11 сут.) - 600 г/т, ПК-5-2 (с 12 до 24 сут.) - 900 г/т, ПК-6-1 (с 25 до 30 сут.) - 1200 г/т, ПК-6-2 (с 30 сут. до убоя) – 1500 г/т, позволяет увеличить живую массу,

повысить сохранность поголовья стада и добиться большего убойного выхода, что непосредственно отражается на увеличении валовой продукции и доходности предприятия.

4 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Цель данной работы заключалась в определении целесообразной нормы ввода и эффективности использования кормового хлористого калия в кормлении цыплят-бройлеров.

Кормовая добавка «Хлористый калий» отечественного производства ПАО «Уралкалий» предназначена для производства премиксов, кормов и комбикормов для цыплят-бройлеров, кур-несушек и домашних животных с целью восполнения в рационах дефицита калия.

Калий играет ключевую роль в функционировании живых клеток. Он активно участвует в регуляции осмотического давления внутри организма и влияет на многочисленные биохимические процессы, включая возбуждение нервных и мышечных волокон. Калий поддерживает нормальную работу сердца, стимулирует активность определенных ферментов, участвующих в синтезе белков. Эритроциты крови содержат ионы калия, необходимые для переноса кислорода молекулами гемоглобина.

Любые изменения физиологического характера в организме отражаются на морфологии и биохимии крови. Она служит индикатором внутреннего гомеостаза, обеспечивающим стабильность внутренних условий. Через кровь осуществляется гуморальная регуляция функций организма, поддержание активного метаболизма веществ и энергии, а также контроль иммунной защиты клеток, органов и тканей птицы.

Для определения переваримости питательных веществ был проведен балансовый опыт на 34-дневных бройлерах. Из каждой группы отобрали по 20 птиц и разместили в клетки с поддонами для сбора помета. Результаты показали, что переваримость сухого вещества в контрольной группе составила 71,78%, в первой опытной — 70,12, во второй — 72,35%. Наивысший коэффициент переваримости (75,06%) был в третьей опытной группе, получавшей наибольший уровень хлористого калия.

У бройлеров третьей опытной группы наблюдалась высокая переваримость протеина, превышающая контрольную группу на 1,6%. Переваримость клетчатки в первой опытной группе была ниже на 0,24%, тогда как в третьей группе она составила 19,94%, что на 1,35% выше контроля.

Также результаты эксперимента показали положительное влияние кормового хлористого калия на рост и развитие цыплят-бройлеров. Так в 21, 28, 35 и 38-суточном возрасте цыплята-бройлеры третьей опытной группы превышали контрольную группу по живой массе на 1,5%, 1,8, 4,0 и 4,0% соответственно. Среднесуточные приросты живой массы были выше у подопытных цыплят, получавших хлористый калий, особенно в период с 29 по 35 суток, где приросты составили 1,0% в первой группе, 3,2% во второй и 9,3% в третьей.

У цыплят-бройлеров третьей опытной группы, получавших наибольшее количество кормового хлористого калия, среднесуточный прирост составил 59,5 г, что на 4,0% больше, чем в контрольной группе. Сохранность поголовья во второй и третьей группах была выше контрольной на 0,3% и 0,8% соответственно, с максимальной сохранностью 97,62% в третьей группе.

Затраты корма на единицу продукции были ниже в опытных группах на 0,65%, 1,95 и 3,25% по сравнению с контрольной группой. Индекс продуктивности в опытных группах превысил контрольный на 3,8, 13,6 и 30,5 пунктов, что свидетельствует о значительном улучшении сбалансированности рационов кормления.

Следует отметить, что Горлов И.Ф. и соавторы установили, что частичная замена хлористого натрия хлористым калием в комбикормах для цыплят-бройлеров не оказывает негативного влияния на их рост и развитие. Сезонность применения добавки имеет существенное значение: в зимний период масса птиц опытных групп имела тенденцию к снижению данного показателя относительно контроля, однако разность была статистически недостоверной. В то же время в летний жаркий период цыплята опытных групп достоверно превосходили контроль по живой массе — на 83,5 г ($p < 0,01$) и 97,5 г ($p < 0,01$) соответственно, при одновременном сокращении затрат корма на 1 кг прироста на 0,05 и 0,07 кг. По

мнению авторов, кормовую добавку хлористого калия целесообразно использовать в количестве до 0,3% от массы комбикорма: в зимний период — по необходимости, а в летний — в качестве эффективной меры для снижения отрицательных последствий теплового стресса.

Абд Эль-Азиз А.Х. с соавторами в своих исследованиях сформировали пять групп по 15 гол., эксперимент проводили в течение 42 дней. Конечная живая масса тела и абсолютный прирост увеличились ($p < 0,001$) по сравнению с контрольной группой, в то время как потребление корма уменьшалось, а коэффициент конверсии корма улучшался. Выход туши, включая грудку, бедро, филе значительно увеличился ($p < 0,05$) по сравнению с контрольной группой.

В наших исследованиях результаты убоя показали, что масса потрошеной тушки цыплят-бройлеров из опытных групп статистически достоверно превышает контрольную группу на 6,62%, 7,95 и 10,91% соответственно. Убойный выход в 3 опытной группе составляет 73,7%, что на 4% выше контроля. Включение кормового хлористого калия в рацион способствовало значительному улучшению качественных показателей грудной части птицы. Так, опытные группы превышают массу грудки по сравнению с контрольной группой на 5,5%, 9,8 и 13,5% соответственно. Общая масса бедра значительно увеличилась в опытных группах по сравнению с контрольной группой на 3,9%, 6,8 и 8,9% соответственно.

Анализ химического состава грудной мышцы цыплят-бройлеров в опытных группах не показал статистически значимой разности с контрольной группой, однако наблюдаются положительные тенденции от использования кормового хлористого калия. В группе ОЗ содержание влаги в грудной мышце на 0,46% ниже, а белка на 0,52% выше, чем в контроле. Уровень жира в ОЗ превышает контроль на 0,13%, а содержание золы выше на 0,06%. Также химический состав бедренных мышц показал лучшие результаты в третьей опытной группе, так, содержание влаги на 0,44% ниже, белка на 0,37% выше, жира на 0,46% выше, золы на 0,14% выше по сравнению с контролем.

Исследование динамики микроструктурной организации железистого желудка у цыплят в период с 1-х по 40-е сутки, проведенное Курмашевой С.С. с

соавторами, выявило, что гистологическая структура железистого отдела желудка у бройлеров кросса Росс-308 характеризуется равномерным увеличением толщины мышечной пластинки в 1,71 раза на протяжении всего исследуемого периода. Анализ развития слизистой и подслизистой оболочек железистого желудка позволил установить периоды замедления роста слоев органа, приходящиеся на возраст 6-7, 13-14 и 27-28 суток. Полученные данные позволяют оптимизировать схемы кормления цыплят, в частности, осуществить переход с престартерного рациона на стартерный уже на 7-й день жизни, что может способствовать повышению экономической эффективности производства мяса бройлеров.

В наших исследованиях результаты гистологического анализа полученных данных в ходе эксперимента указывают на то, что в опытных группах в течение скормливания хлористого калия происходили изменения в структуре и функциональной активности различных отделов кишечника, что могут свидетельствовать об усилении процессов клеточного обновления и секреции.

Для оценки влияния кормового хлористого калия на состояние животных был проведен анализ биохимических показателей крови, включая определение содержания общего белка, глобулинов, альбуминов, мочевины, кальция и фосфора. Результаты показали, что биохимические показатели в сыворотке крови как контрольной, так и опытной групп соответствуют норме. К 20 суткам уровень общего белка увеличивается от контрольной группы к третьей опытной группе на 2,56%, 6,41 и 7,69%, что свидетельствует о положительном белковом обмене. В третьей группе отмечается рост уровня глобулинов, указывающий на повышение иммунного ответа, и снижение уровня мочевины, что свидетельствует о более эффективном белковом метаболизме. Уровень щелочной фосфатазы колебался, но в третьей группе был наименьшим, что может указывать на снижение активности ферментов, связанных с метаболизмом костной ткани или печени.

Уровень альбумина в третьей группе на 7,22% выше контрольного, что свидетельствует о лучшем усвоении питательных веществ и состоянии здоровья цыплят. Уровни фосфора и калия также увеличиваются, достигая максимальных значений в третьей группе, что указывает на улучшение обмена веществ.

Остальные показатели, такие как кальций, магний, натрий и хлор, остаются стабильными и не показывают значительной разности между группами.

Для подтверждения результатов научно-хозяйственного эксперимента была проведена производственная проверка в АО «Птицефабрика «Рефтинская» Свердловской области. Отобраны две группы цыплят-бройлеров кросса Росс-308, продолжительность проверки 38 суток. Условия содержания, плотность посадки, сроки кормления и параметры микроклимата были одинаковыми для всех групп.

Результаты показали, что добавление кормового хлористого калия в комбикорм (0,6-1,5 кг/т) увеличивает живую массу птицы на 5,0% и среднесуточный прирост на 5,1%, при этом затраты корма на 1 кг прироста снижаются на 1,99%. Индекс продуктивности, учитывающий живую массу, сохранность поголовья и затраты корма, показал лучшие результаты в опытной группе, где птица получала хлористый калий.

В своей работе Попула И.О. и соавторы отмечают, что использование кормового хлористого калия для поддержания электролитного баланса уменьшает затраты корма на 1 кг прироста живой массы, что увеличивает экономическую эффективность производства мяса птицы, что демонстрирует перспективность использования в промышленном птицеводстве.

Эффективность кормовых добавок при выращивании цыплят-бройлеров определяется затратами корма на единицу продукции. В ходе производственной проверки были получены данные для расчета этого показателя, включая поголовье, массу потрошёной тушки и затраты комбикорма. Результаты показали, что добавление кормового хлористого калия увеличивает живую массу на 5,01% и среднесуточный прирост на 6,7% по сравнению с контрольной группой. Масса потрошённой тушки в опытной группе составила 1776,2 г, что на 12,04% выше контрольной. Убойный выход увеличился на 4,6%, а затраты корма на 1 кг прироста снизились на 1,99%. Экономическая оценка показала получение дополнительной прибыли в размере 7 464 905 рублей, при уровне рентабельности 156,8% в опытной группе. Использование хлористого калия в комбикорме

улучшает продуктивность и экономические показатели производства мяса птицы, повышая живую массу и сохранность цыплят-бройлеров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе научно-исследовательской работы по оценке эффективности кормового хлористого калия в кормлении цыплят-бройлеров были сформулированы следующие выводы:

1. Кормовой хлористый калий положительно влияет на рост и развитие цыплят-бройлеров. Наиболее высокие среднесуточные приросты наблюдались в третьей опытной группе и составляет 59,5 г, что превышает данный показатель контрольной группы на 4%. Сохранность поголовья увеличивается во второй и третьей опытных группах и составила 97,12% и 97,62%, что выше данного показателя в контрольной группе на 0,3% и 0,8% соответственно. Расход корма на 1 кг прироста живой массы в опытных группах (О1, О2, О3) оказался ниже контрольной группы на 0,65%, 1,95 и 3,25%.

2. Наиболее высокая переваримость сухого вещества, протеина и клетчатки наблюдается у цыплят-бройлеров третьей опытной группы, которым скармливали комбикорм с максимальным уровнем хлористого калия. Коэффициент переваримости сухого вещества в третьей опытной группе достиг 75,06%, превышая показатели контрольной группы на 3,28%. Переваримость протеина также оказалась выше в группе О3, увеличившись относительно контроля на 1,6%. Показатель переваримости клетчатки в группе О3 составил 19,94%, что на 7,26% выше данного показателя в контрольной группе.

3. Масса потрошёной тушки опытных групп (О1, О2, О3) была выше, чем в контрольной группе, на 6,62%, 7,95% и 10,91% соответственно. Убойный выход достиг максимальных значений в группе О3, составляя 73,7%, что на 4% больше, чем в контрольной группе. Масса грудки цыплят-бройлеров опытных групп (О1, О2, О3) превысила показатели контрольной группы на 5,5%, 9,8 и 13,5% соответственно. Масса бедренных мышц также увеличилась в опытных группах на 3,9%, 6,8 и 8,9% относительно контрольной группы. Анализ химического состава мышц цыплят-бройлеров опытных групп не выявил статистически значимой

разности по сравнению с контрольной группой, однако присутствует положительная тенденция от использования кормового хлористого калия.

4. Кормовой хлористый калий оказывает комплексное благотворное влияние на гистологическое строение кишечника цыплят-бройлеров, улучшая его всасывающие и защитные функции. Так, на 38-е сутки высота ворсинок тощей кишки в контрольной группе составляет 1096,06 мкм, однако группы О1, О2 и О3 демонстрируют значительные превосходство на 5,47%, 6,79 и 13,75% соответственно. Следует отметить, что на протяжении всего эксперимента толщина слоя крипт у цыплят опытных групп имеет достоверное увеличение по сравнению с контрольной группой. К 38-м суткам в группах О1, О2 и О3 наблюдается увеличение толщины слоя крипт двенадцатиперстной кишки на 5,32, 39,23, 54,74% соответственно по сравнению с контролем, что свидетельствует о повышении интенсивности процессов клеточного обновления и секреции. Исследование подтверждает, что оптимальный уровень внесения хлористого калия в количестве: ПК-5-1 (с 0 до 11 сут.) - 600 г/т, ПК-5-2 (с 12 до 24 сут.) - 900 г/т, ПК-6-1 (с 25 до 30 сут.) - 1200 г/т, ПК-6-2 (с 30 сут. до убоя) – 1500 г/т, способствует формированию крепких структурных элементов и повышает жизнеспособность птиц.

5. Результаты исследования биохимических показателей крови свидетельствуют о положительном влиянии скармливания хлористого калия на белковый обмен, иммунный статус и общее состояние здоровья животных опытных групп. Так уровень общего белка в сыворотке крови опытных групп к 20 суткам постепенно увеличивается по сравнению с контрольной группой на 1,99%, 2,44 и 3,03% соответственно. Уровень мочевины снижается в опытных группах (О1, О2, О3) на 2,56%, 6,41 и 7,69% по сравнению с контролем. Такая же тенденция прослеживается в возрасте птицы 38 сут. Результаты исследований подтверждают положительное влияние добавки на минеральный обмен, выражающееся в повышении уровня фосфора и калия, особенно в третьей опытной группе. В то же время концентрации кальция, магния, натрия и хлора оставались в пределах физиологической нормы и различия достоверно не отличались от контроля.

6. Производственная апробация подтвердила высокую эффективность применения кормового хлористого калия в рационах цыплят-бройлеров. Установлено, что его включение в комбикорма в количестве 0,6 кг/т (ПК-5-1), 0,9 кг/т (ПК-5-2), 1,2 кг/т (ПК-6-1) и 1,5 кг/т (ПК-6-2) обеспечивает достоверное увеличение живой массы птицы на 5,0%, повышение среднесуточных приростов на 5,1%, при одновременном снижении затрат корма на 1 кг прироста на 1,99%.

7. Установлено, что использование в кормлении цыплят-бройлеров хлористого калия в количестве 0,6 кг/т (ПК-5-1), 0,9 кг/т (ПК-5-2), 1,2 кг/т (ПК-6-1) и 1,5 кг/т (ПК-6-2) повышает экономическую эффективность производства мяса птицы. В результате применения добавки получена дополнительная прибыль в размере 7 464 905 рублей, что увеличивает уровень рентабельности на 22,5%.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Для повышения зоотехнических показателей выращивания цыплят-бройлеров, переваримости питательных веществ рациона, мясных качеств птицы и улучшения морфофункционального состояния кишечника рекомендуем использовать кормовой хлористый калий в составе комбикорма в количестве: ПК-5-1 (с 0 до 11 сут.) - 600 г/т, ПК-5-2 (с 12 до 24 сут.) - 900 г/т, ПК-6-1 (с 25 до 30 сут.) - 1200 г/т, ПК-6-2 (с 30 сут. до убоя) – 1500 г/т.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ

На основании полученных данных считаем целесообразным и научно обоснованным провести дальнейшие исследования направленные на изучение использования кормового хлористого калия в кормлении других видов сельскохозяйственной птицы в разные продуктивные периоды с целью повышения экономической эффективности отрасли птицеводства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ПАО - Публичное акционерное общество

ОАО - Открытое акционерное общество

АО - Акционерное общество

ВНИТИП - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и
технологический институт птицеводства»

ЖКТ – Желудочно-кишечный тракт

К – Контрольная группа

О1 – Опытная группа 1

О2 – Опытная группа 2

О3 – Опытная группа 3

ОР – Основной рацион

n – Количество животных в группе

КЖК - Короткоцепочечные жирные кислоты

ЭПО - энерго-протеиновое отношение

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Актуальные вопросы в выращивании сельскохозяйственных птиц / А. В. Косогор, А. В. Коваленко, А. А. Эдилова [и др.] // Инновационное развитие агропромышленного комплекса: новые подходы и актуальные исследования : Материалы Международной научно-практической конференции в рамках мероприятий «Десятилетия науки и технологий в Российской Федерации», 300-летия Российской академии наук , Краснодар, 24–25 апреля 2024 года. – Краснодар: ИП Копыльцова П.И., 2024. – С. 164-169. – DOI 10.33775/conf-2024-164-169.

2. Акчурин, С. В. Использование биологических маркеров для оценки функционального состояния клеток желудочно-кишечного тракта домашней птицы / С. В. Акчурин, И. В. Акчурина // Доклады ТСХА : Сборник статей. Выпуск 293, Москва, 02–04 декабря 2020 года. Том Часть I. – Москва: РГАУ, 2021. – С. 298-301.

3. Андрианова, Е. Н. Источник калия для цыплят-бройлеров / Е. Н. Андрианова // Достижения и перспективы развития птицеводства : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня рождения П.П. Царенко, Санкт-Петербург - Пушкин, 20 ноября 2024 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2024. – С. 16-18.

1. Багно, О. А. Особенности минерального обмена цыплят-бройлеров при скормливании экстракта эхинацеи пурпурной / О. А. Багно, А. В. Шенцева // Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы : Материалы VII Национальной научно-практической конференции с международным участием, Кемерово, 29 декабря 2021 года. – Кемерово: Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. – С. 247-250.

2. Багно, О. А. Особенности минерального обмена цыплят-бройлеров при скормливании экстракта расторопши пятнистой / О. А. Багно, А. В. Шенцева // Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы : Материалы III Национальной научно-практической конференции, Кемерово, 30

декабря 2019 года / Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия. – Кемерово: Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 11-14.

3. Бакланова, Т. С. Основные зоотехнические показатели цыплят-бройлеров при включении в рацион кормления белкового концентрата пептилак совместно с минеральным комплексом аквашел / Т. С. Бакланова // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. – 2023. – № 2(28). – С. 52-56.

4. Бакланова, Т. С. Применение пробиотика в сочетании с минеральным комплексом в кормлении цыплят-бройлеров / Т. С. Бакланова, В. И. Гудыменко // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы Международной научной конференции, Майский, 14–15 марта 2023 года. Том 3. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 93-94.

5. БВМК в птицеводстве / С. И. Николаев, А. К. Карапетян, М. А. Шерстюгина [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 2(32). – С. 33.

6. Белов, И. О. Эффективность применения минеральных компонентов в кормлении бройлеров / И. О. Белов, В. В. Петряков // Экологическое будущее: научные подходы к органическому сельскому хозяйству : Материалы I Международной научно-практической конференции молодых ученых, р.п. Правдинский, Московская область, 10 апреля 2025 года. – р.п. Правдинский, Московская область: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2025. – С. 108-113.

7. Бойко, А. А. Эффективность применения пробиотической кормовой добавки "СБТ-Лакто" при выращивании цыплят-бройлеров : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Бойко Алексей Андреевич, 2024. – 153 с.

8. Бойко, И. А. Новая минеральная добавка для выращивания цыплят-бройлеров / И. А. Бойко, А. Н. Головкин // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2013. – № 8. – С. 24-34.

9. Буряков, Н. П. Использование минерального комплекса в кормлении кур родительского стада бройлеров / Н. П. Буряков, А. С. Заикина // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2018. – № 3. – С. 35-52.

10. Буряков, Н. П. Минеральный комплекс в кормлении кур родительского стада бройлеров / Н. П. Буряков, А. Э. Семак, А. С. Заикина // Птица и птицепродукты. – 2013. – № 1. – С. 50-53.

11. Буяров, А. В. Мясное птицеводство России: состояние и перспективы развития в современных экономических условиях / А. В. Буяров // УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА: ИННОВАЦИИ, ТЕХНОЛОГИИ, ОБРАЗОВАНИЕ : Материалы международной научно-практической конференции, Орел, 29 октября 2024 года – 30 2024 года. – Орел: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина", 2024. – С. 42-47.

12. Влияние витаминно-минерального кормового концентрата на показатели качества кур-несушек и цыплят-бройлеров / Р. В. Казарян, А. А. Фабрицкая, А. С. Бородихин, П. В. Мирошниченко // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции : Сборник материалов II Международной научно-практической конференции , Краснодар, 05–26 июня 2017 года. – Краснодар: Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий Российской академии сельскохозяйственных наук, 2017. – С. 387-390.

13. Влияние витаминно-минерального премикса производства ТОО "Агровит" на организм цыплят-бройлеров / Л. И. Проскурина, Е. М. Эннс, С. А. Берсенева [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 6(183). – С. 112-121. – DOI 10.36718/1819-4036-2022-6-112-121.

14. Влияние кормового хлористого калия на зоотехнические показатели выращивания цыплят-бройлеров / А. В. Косогор, А. С. Заикина, Н. П. Буряков, А. В. Коваленко // Известия Оренбургского государственного аграрного

университета. – 2025. – № 4(114). – С. 279-285. – DOI 10.37670/2073-0853-2025-114-4-279-285.

15. Влияние кормовых добавок на минеральный состав мяса цыплят-бройлеров / И. А. Лыкасова, А. С. Мижевикина, Т. В. Савостина [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 1(99). – С. 358-362. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-99-1-358-362.

16. Галиев, Д. М. Минеральные и сорбционные добавки в рационе цыплят-бройлеров / Д. М. Галиев // Аграрное образование и наука. – 2015. – № 1. – С. 3.

17. Георгиевский, В. И. Об обмене кальция и фосфора у кур в онтогенезе : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / В. И. Георгиевский. – Москва, 1966. – 50 с.

18. Гречкина, В. В. Влияние минеральной добавки мицеллат на содержание микроэлементов в печени цыплят-бройлеров / В. В. Гречкина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 4(42). – С. 98-100.

19. Грушевская, В. П. Изучение рационов и кормов животных для улучшения качества мяса, молока или яиц / В. П. Грушевская, М. А. Донец, В. М. Коробова // Использование современных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности : Материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, пос. Персиановский, 26 апреля 2023 года. – пос. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный аграрный университет", 2023. – С. 189-191.

20. Грядицкая, Л. В. Применение белково-минерального комплекса в кормлении цыплят-бройлеров и получение мясных продуктов обогащенных железом / Л. В. Грядицкая // Ветеринарная лабораторная практика, Санкт-Петербург, 18–22 апреля 2024 года. – Санкт-Петербург: ВВМ, 2024. – С. 65-69.

21. Даниленко, И. Ю. Использование добавок в кормлении птицы / И. Ю. Даниленко // Студенчество России: век XXI : Материалы VI Всероссийской молодежной научно-практической конференции: в 4-х частях, Орел, 13 декабря

2018 года. Том Часть 1. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2019. – С. 538-545.

22. Жуков, Е. Ю. Обмен минеральных веществ у цыплят-бройлеров при различных условиях кормления / Е. Ю. Жуков, А. С. Козлов // Зоотехния. – 2007. – № 3. – С. 20-22.

23. Жуков, Е. Ю. Обмен минеральных веществ у цыплят-бройлеров при различных условиях кормления / Е. Ю. Жуков, А. С. Козлов // Эколого-технологические и генетические аспекты разведения сельскохозяйственных животных : Материалы научно-практической конференции, Орел, 20–22 сентября 2006 года. – Орел: Издатель Александр Воробьев, 2006. – С. 15-17.

24. Заикина, А. С. Новый минеральный комплекс в кормлении кур родительского стада бройлеров / А. С. Заикина, Н. П. Буряков // АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА в СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ : Сборник трудов Международной научной конференции, Москва, 30–31 октября 2014 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2015. – С. 93-96.

25. Заикина, А. С. Эффективность использования минерального комплекса в кормлении кур родительского стада бройлеров : специальность 06.02.08 "Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов" : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Заикина Анастасия Сергеевна. – Москва, 2017. – 145 с.

26. Засеева, М. Ч. Использование природной минеральной подкормки ирлит 7 в кормлении цыплят-бройлеров / М. Ч. Засеева, И. А. Битиева // Научные труды студентов горского государственного аграрного университета "Студенческая наука - агропромышленному комплексу" : В 2-х частях. Том Выпуск 53, Часть 1. – Владикавказ : Горский государственный аграрный университет, 2016. – С. 78-81.

27. Злепкин, А. Ф. Научно-практическое обоснование повышения эффективности производства мяса сельскохозяйственных животных и птицы за счет использования нетрадиционных кормовых средств в условиях Нижнего Поволжья : специальность 06.02.04 "Ветеринарная хирургия", 06.02.02 "Ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология" : диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Злепкин Александр Федорович. – Волгоград, 2006. – 437 с.

28. Злепкин, Д. А. Теоретическое и практическое обоснование повышения продуктивности свиней и птицы за счет улучшения биологической полноценности кормления : специальность 06.02.10 "Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства" : диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук / Злепкин Дмитрий Александрович, 2015. – 418 с.

29. Золотова, Е. В. Эффективность применения минеральных добавок доломит и пикумин в кормлении кур-несушек / Е. В. Золотова // Студенты - науке и практике АПК : Материалы 108-й Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов: в 2 частях, Витебск, 26 мая 2023 года. – Витебск: Учреждение образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины ", 2023. – С. 104-106.

30. Зыков, А. Фито-минеральный сорбент с пробиотиком в кормлении бройлеров / А. Зыков, А. Голубев, С. Лиман // Комбикорма. – 2009. – № 3. – С. 62.

31. Иванищева, А. П. Влияние органо-минеральной кормовой добавки в составе рациона на продуктивные качества цыплят-бройлеров / А. П. Иванищева, А. С. Мустафина, Р. З. Мустафин // Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем : Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 75-летию основания инженерного факультета ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ, Оренбург, 07 февраля 2025 года. – Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет, 2025. – С. 178-181.

32. Иванищева, А. П. Оценка влияния органо-минерального комплекса на основе лактулозы на продуктивные качества цыплят-бройлеров / А. П. Иванищева, Е. А. Сизова // Материалы II Всероссийской молодежной научно-практической конференции "Наука будущего – наука молодых" : посвященной 300-летию Российской академии наук, в рамках Всероссийской научно-практической конференции, Оренбург, 23–24 ноября 2023 года. – Оренбург: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук", 2023. – С. 29-34.

33. Изменение элементного состава мышечной и костной ткани бройлеров на фоне скормливания им комплексной органо-минеральной добавки / А. П. Иванищева, Е. А. Сизова, А. М. Камирова [и др.] // Птица и птицепродукты. – 2024. – № 1. – С. 24-27. – DOI 10.30975/2073-4999-2024-26-1-24-27.

34. Ильин, Д. Ю. Применение энтомологической кормовой добавки к рациону цыплят бройлеров / Д. Ю. Ильин, Г. В. Ильина // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы : Сборник статей XIX Международной научно-практической конференции, Пенза, 08–09 ноября 2024 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2024. – С. 311-314.

35. Использование в рационах кормления цыплят-бройлеров белково-витаминно-минерального концентрата / Е. А. Липова, С. И. Николаев, О. Ю. Брюшно [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 2(66). – С. 262-268. – DOI 10.32786/2071-9485-2022-02-33.

36. Использование органо-минеральной добавки в кормлении мясной птицы / С. А. Смолин, Д. В. Осепчук, А. А. Свистунов [и др.] // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2023. – Т. 12, № 1. – С. 350-354. – DOI 10.48612/sbornik-2023-1-85.

37. Использование премиксов в животноводстве / С. Ф. Суханова, И. Н. Миколайчик, Л. А. Морозова [и др.]. – Курган : Курганская государственная

сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2014. – 342 с. – ISBN 978-5-91596-099-1.

38. Исупова, Н. В. Экстра- и интраорганный иннервация стенки желудка кур в онтогенезе : специальность 16.00.02 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Исупова Надежда Владимировна. – Казань, 2006. – 18 с.

39. Коваленко, А. В. Влияние хлористого калия на развитие тощей кишки бройлеров / А. В. Коваленко // Студенты - науке и практике АПК : Материалы 110-й Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов, Витебск, 30 мая 2025 года. – Витебск, 2025. – С. 213-214.

40. Коваленко, А. В. Хлористый кальций в кормлении сельскохозяйственных животных / А. В. Коваленко, А. В. Косогор // Глобальные тенденции в науке и технике: новые горизонты : Сборник статей Международной научно-практической конференции, Москва, 19 апреля 2024 года. – Москва: Издательство ЦДПО «Цифровая академия», 2024. – С. 152-157.

41. Кононова, Н. Н. Тенденции развития технико-технологической базы сельского хозяйства / Н. Н. Кононова, А. В. Улезько // Экономика сельского хозяйства России. – 2020. – № 6. – С. 37-43. – DOI 10.32651/206-37.

42. Косогор, А. В. Влияние кормового хлористого калия на зоотехнические и биохимические показатели выращивания цыплят-бройлеров / А. В. Косогор, Н. П. Буряков, А. С. Заикина // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2025. – № 118. – С. 330-338. – DOI 10.21515/1999-1703-118-330-338.

43. Кузьмин, В. Н. Снижение импортозависимости мясного птицеводства России / В. Н. Кузьмин, Т. Е. Маринченко // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 2(308). – С. 45-48. – DOI 10.33267/2072-9642-2023-2-45-48.

44. Курило, А. С. К созданию оптимального микроклимата в птицеводстве / А. С. Курило, С. Ф. Вольвак // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы Международной научной конференции, Майский, 14–15 марта

2023 года. Том 4. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 71.

45. Липова, Е. А. Белково-витаминно-минеральный концентрат в кормлении сельскохозяйственной птицы / Е. А. Липова // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2014. – Т. 2, № 7. – С. 153-156.

46. Лузбаев, К. В. Использование местного минерального сырья на сельскохозяйственной птице / К. В. Лузбаев, Н. А. Николаева // Приоритетные направления научно-технологического развития аграрного сектора России : Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки, Улан-Удэ, 06–10 февраля 2023 года. – Улан-Удэ: Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, 2023. – С. 486-491.

47. Маринченко, Т. Е. Итоги и перспективы развития мясного птицеводства России / Т. Е. Маринченко, Т. Н. Кузьмина // Приоритетные векторы развития промышленности и сельского хозяйства : материалы VI Международной научно-практической конференции: в 7 т., Макеевка, 06 апреля 2023 года. – Макеевка: Донбасская аграрная академия, 2023. – С. 183-187.

48. Медведский, В. А. Минеральные источники Республики Ливан в кормлении цыплят-бройлеров / В. А. Медведский, Х. Ф. Мунаяр // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2014. – Т. 50, № 1-1. – С. 188-192.

49. Менякина, А. Г. Показатели эффективности использования подкислителя при выращивании цыплят-бройлеров / А. Г. Менякина, Л. Н. Гамко, А. И. Строченова // Вестник Брянской ГСХА. – 2023. – № 6(100). – С. 52-56. – DOI 10.52691/2500-2651-2023-100-6-52-56.

50. Мисиков, К. А. Использование природной минеральной подкормки ирлит 7 в кормлении цыплят-бройлеров кросса росс-19 / К. А. Мисиков // Научные труды студентов Горского государственного аграрного университета "Студенческая наука - агропромышленному комплексу" : Научные труды

студентов Горского государственного аграрного университета, Владикавказ, 04–05 апреля 2019 года. Том 56/3. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2019. – С. 165-168.

51. Морфология домашней птицы : Учебное пособие для самостоятельной работы студентов по специальности 36.05.01 - «Ветеринария», изучающих дисциплины «Анатомия животных», «Морфология птиц» / В. М. Кирдяев, В. Н. Родин, Э. В. Родина [и др.]. – Нижний Новгород : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования специалистов «Нижегородский региональный институт управления и экономики агропромышленного комплекса», 2022. – 84 с.

52. Морфофункциональная характеристика трубкообразных органов пищеварительной системы птиц семейства врановых (Corvidae) / Н. П. Беляева, Т. С. Кубатбеков, Д. А. Ксенофонтов [и др.]. – Бишкек : Алтын Принт, 2022. – 195 с.

53. Морфофункциональное состояние желудочно-кишечного тракта птиц в зависимости от рациона / С. В. Савчук, Н. А. Сергеенкова, Н. П. Беляева [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 106-118.

54. Мустафин, Р. З. Изменение содержания аминокислот в мясе цыплят-бройлеров при использовании в кормлении минеральных добавок / Р. З. Мустафин, А. С. Мустафина // Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем : Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, Оренбург, 03 февраля 2023 года / Оренбургский государственный аграрный университет. – Оренбург: Издательство "Перо", 2023. – С. 265-269.

55. Мясная продуктивность бройлеров при включении в рацион витаминно-минеральной добавки/ Л. В. Шульга, К. Л. Медведева, Д. Д. Корнилович, О. В. Зуева // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сборник научных трудов международной научно-практической конференции, посвященный памяти доктора биологических наук, профессора, Заслуженного работника Высшей школы РФ, Почётного работника высшего

профессионального образования РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, Почётного гражданина Брянской области Егора Павловича Ващекина, Брянск, 22 января 2025 года. – Брянск: БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ, 2025. – С. 668-673.

56. Некоторые возрастные изменения желудочно-кишечного тракта у цыплят / Н. П. Перфильева, С. Н. Хохлова, А. Н. Фасахутдинова [и др.] // Научная жизнь. – 2023. – Т. 18, № 6(132). – С. 917-922.

57. О составе микробиоты ЖКТ птицы в норме и при патологии / Т. М. Околелова, Г. Ю. Лаптев, С. В. Енгашев, Д. Г. Тюрина // Наше сельское хозяйство. – 2023. – № 2(298). – С. 42-48.

58. Об эффективности использования минеральных и витаминных добавок в кормлении цыплят-бройлеров / В. А. Алексеев, Е. Ю. Немцева, Н. В. Евдокимов [и др.] // Перспективы развития аграрных наук : Материалы Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 01–02 июня 2019 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 24-25.

59. Панина, Н. В. Минеральный обмен и формирование костной ткани у цыплят-бройлеров при скармливании марганца аскорбината : специальность 03.00.13 : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Панина Надежда Всеволодовна. – Курск, 2006. – 151 с.

60. Патент № 2440008 С1 Российская Федерация, МПК А23К 1/16. способ повышения продуктивности цыплят-бройлеров : № 2010121705/13 : заявл. 27.05.2010 : опубл. 20.01.2012 / Р. Б. Темираев, А. А. Баева, А. А. Столбовская [и др.] ; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет) (СКГМИ (ГТУ)).

61. Патент № 2566450 С1 Российская Федерация, МПК А23К 1/16. кормовая добавка для цыплят-бройлеров : № 2014138680/13 : заявл. 24.09.2014 : опубл. 27.10.2015 / А. Ф. Злепкин, А. Т. Варакин, Д. А. Злепкин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение Высшего

профессионального образования Волгоградский государственный аграрный университет (ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ).

62. Патент № 2622917 С Российская Федерация, МПК А23К 50/75, А23К 20/20. Способ кормления цыплят-бройлеров : № 2016107910 : заявл. 03.03.2016 : опубл. 21.06.2017 / Н. А. Миллер, Н. А. Табаков, Л. Е. Тюрина ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Красноярский государственный аграрный университет".

63. Патент № 2632935 С1 Российская Федерация, МПК А23К 50/75, А23К 20/00, А23К 10/16. Способ повышения качества продукции при выращивании цыплят-бройлеров : № 2016113917 : заявл. 11.04.2016 : опубл. 11.10.2017 / И. А. Лебедева, А. А. Невская, Л. И. Дроздова, А. И. Белоусов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Уральский научно-исследовательский ветеринарный институт (ФГБНУ УрНИВИ).

64. Патент № 2770816 С1 Российская Федерация, МПК А23К 50/60, А23К 50/75, А23К 10/30. Полнорационный комбикорм для стартового кормления цыплят-бройлеров от 0-14 суток : № 2021116791 : заявл. 08.06.2021 : опубл. 22.04.2022 / Е. А. Липова, В. Н. Агапова, С. И. Николаев [и др.] ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волгоградский государственный аграрный университет".

65. Патент № 2828429 С1 Российская Федерация, МПК А23К 50/75. Комбикорм для цыплят-бройлеров в третью фазу кормления : № 2024101750 : заявл. 24.01.2024 : опубл. 11.10.2024 / С. И. Николаев, А. К. Карапетян, А. А. Каширина [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волгоградский государственный аграрный университет".

66. Патент № 2828440 С1 Российская Федерация, МПК А23К 50/75. Комбикорм для цыплят-бройлеров во вторую фазу кормления : № 2024101751 : заявл. 24.01.2024 : опубл. 11.10.2024 / С. И. Николаев, А. К. Карапетян, А. А. Каширина [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования "Волгоградский государственный аграрный университет".

67. Патент № 2839283 С1 Российская Федерация, МПК А23К 20/00. Белковая витаминно-минеральная добавка для кормления цыплят-бройлеров и кур-несушек и способ ее применения : заявл. 15.01.2024 : опубл. 29.04.2025 / Е. Н. Андрианова, И. А. Егоров, Т. М. Заборская [и др.] ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "Комита Биотехнологии".

68. Патент № 2843035 С1 Российская Федерация, МПК А23К 10/30, А23К 50/75. Кормовая добавка для кормления цыплят-бройлеров и способ кормления цыплят-бройлеров, предусматривающий скармливание кормовой добавки : заявл. 25.06.2024 : опубл. 07.07.2025 / С. Г. Козырев, Р. Б. Темираев, В. М. Хомутова [и др.] ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью Научно-Производственное Объединение "Хеликсан". – EDN YWLYEE.

69. Пикалина, О. А. Белково-витаминно-минеральный концентрат на основе полножировой сои с хелатными соединениями в кормлении цыплят-бройлеров : специальность 06.02.02 "Ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология" : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Пикалина Ольга Анатольевна. – Москва, 2007. – 131 с.

70. Полонский, В. И. Влияние физических характеристик зернового сырья на функциональную ценность кормов для птиц / В. И. Полонский, А. В. Сумина // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2021. – Т. 16, № 2. – С. 167-175. – DOI 10.22363/2312-797X-2021-16-2-167-175.

71. Прибытов, И. В. Макро-микроморфология железистого и мышечного отделов желудка, его кровоснабжение и иннервация у птиц из отряда курообразные : специальность 16.00.02 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Прибытов Иван Владимирович. – Оренбург, 2007. – 18 с.

72. Применение в рационах кормления цыплят-бройлеров белково-витаминно-минерального концентрата / Е. А. Липова, С. И. Николаев, О. Ю. Брюшно [и др.] // Развитие животноводства - основа продовольственной безопасности : материалы Национальной конференции, посвященной 85-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, академика Петровской академии наук и искусств, Почетного профессора Донского госагроуниверситета, кавалера ордена Дружбы Коханова Александра Петровича, Волгоград, 12 октября 2022 года / ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2023. – С. 69-72.

73. Пути реализации генетического потенциала пород и кроссов птицы на основе использования новых видов кормовых средств / Н. В. Калинина, И. Ф. Горлов, С. В. Абрамов [и др.] // Аграрно-пищевые инновации. – 2024. – № 2(26). – С. 46-56. – DOI 10.31208/2618-7353-2024-26-46-56.

74. Рязанцева, К. В. Влияние уровня липидов в рационе на степень усвоения минералов в организме цыплят-бройлеров / К. В. Рязанцева, Е. А. Сизова // Аграрная наука. – 2023. – № 5. – С. 33-37.

75. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022680420 Российская Федерация. Программа расчета усвоения пробиотика и адсорбции в ЖКТ птицы : № 2022669807 : заявл. 24.10.2022 : опубл. 01.11.2022 / И. А. Кощаев, А. Н. Гнеуш, Е. А. Мартынов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина».

76. Середа, А. В. Гистология: желудочно-кишечный тракт птиц / А. В. Середа // Теоретические и прикладные основы ветеринарной науки : Сборник трудов научно-практической конференции студентов института ветеринарной медицины и биотехнологии Новосибирского ГАУ, Новосибирск, 31 мая 2024 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2024. – С. 286-289.

77. Серякова, А. А. Продуктивные качества и морфофизиологические особенности бройлеров при использовании добавок, содержащих эллаготанины и производные масляной кислоты : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Серякова Александра Андреевна, 2023. – 122 с.

78. Сизова, Е. А. Жиры и эмульгаторы в кормлении цыплят-бройлеров (обзор) / Е. А. Сизова, К. В. Рязанцева // Сельскохозяйственная биология. – 2022. – Т. 57, № 4. – С. 664-680.

79. Скребнева, К. С. Водорастворимые витамины в кормах животных / К. С. Скребнева, В. А. Землянская // Малые Менделеевские чтения : Материалы межвузовской студенческой научно-практической конференции. К Международному году Периодической таблицы химических элементов Д.И. Менделеева, Орел, 19 ноября 2019 года. – Орел: Общество с ограниченной ответственностью Полиграфическая фирма "Картуш", 2020. – С. 167-170.

80. Смолин, С. А. Новая органоминеральная добавка в кормлении цыплят - бройлеров / С. А. Смолин // Кооперация науки и общества как инструмент модернизации и инновационного развития : сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 15 декабря 2023 года. – Стерлитамак: ООО "Агентство международных исследований", 2023. – С. 320-322.

81. Спиридонов, И. П. Анатомия и физиология сельскохозяйственной птицы от А до Я / И. П. Спиридонов, А. Б. Мальцев ; Российская академия сельскохозяйственных наук, Сибирский научно-исследовательский институт птицеводства РАСХН. – Омск : ООО "Омскбланкиздат", 2013. – 700 с. – ISBN 978-5-8042-0304-8.

82. Степанишин, В. В. Гистологическая Характеристика железистого желудка цыплят-бройлеров при включении в рацион дрожжевого пробиотика / В. В. Степанишин, Г. В. Кондратов, А. А. Усачева // Ветеринарная морфология и патология. – 2025. – № 2. – С. 26-33.

83. Ткачев, Д. А. Словарь гистологических терминов : Учебное пособие для студентов факультета ветеринарной медицины и биотехнологии

специальности 111801 "Ветеринария" очной и заочной форм обучения / Д. А. Ткачев, В. Н. Минченко. – Брянск : Брянский государственный аграрный университет, 2013. – 84 с.

84. Топорова, Л. В. Органо-минеральный комплекс в кормлении цыплят-бройлеров / Л. В. Топорова, В. В. Андреев, И. В. Топорова // Главный зоотехник. – 2011. – № 1. – С. 13-17.

85. Туц, Ж. В. Влияние минерального комплекса на содержание минеральных веществ в организме цыплят-бройлеров / Ж. В. Туц, А. В. Косогор // Научно-инновационные направления развития животноводства : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 23 октября 2024 года. – Рязань : РГАТУ, 2024. – С. 197-201.

86. Тюрина, Л. Е. влияние нетрадиционных минеральных смесей на мясную продуктивность цыплят-бройлеров / Л. Е. Тюрина, Т. Ф. Лефлер, Е. Г. Турицына // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 6(159). – С. 138-143. – DOI 10.36718/1819-4036-2020-6-138-143.

87. Тюрина, Л. Е. Научно-практическое обоснование использования минеральных веществ источников Красноярского края в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы : специальность 06.02.08 "Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов" : диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Тюрина Лилия Евгеньевна, 2022. – 247 с.

88. Тюрина, Л. Е. Экономическая эффективность скармливания минеральной смеси на основе местных сырьевых источников / Л. Е. Тюрина, Т. Ф. Лефлер, С. А. Булыгина // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 10(163). – С. 143-149. – DOI 10.36718/1819-4036-2020-10-143-149.

89. Тюрина, Л. Е. Эффективность использования минеральных смесей на основе местных нетрадиционных сырьевых источников в кормлении цыплят-бройлеров / Л. Е. Тюрина, Н. А. Табаков, Т. Ф. Лефлер // Птицеводство. – 2020. – № 10. – С. 46-49. – DOI 10.33845/0033-3239-2020-69-10-46-49.

90. Тюрина, Л. Нетрадиционные минеральные смеси для бройлеров / Л. Тюрина, Т. Лефлер, Е. Турицына // Животноводство России. – 2021. – № 3. – С. 9-10. – DOI 10.25701/ZZR.2021.49.37.002.

91. Физиология животных: особенности обменных процессов в организме сельскохозяйственной птицы / Е. Ю. Федорова, В. И. Максимов, О. В. Смоленкова, В. В. Мосягин. – Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. – 143 с. – ISBN 978-5-4486-0687-8.

92. Физиология пищеварения сельскохозяйственной птицы : лекция для студентов факультета зоотехнологий и агробизнеса по направлению подготовки 36.03.02 «Зоотехния» очной, очно-заочной форм обучения / О. А. Новицкая, А. П. Новицкий, М. В. Сыроватский [и др.]. – Москва : МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, 2025. – 32 с.

93. Хугаева, О. М. Переваримость питательных веществ рациона, обмен азота и минеральных элементов при кормлении цыплят-бройлеров гранулированными комбикормами с бентонитовой добавкой / О. М. Хугаева, Б. А. Дзагуров, А. А. Абаев // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 60-1. – С. 22-27. – DOI 10.54258/20701047_2023_60_1_22.

94. Чернышков, А. С. Анализ продуктивности цыплят - бройлеров при включении в рацион современной витаминно-минеральной добавки / А. С. Чернышков, В. А. Каратунов // Актуальные направления инновационного развития животноводства, современные технологии производства продуктов питания и их безопасность : Материалы международной научно-практической конференции, пос. Персиановский, 26 ноября 2021 года. Том Часть 2. – пос. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Донской государственный аграрный университет", 2021. – С. 93-97.

95. Чернышков, А. С. Эффективность использования минеральной и органической добавок при выращивании цыплят - бройлеров / А. С. Чернышков // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3-1(33). – С. 29-34.

96. Чуракова, М. Н. Фактор кормления - ключевой аспект в повышении продуктивности сельскохозяйственной птицы / М. Н. Чуракова // Научные труды студентов Ижевской ГСХА : сборник статей: электронный ресурс / ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. Том 1 (6). – Ижевск : Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 371-374.

97. Шаабан, М. Эффективность использования фитобиотика "Фарматан ВСО" в кормлении цыплят-бройлеров : специальность 06.02.08 "Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов" : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Шаабан Майсун, 2022. – 115 с.

98. Щербина, Д. В. Морфофункциональная характеристика пищеварительной системы сельскохозяйственных птиц / Д. В. Щербина, Т. П. Шубина // Инновационные технологии в АПК: теория и практика : Сборник статей XI Международной научно-практической конференции, Пенза, 15–16 марта 2023 года / Под научной редакцией А.А. Галиуллина, В.А. Кошеляева, О.А. Тимошкина. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 318-320.

99. Эффективность включения биологически активных добавок в рацион кормления цыплят-бройлеров / К. Л. Медведева, Л. В. Шульга, А. А. Макаревский [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2025. – № 28-1. – С. 204-210.

100. Эффективность использования хлористого калия в кормлении цыплят-бройлеров / А. В. Косогор, А. В. Коваленко, А. С. Заикина, Н. П. Буряков // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича : Сборник статей, Москва, 03–05 июня 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. – С. 215-219.

101. Эффективность использования хлористого калия в кормлении цыплят-бройлеров / А. С. Заикина, Н. П. Буряков, А. В. Косогор, А. В. Коваленко // Мировое и российское птицеводство: динамика и перспективы развития - научные разработки по генетике и селекции сельскохозяйственной птицы, кормлению,

инновационным технологиям производства и переработки яиц и мяса, ветеринарии, экономики отрасли : Материалы XXI Международной конференции, Сергиев Посад, 23–25 сентября 2024 года. – Сергиев Посад, 2024. – С. 292-295.

102. Юдина, К. О. Эффективность использования современных минеральных комплексов при выращивании цыплят-бройлеров / К. О. Юдина // Современное животноводство и инновации в технологии производства продуктов питания, аспекты экологической, производственной и гигиенической безопасности : материалы международной научно-практической конференции, Персиановский, 22 ноября 2024 года. – Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный аграрный университет", 2024. – С. 109-112.

103. Юркевич, В. В. Влияние на продуктивность и сохранность цыплят-бройлеров продуктов метаболизма лактобактерий и бифидобактерий в кормлении цыплят-бройлеров / В. В. Юркевич // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы : материалы III научно-практической конференции с международным участием, Вологда-Молочное, 28 февраля 2020 года. – Вологда-Молочное: Вологодский научный центр Российской академии наук, 2020. – С. 256-260.

104. Яковлев, В. И. Роль микроэлементов в кормлении животных / В. И. Яковлев // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции с участием школьников 10-11 классов. В 2-х частях, Чебоксары, 05–06 марта 2019 года. Том Часть 1. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 434-437.

105. Alcântara D, Rodrigues MN, Francioli AL, Da Fonseca ET, Silva FM, Carvalho RC, Fratini P, Sarmento CA, Ferreira AJ, Miglino MA. Embryonic development of endoderm in chicken (*Gallus gallus domesticus*). *Microsc Res Tech*. 2013 Aug;76(8):803-10. doi: 10.1002/jemt.22232. Epub 2013 Jun 3. PMID: 23733492.

106. Al-Qusairi L, Ferdaus MZ, Pham TD, Li D, Grimm PR, Zapf AM, Abood DC, Tahaei E, Delpire E, Wall SM, Welling PA. Dietary anions control potassium

excretion: it is more than a poorly absorbable anion effect. *Am J Physiol Renal Physiol*. 2023 Sep 1;325(3):F377-F393. doi: 10.1152/ajprenal.00193.2023. Epub 2023 Jul 27. PMID: 37498547; PMCID: PMC10639028.

107. Deo C, Biswas A, Sharma D, Agashe JL, Tiwari AK. Effects of Various Copper Sources and Concentrations on Performance, Skeletal Growth, and Mineral Content of Excreta in Broiler Chickens. *Biol Trace Elem Res*. 2023 Dec;201(12):5786-5793. doi: 10.1007/s12011-023-03623-1. Epub 2023 Mar 9. PMID: 36892690.

108. Fuse Y, Tsuchihashi Y, Takamasu M, Kodama T, Fujita S, Kashima K. Thickness of Brunner's glands and its clinical significance in duodenal ulcer disease. *Scand J Gastroenterol*. 1990 Feb;25(2):165-72. doi: 10.3109/00365529009107939. PMID: 2305213.

109. Gabella G. Structure of the musculature of the chicken small intestine. *Anat Embryol (Berl)*. 1985;171(2):139-49. doi: 10.1007/BF00341408. PMID: 3985363.

110. Gritter M, Wei KY, Wouda RD, Musterd-Bhaggoe UM, Dijkstra KL, Kers J, Ramakers C, Vogt L, de Borst MH, Danser AHJ, Hoorn EJ, Rotmans JI. Chronic kidney disease increases the susceptibility to negative effects of low and high potassium intake. *Nephrol Dial Transplant*. 2024 Apr 26;39(5):795-807. doi: 10.1093/ndt/gfad220. PMID: 37813819; PMCID: PMC11045281.

111. Grossmann R, Kisliuk S, Xu B, Mühlbauer E. The hypothalamo-neurohypophyseal system in birds. *Adv Exp Med Biol*. 1995;395:657-66. PMID: 8714029.

112. Guo P, Lin S, Lin Q, Wei S, Ye D, Liu J. The digestive tract histology and geographical distribution of gastrointestinal microbiota in yellow-feather broilers. *Poult Sci*. 2023 Oct;102(10):102844. doi: 10.1016/j.psj.2023.102844. Epub 2023 Jun 5. PMID: 37579647; PMCID: PMC10448343.

113. Herrero M, Mason-D'Croz D, Thornton PK, Fanzo J, Rushton J, Godde C, Bellows A, de Groot A, Palmer J, Chang J, van Zanten H, Wieland B, DeClerck F, Nordhagen S, Beal T, Gonzalez C, Gill M. Livestock and Sustainable Food Systems: Status, Trends, and Priority Actions. 2023 Jan 2. In: von Braun J, Afsana K, Fresco LO,

Hassan MHA, editors. Science and Innovations for Food Systems Transformation [Internet]. Cham (CH): Springer; 2023. PMID: 38285867.

114. Hu H, Huang Y, Li A, Mi Q, Wang K, Chen L, Zhao Z, Zhang Q, Bai X, Pan H. Effects of different energy levels in low-protein diet on liver lipid metabolism in the late-phase laying hens through the gut-liver axis. *J Anim Sci Biotechnol*. 2024 Jul 11;15(1):98. doi: 10.1186/s40104-024-01055-y. PMID: 38987834; PMCID: PMC11238517.

115. Johnson RJ, Karunajeewa H. The effects of dietary minerals and electrolytes on the growth and physiology of the young chick. *J Nutr*. 1985 Dec;115(12):1680-90. doi: 10.1093/jn/115.12.1680. PMID: 4067659.

116. Juanchich A, Urvoix S, Hennequet-Antier C, Narcy A, Mignon-Grasteau S. Phenotypic timeline of gastrointestinal tract development in broilers divergently selected for digestive efficiency. *Poult Sci*. 2021 Feb;100(2):1205-1212. doi: 10.1016/j.psj.2020.11.013. Epub 2020 Nov 19. PMID: 33518078; PMCID: PMC7858159.

117. Kriseldi R, Tillman PB, Jiang Z, Dozier WA 3rd. Effects of feeding reduced crude protein diets on growth performance, nitrogen excretion, and plasma uric acid concentration of broiler chicks during the starter period. *Poult Sci*. 2018 May 1;97(5):1614-1626. doi: 10.3382/ps/pex395. PMID: 29509931.

118. Mushtaq MM, Pasha TN, Akram M, Mushtaq T, Parvin R, Choi HC, Hwangbo J, Kim JH. Growth Performance, Carcass Characteristics and Plasma Mineral Chemistry as Affected by Dietary Chloride and Chloride Salts Fed to Broiler Chickens Reared under Phase Feeding System. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2013 Jun;26(6):845-55. doi: 10.5713/ajas.2012.12664. PMID: 25049859; PMCID: PMC4093254.

119. Mushtaq MM, Pasha TN, Saima, Akram M, Mushtaq T, Parvin R, Farooq U, Mehmood S, Iqbal KJ, Hwangbo J. Growth Performance, Carcass Traits and Serum Mineral Chemistry as Affected by Dietary Sodium and Sodium Salts Fed to Broiler Chickens Reared under Phase Feeding System. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2013 Dec;26(12):1742-52. doi: 10.5713/ajas.2013.13266. PMID: 25049765; PMCID: PMC4092883.

120. Reis MP, Couture C, Sakomura NK, Hauschild L, Angel CR, Narcy A, L  tourneau-Montminy MP. A first model of the fate of dietary calcium and phosphorus in broiler chickens. *Animal*. 2023 Dec;17 Suppl 5:100896. doi: 10.1016/j.animal.2023.100896. Epub 2023 Jun 28. PMID: 37500377.
121. Riddell C, Pass DA. The influence of dietary calcium and phosphorus on tibial dyschondroplasia in broiler chickens. *Avian Dis*. 1987 Oct-Dec;31(4):771-5. PMID: 3442528.
122. Sabry MI, Yalcin S. Factors influencing the development of gastrointestinal tract and nutrient transporters' function during the embryonic life of chickens-A review. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2023 Nov;107(6):1419-1428. doi: 10.1111/jpn.13852. Epub 2023 Jul 6. PMID: 37409520.
123. SHANES AM, BERMAN MD. Kinetics of ion movement in the squid giant axon. *J Gen Physiol*. 1955 Nov 20;39(2):279-300. doi: 10.1085/jgp.39.2.279. PMID: 13271727; PMCID: PMC2147529.
124. Shao D, Liu L, Tong H. Responses of laying performance, eggshell quality, calcium, and phosphorus metabolism to feeding patterns and dietary available phosphorus levels in aged laying hens. *Poult Sci*. 2025 Jan;104(1):104469. doi: 10.1016/j.psj.2024.104469. Epub 2024 Oct 30. PMID: 39561556; PMCID: PMC11617282.
125. Star-Shirko B, Pangga GM, McKenna A, Corcionivoschi N, Richmond A, Ijaz UZ, Gundogdu O. Investigating microbial population structure and function in the chicken caeca and large intestine over time using metagenomics. *BMC Res Notes*. 2025 Aug 15;18(1):355. doi: 10.1186/s13104-025-07441-7. PMID: 40817325; PMCID: PMC12357378.
126. Surai PF, Kochish II. Nutritional modulation of the antioxidant capacities in poultry: the case of selenium. *Poult Sci*. 2019 Oct 1;98(10):4231-4239. doi: 10.3382/ps/pey406. PMID: 30371889.
127. Yamamoto Y, Atoji Y, Suzuki Y. Muscular architecture and VIP-like immunoreactive nerves in the gastroduodenal junction of the chicken. *Vet Res Commun*. 1995;19(2):85-93. doi: 10.1007/BF01839274. PMID: 7645200.

128. Zhong L, Yan Z, Jiang D, Weng KC, Ouyang Y, Zhang H, Lin X, Xiao C, Yang H, Yao J, Kang X, Wang C, Huang C, Shen B, Chung SK, Jiang ZH, Zhu W, Neher E, Silva JR, Hou P. Targeting the IKs Channel PKA Phosphorylation Axis to Restore Its Function in High-Risk LQT1 Variants. *Circ Res.* 2024 Sep 13;135(7):722-738. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.124.325009. Epub 2024 Aug 21. PMID: 39166328; PMCID: PMC11392204.

Приложение А

Свидетельство о государственной регистрации Калия хлористого (кормовой добавки)


ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ВЕТЕРИНАРНОМУ
И ФИТОСАНИТАРНОМУ НАДЗОРУ

СВИДЕТЕЛЬСТВО
О ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ
КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ

Учетная серия 40-2-42.19-8541 Регистрационный № ПВР-2-42.19/03514
от 08 октября 2021 года срок действия до бессрочно
(дата) (дата)

Настоящее свидетельство выдано организации-производителю
(заявитель)
ПАО «Уралкалий», Пермский край, г. Березники

о том, что в соответствии со статьей 3 Закона Российской Федерации
«О ветеринарии»,

Калий хлористый (кормовая добавка)
(полное название кормовой добавки для животных)

в виде кристаллического порошка
(форма)

применяется для производства премиксов и комбикормов для цыплят-бройлеров,
кур-несушек и домашних животных с целью восполнения в рационах дефицита
калия

ЗАРЕГИСТРИРОВАНА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Заместитель Руководителя
Россельхознадзора
(должность)



К.А. Савенков
(И.О. Фамилия)

© 2007. Издательский центр «Мир». Москва, 2007 г. тираж 10

Приложение Б**Питательность комбикорма ПК-5-1 для цыплят-бройлеров (0-11 сут.)**

Наименование	Единицы измерения	Значение
Обменная энергия	ккал	298
Сырой протеин	%	23,4
Сырой жир	%	5,81
Сырая клетчатка	%	3,50
Метионин	%	0,73
Метионин+цистин	%	1,10
Треонин	%	1,01
Триптофан	%	0,29
Са	%	0,91
Р	%	0,72
Р усвояемый	%	0,43
К	%	0,93
Na	%	0,18
Cl	%	0,23

Приложение В**Питательность комбикорма ПК-5-2 для цыплят-бройлеров (12-24 сут.)**

Наименование	Единицы измерения	Значение
Обменная энергия	ккал	305
Сырой протеин	%	21,7
Сырой жир	%	7,07
Сырая клетчатка	%	3,89
Лизин	%	1,30
Метионин	%	0,62
Метионин+цистин	%	1,01
Треонин	%	0,89
Триптофан	%	0,27
Са	%	0,70
Р	%	0,65
Р усвояемый	%	0,35
К	%	0,91
Na	%	0,20
Cl	%	0,21

Приложение Г**Питательность комбикорма ПК-6-1 для цыплят-бройлеров (25-30 сут.)**

Наименование	Единицы измерения	Значение
Обменная энергия	ккал	310
Сырой протеин	%	19,8
Сырой жир	%	7,63
Сырая клетчатка	%	4,19
Лизин	%	1,20
Метионин	%	0,59
Метионин+цистин	%	0,87
Треонин	%	0,83
Триптофан	%	0,24
Са	%	0,65
Р	%	0,60
Р усвояемый	%	0,30
К	%	0,86
Na	%	0,20
Cl	%	0,22

Приложение Д**Питательность комбикорма ПК-6-2 для цыплят-бройлеров (с 31 сут. до убоя)**

Наименование	Единицы измерения	Значение
Обменная энергия	ккал	314
Сырой протеин	%	19,4
Сырой жир	%	9,04
Сырая клетчатка	%	4,29
Лизин	%	1,17
Метионин	%	0,60
Метионин+цистин	%	0,94
Треонин	%	0,82
Триптофан	%	0,24
Са	%	0,60
Р	%	0,57
Р усвояемый	%	0,28
К	%	0,92
Na	%	0,19
Cl	%	0,20

Акт о результатах производственной проверки

УТВЕРЖДАЮ:

Ген. директор

АО «Птицефабрика «Рефтинская»



А.С. Апасов

М.П.

«15» января 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор по научной работе

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА

имени К.А. Тимирязева



М.И. Селионова

М.П.

«15» января 2025 г.

АКТ

о результатах производственной проверки использования кормового хлористого калия в кормлении цыплят-бройлеров в количестве от 0,6 до 1,5 кг/т комбикорма

Комиссия в составе: ветеринарный врач – Брюшинин Н.В., заместитель директора по производству комбикормов – Мубаракова Е.Н., заведующий кафедрой кормления животных, д.б.н., профессор – Н.П. Буряков; доцент кафедры кормления животных, к.б.н., доцент А.С. Заикина; доцент кафедры кормления животных, к.б.н., доцент А.А. Ксенофонтова; аспирант кафедры кормления А.В. Косогор составили настоящий акт о том, что в 2024 г. на АО «Птицефабрика «Рефтинская» город Екатеринбург была проведена производственная проверка по использованию кормового хлористого калия (ПАО «Уралкалий») в кормлении цыплят-бройлеров.

Для проведения производственной проверки в условиях АО «Птицефабрика «Рефтинская» Свердловской области были отобраны две группы цыплят-бройлеров кросса Росс-308. Продолжительность производственной проверки составила 38 сут. На протяжении всего срока выращивания цыплят-бройлеров условия содержания, плотность посадки, сроки кормления и поения, параметры микроклимата во всех группах были одинаковыми.

Контрольная группа получала комбикорма без использования кормового хлористого калия. Опытной группе в основной рацион вводили кормовой хлористый калий (ПАО «Уралкалий») в количестве от 0,6 до 1,5 кг/т в зависимости от потребности птицы в калии и с учётом электролитного баланса (табл. 1).

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Количество голов (n)	Особенности кормления
Контрольная	242000	Основной рацион
Опытная	242000	Основной рацион – Введение кормового хлористого калия в количестве (г/т комбикорма): ПК-5-1 (с 0 до 11 сут.) - 0,6 ПК-5-2 (с 12 до 24 сут.) - 0,9 ПК-6-1 (с 25 до 30 сут.) - 1,2 ПК-6-2 (с 31 сут. до убоя) - 1,5

Результаты производственной проверки по применению кормового хлористого калия в кормлении цыплят-бройлеров кросса Росс-308 приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты производственной проверки

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Количество голов (n)	242000	242000
Средняя живая масса в 38 сут., г	2295	2410
Среднесуточный прирост, г	59,18	62,21
Сохранность поголовья, %	97,2	97,6
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	1,51	1,48
Индекс продуктивности, ед.	389	418

Производственная апробация показала, что использование кормового хлористого калия в кормлении цыплят-бройлеров в количестве в комбикорме ПК-5-1 - 0,6 кг/т, в ПК-5-2 - 0,9 кг/т, в ПК-6-1 - 1,2 кг/т, в ПК-6-2 - 1,5 кг/т приводит к увеличению живой массы птицы на 5,0 %, при этом среднесуточный прирост оказался выше на 5,1 %; снижаются затраты корма на 1 кг прироста на 1,99 %.

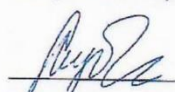
Расчет индекса продуктивности, который включает в себя живую массу птицы, сохранность поголовья, затраты корма и срок выращивания бройлеров показал, что по этим показателям лучшей оказалась опытная группа, в комбикорм

которой включали кормовой хлористый калий (в комбикорм ПК-5-1 - 0,6 кг/т, в ПК-5-2 - 0,9 кг/т, в ПК-6-1 - 1,2 кг/т, в ПК-6-2 - 1,5 кг/т).

Члены комиссии:

Представители АО «Птицефабрика «Рефтинская»: Представители ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева:

Заместитель директора
по производству комбикормов

 /Мубаракова Е.Н./

Ветеринарный врач

 /Брюшинин Н.В./

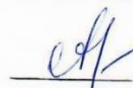
Зав. кафедрой кормления животных,
профессор

 /Буряков Н.П./

Доцент кафедры кормления животных

 /Заикина А.С./

Доцент кафедры кормления животных

 /Ксенофонтова А.А./

Аспирант кафедры кормления животных

 /Косогор А.В./

Приложение Ж

Акт выполненных работ (ПАО «Уралкалий»)

А К Т № 44/3-1

от «26» ноября 2024 г.

сдачи-приемки выполненной научно-исследовательской работы
по Дополнительному соглашению №3
к договору от «30» сентября 2022 г. №44

Мы, нижеподписавшиеся, Публичное акционерное общество «Уралкалий» (ПАО «Уралкалий»), в лице представителя Заказчика, заместителя генерального директора – директора по экономике и финансам Разумовой И.В., действующего на основании доверенности № 373 от 24.06.2024 г., с одной стороны и

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева), в лице представителя Исполнителя, проректора по научной работе Селионовой Марины Ивановны, действующего на основании доверенности № 90-25/78 от 09.09.2024г., составили настоящий акт о том, что работы по Дополнительному соглашению № 3 от «10» декабря 2023г. к договору № 44 от «30» сентября 2022г., выполнены и работа сдана Заказчику в срок.

Наименование работы: «Эффективность использования кормового хлористого калия в кормлении цыплят-бройлеров в условиях птицефабрики»

Работа выполнена Исполнителем в соответствии с условиями договора, Заказчик претензий по выполненной работе не имеет.

Стоимость Работ по этапам 1.1. и 1.2 по Дополнительному соглашению № 3 составляет: [REDACTED], НДС не облагается (статья 149, п. 3, пп. 16 Налогового кодекса Российской Федерации).

Заказчик произвел оплату на расчетный счет Исполнителя в размере [REDACTED] НДС не облагается (статья 149, п. 3, пп. 16 Налогового кодекса Российской Федерации) в счет приемки работ по этапу 1.1 «Закладка опытов на хлористом калии (кормовая добавка) на основании Акта № 1 от 22.12.2023.

По настоящему акту следует к перечислению Заказчиком Исполнителю [REDACTED] НДС не облагается (статья 149, п. 3, пп. 16 Налогового кодекса Российской Федерации) в счет приемки работ по этапу 1.2 «Формирование 4 опытов и 4 контрольных групп, в соответствующих с утвержденной схемой опыта».

ИСПОЛНИТЕЛЬ**ЗАКАЗЧИК**

Проректор по научной работе

Заместитель генерального директора
– директор по экономике и финансам



/ Селионова М.И./



/ Разумова И.В./

Приложение И

Акт внедрения

УТВЕРЖДАЮ

Главный ветеринарный врач
ООО «БПК»

/О.В. Моисеенкова/

М.П.
«11» марта 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

/М.И. Селионова/

М.П.
«25» марта 2025 г.

АКТ

внедрения результатов научно-исследовательской деятельности,
опытно-конструкторской работы и передового опыта

Мы, нижеподписавшиеся, представители Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева) в лице заведующего кафедрой кормления животных, д.б.н., профессор – Н.П. Бурякова; доцента кафедры кормления животных, к.б.н., доцент А.С. Заикиной; доцента кафедры кормления животных, к.б.н., доцент А.А. Ксенофоновой; аспиранта кафедры кормления А.В. Косогор и представители ООО «БПК», выращивания цыплят-бройлеров (Брянская область) в лице главного ветеринарного врача Моисеенковой О.В., начальника площадки выращивания Витюговой Е.В. и технолога Обыденникова Д.Ю. с другой стороны, составили настоящий акт о том, что результаты работы по теме «Эффективность использования кормового хлористого калия в кормлении цыплят-бройлеров», выполненной аспирантом ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева Косогор А.В. в условиях ООО «БПК» (Брянская область), внедрены на поголовье 35840 гол. цыплят-бройлеров в 2025 г в соответствии с планом утвержденным инициативным ВУЗом.

При внедрении научной разработки получены:

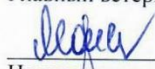
- организационно-технические или социально-экономические результаты:

при использовании кормового хлористого калия в кормлении цыплят-бройлеров в количестве в комбикорме ПК-5-1 - 0,6 кг/т, в ПК-5-2 - 0,9 кг/т, в ПК-6-1 - 1,2 кг/т, в ПК-6-2 - 1,5 кг/т приводит к увеличению живой массы птицы на 4,2 %, при этом среднесуточный прирост оказался выше на 4,9 %; снижаются затраты корма на 1 кг прироста на 1,79 %.

Ответственные за внедрение:

Представители ООО «БПК»

Главный ветеринарный врач

 /Моисеенкова О.В./

Начальник площадки выращивания

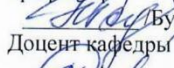
 /Витюгова Е.В./

Технолог

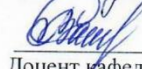
 /Обыденников Д.Ю./

Представители ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева

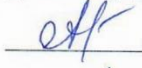
Зав. кафедрой кормления животных,
профессор

 /Буряков Н.П./

Доцент кафедры кормления животных

 /Заикина А.С./

Доцент кафедры кормления животных

 /Ксенофонтова А.А./

Аспирант кафедры кормления животных

 /Косогор А.В./

Приложение К

II этап Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов
и молодых учёных высших учебных заведений Министерства сельского хозяйства
Российской Федерации в номинации «Зоотехния» (Москва, 2025 г.)



Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Брянский государственный аграрный университет»

ДИПЛОМ

награждается

**Косогор
Анастасия Владимировна**

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

занявшая

VII место

во II этапе Всероссийского конкурса на лучшую научную работу
среди студентов, аспирантов и молодых ученых аграрных
образовательных и научных организаций России
в номинации «Зоотехния»

(категория «Аспиранты и молодые ученые»),

научная работа: «Эффективность использования хлористого калия
в кормлении цыплят-бройлеров»



Ректор

С.М. Сычёв



Брянская область, 2025 г.

Приложение Л

III этап Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых учёных высших учебных заведений Министерства сельского хозяйства Российской Федерации в номинации «Зоотехния» (Москва, 2025 г.)



Приложение М

XXVII Российская агропромышленная выставка «Золотая осень-2025», конкурс «За производство высококачественных кормов и кормовых добавок» (Москва, 2025 г.)

