

На правах рукописи



Степанишин Виктор Владимирович

**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ
МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПРОДУКТИВНОСТИ
ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ
РАЦИОНАХ КОРМЛЕНИЯ**

4.2.1. Патология животных, морфология, физиология,
фармакология и токсикология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Москва – 2025

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина».

Научный консультант:

Позябин Сергей Владимирович – доктор ветеринарных наук, профессор, профессор РАН, ректор, заведующий кафедрой ветеринарной хирургии ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина».

Официальные оппоненты:

Дроздова Людмила Ивановна – доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой морфологии и экспертизы ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет».

Козырев Сослан Германович – доктор биологических наук, доцент, директор Северо-Кавказского научно-исследовательского института горного и предгорного сельского хозяйства – филиала ФГБУН ФНЦ «Владикавказский научный центр Российской академии наук».

Базекин Георгий Вячеславович – доктор ветеринарных наук, доцент, декан факультета биотехнологий и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет».

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет».

Защита диссертации состоится «19» сентября 2025 года в 10:00 часов на заседании диссертационного совета 35.2.036.02 на базе ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», по адресу: 355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» и на сайте <https://www.stgau.ru>.

Автореферат разослан «__»_____ 2025 г. и размещен на сайтах: ВАК Министерства науки и высшего образования РФ <https://vak.minobrnauki.gov.ru> «__»_____ 2025 г.; ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» <https://www.stgau.ru> «__»_____ 2025 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета 35.2.036.02,
кандидат биологических наук

Шулунова Ангелина Николаевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В Указе Президента Российской Федерации от 28.02.2024 № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» введено понятие технологического суверенитета как способности государства создавать и применять критически важные наукоемкие технологии и иметь возможность организовать на их основе производство в стратегически значимых отраслях, а также говорится о вступлении в новый этап развития в условиях санкционного давления. Важной составляющей этой работы является максимальное обеспечение отечественных сельхозпроизводителей отечественным племенным материалом. Развитие птицеводства в России является стратегически важным направлением для обеспечения продовольственной безопасности страны, при этом производство бройлеров еще в 2019 году, на 97–98 % зависело от импортного племенного материала, при том, что уровень самообеспеченности мясом птицы России составил более 100 %. Бройлерное птицеводство является одной из наиболее приоритетных отраслей животноводства благодаря скороспелости, высокой мясной продуктивности при хорошей усвояемости корма и сравнительно низких затратах (Контровская И.А., Жук А.А., 2021; Хорошевская Л.В., Сложенкина М.И., Горлов И.Ф., 2022; Рыкова И.Н., Губанов Р.С., Рыков Г.К., 2024; Буяров В.С., 2020; Бобылева Г.А., 2022; Емануйлова Ж.В., Егорова А.В., Ефимов Д.Н., Комаров А.А., 2022; Фисинин В.И., 2025).

В условиях интенсивных методов производства мяса птицы, включая бройлеров, предприятия птицеводства активно стремятся внедрять и использовать современные инновационные технологии на всех этапах — от содержания и кормления до переработки птицы. Эти технологии охватывают широкий спектр мероприятий, направленных на повышение производительности и улучшение качества конечной продукции. Они включают в себя как усовершенствование условий содержания птицы, так и оптимизацию рациона, что позволяет значительно повысить эффективность производства.

Одним из ключевых факторов, играющих важную роль в бройлерном птицеводстве, является использование высокопродуктивных кроссов, которые обеспечивают максимальную реализацию генетического потенциала птицы. Эти кроссы отличаются высокими показателями роста, быстрым набором массы и высокой конверсией корма, что позволяет значительно повысить продуктивность и экономическую эффективность производства. Применение таких кроссов требует соответствующего подхода к условиям содержания, кормлению и обеспечению здоровья птицы, что позволяет полностью раскрыть их генетический потенциал и добиться высокого уровня рентабельности (Ефимов Д.Н., Комаров А.А., 2021; Белов А.А., Иващенко М.Н., Дерюгина А.В., 2021; Фёдорова А.О., 2021; Буряков Н.П., 2022; Egorov I., Manukyan V., Lenkova T., Egorova T., Nikonov I., 2020; Кузьмина Т.Н., Кузьмин В.Н., Маринченко Т.Е., Скляр А.В., Гусев В.А., Зазыкина Л.А., 2023;

Маринченко Т.Е., Кузьмин В.Н., Кузмина Т.Н., Королькова А.П., Горячева А.В., Скляр А.В., Гусев В.А., Зазыкина Л.А., 2023).

В этой связи оценка реализации генетического потенциала проводится в основном с помощью молекулярно-генетических и зоотехнических методов исследования, в то время как важное значение в оценке качества продукции птицеводства занимает установка морфологических характеристик сырья, в частности мышц птицы (Маринченко Т.Е., Кузьмин В.Н., Кузмина Т.Н., Королькова А.П., Горячева А.В., Скляр А.В., Гусев В.А., Зазыкина Л.А., 2023; Емануйлова Ж.В., Егорова А.В., Ефимов Д.Н., Комаров А. А., 2022;). На сегодняшний день в отечественном птицеводстве не создана достоверная система оценки морфологической зрелости мышц, основанная на анализе их структурных составляющих, таких как мышечные волокна, соединительнотканый компонент, митохондриальная сеть и т.д.

Биологически полноценное кормление является фундаментом успешного и эффективного развития мясного птицеводства. Оптимизация кормовых рационов имеет решающее значение, так как она позволяет значительно повысить продуктивность и рентабельность птицеводческой отрасли. Рацион, сбалансированный по белкам, жирам, углеводам, витаминам и микроэлементам, является основой для достижения высокой мясной продуктивности. В условиях высокоинтенсивного производства мяса важно не только обеспечивать птицу всеми необходимыми питательными веществами, но и поддерживать оптимальное соотношение этих веществ в рационе для их эффективного усвоения и стимуляции роста бройлеров.

Для полноценной реализации метаболических и ростовых процессов в организме птиц необходимо применять сбалансированные рационы, в которых правильно подобраны компоненты, отвечающие за поддержание всех физиологических процессов. Только при таком подходе можно обеспечить получение высококачественного мяса, соответствующего требованиям рынка и потребительским стандартам (Егоров И.А., 2006; Рахимов И.Х., Дерхо М.А., 2013; Трухачев В.И., Епимахова Е.Э и др., 2015, 2016; Харлап С.Ю, Дерхо М.А., 2015; Медведский В.А., 2016; Сафонова В.Ю., 2016; Фисинин В.И., 2017; Егоров И.А. и др. , 2018; Вертипрахов В.Г., 2020; Белов А.А., 2021; Буряков Н.П., 2022; Королькова-Субботкина Д.Е., 2022).

Однако использование кормовых добавок в рационе птиц для стимуляции ростовых процессов и повышения мясного выхода должно иметь под собой научное обоснование с учетом структурного контроля получаемого сырья, отражающего степень зрелости мышечной ткани и влияющего на качественные показатели продукции, поступающей к потребителю (Симакова И.В., Васильев А.А., Корсаков К.В., Гуляева Л.Ю. 2018; Новикова М.В., Лебедева И.А., Дроздова Л.И., 2022).

Следует отметить, что в условиях конкурентного рынка агропромышленного комплекса внутри страны и растущего запроса потребителей на все более высокое качество продукции при сохранении доступности цен, особого внимания заслуживает научное обоснование

использования в кормлении птицы средств, являющихся заменой традиционно используемым антибиотикам. На фоне растущего потребительского интереса к здоровому и безопасному питанию, требования к качеству пищевых продуктов становятся все более высокими. Потребители все чаще отдают предпочтение тем продуктам, которые не только обладают хорошими органолептическими характеристиками, но и соответствуют современным экологическим стандартам, обеспечивая безопасность и здоровье (Серебрякова М.Ф., 2018; Фетюхина О.Н., Баранова О.Н., Бунчиков О.Н. и др., 2018; Щепеткина С.В., 2019; ГОСТ 31962-2013; ГОСТ 9959-2015; ГОСТ Р 52349-2005).

В этих условиях на рынке продаж увеличивается спрос на российские кормовые добавки. В связи с этим важнейшая задача, стоящая перед научным сообществом и бизнесом, заключается в поиске наиболее эффективных отечественных и при этом современных, экономически выгодных и экологически безопасных кормовых добавок, которые позволят максимально использовать генетический потенциал птицы (Машталер Д.В., Третьякова Е.Н., Скоркина И.А., 2016; Салаутин В.В., 2003; Новикова М.В., Лебедева И.А., Дроздова Л.И., 2022).

В частности, особенно актуальным представляется применение пробиотических добавок, которые позволяют повысить иммунитет птиц и корректировать их метаболические процессы (Штеле А.Л., 2016; Шевченко А.Н., Османян А.К., Селионова М.И., 2022; Бобылева Г.А., 2018; Деблик А.Г., 2007; Хорошевская Л.В., Сложенкина М.И., Горлов И.Ф., Хорошевский А.П., 2022). Исследования показывают, что использование пробиотиков в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы способствует увеличению выживаемости поголовья, а также положительно влияет на состав микрофлоры пищеварительного тракта. Это улучшение биоразнообразия микробиоты способствует повышению общей резистентности организма, улучшению сохранности поголовья и увеличению продуктивности (Бессарабов Б.Ф., Урюпина Г.М., 2006; Пулин Р.Н., 2002; Воробьев Н.И., 2021; Курманаева В.В., Бушов А.В., 2012).

Не меньший интерес представляет оценка влияния на организм птиц кормовых добавок, содержащих пребиотики. Их положительное влияние на организм сельскохозяйственных животных, в том числе кур, заключается в том, что, попадая в пищеварительный канал, они подвергаются ферментации микрофлорой кишечника с образованием короткоцепочечных жирных кислот. Эти кислоты оказывают выраженные противовоспалительный и бактерицидный эффекты (Скворцова Л.Н., 2010; Скворцова Л.Н., Беляев А.И., 2010). Кроме того, препараты на основе полисахаридов обладают антиоксидантными свойствами, способствуют заживлению дефектов слизистой оболочки пищеварительного канала и оказывают лечебно-профилактическое воздействие, в том числе при токсической дистрофии печени у птиц.

Введение сорбентов в рацион птиц также становится одной из востребованных практик в современной птицеводческой индустрии. Это

связано с необходимостью улучшения качества корма, повышения эффективности поедания и уменьшения риска токсикозов (Кочиш И.И., Красочко П.А., Капитонова Е. А. и др., 2020; Сагдеева З.Х., Матросова Л.Е., Семенов Э.И. и др., 2023). Сорбенты помогают связывать токсины и другие вредные вещества, улучшая общее состояние птицы и повышая её продуктивность (Алеев Д.В., Халикова К.Ф., Ямалова Г.Р., 2020; Лагкуев Г.М., Каиров В.Р., Темираев В.Х. и др., 2022).

На основании вышеизложенного можно утверждать, что, несмотря на широкое использование кормовых добавок при промышленном выращивании цыплят-бройлеров, до сих пор остается актуальной разработка методики оценки состояния мышц с учетом морфологических критериев. В то же время такая методика может эффективно применяться при оценке новых научно обоснованных технологий выращивания сельскохозяйственной птицы с анализом полноты реализации продуктивного потенциала перспективных линий и кроссов на птицеводческих предприятиях.

Степень разработанности темы. Согласно литературным данным отечественных и зарубежных исследователей в рамках рассматриваемой в работе тематике, установлено, что вопросами изучения связи структурной организации систем, органов и тканей птицы, с учетом влияния алиментарного фактора, занимались многие авторы, что подтверждает актуальность научной проблемы, решению которой посвящена настоящая работа. Вместе с тем, на наш взгляд, требуется существенное расширение теоретической базы и определение прикладного использования полученных сведений по морфологии мышц цыплят-бройлеров в сопряжении с оценкой продуктивного потенциала мясных кроссов, для анализа результативности селекционно-генетических мероприятий с целью обеспечения технологического суверенитета и решения вопросов продовольственной безопасности страны.

В последние годы работы отечественных и зарубежных морфологов главным образом были посвящены изучению морфологии отдельных органов и систем птиц. Большое внимание уделяется исследованию анатомического и гистологического строения органов, их внутриорганных единиц с учетом структуры окружающих тканей (Курилкин В.В., Никитченко В.Е., 2011; Леляк А.А., Ноздрин Г.А., Леляк А.И., Ревков Н.В., 2012; Хуснутдинов Р.Р., Волкова Е.С., 2006; Акаевский А.И., Юдичев Ю.Ф., Селезнев С.Б., 2009; Тельцов Л.П., Степочкин А.А., Музыка И.Г., 2010; Епихова О.Г., Крикливый Н.Н., Тельцов Л.П., Пронин В.В., 2012; Фоменко Л.В., Хонин Г.А., Чижикова М.Ю., 2015; Schummer A., Nickel R., 1992; J.J.Baumel et al., 1993; F.V. Salomon, 1993). Исследования морфологии органов мышечной системы птиц в постнатальном онтогенезе малочисленны, кратки по своему содержанию и противоречивы (Шиншинова О.А., 1999; Жемухова М.Ч., 1999; Гахова Н.А., 2005; Сулейманов Ф.И., Бегалиев Ы.Т., 1999).

Наиболее обстоятельные сведения в области морфологической характеристики мышц и органов птиц изложены в ряде работ (Амелина А.Н., 2013; Хомутильник Е.И., Харитоник Д.Н., Тумилович Г.А., 2010; Харитоник

Д.Н., 2012; Прусаков А.В., 2018; Гласкович М.А. 2018; Кондрашкина К.М., Никитченко Д.В., Никитченко В.Е., 2023).

Результаты исследований, посвященных оценке влияния препаратов и добавок на структуру органов и систем сельскохозяйственной птицы представлены в работах российских и зарубежных авторов (Акаевский А.И., Юдичев Ю.Ф., Селезнев С.Б., 2009; Епихова О.Г., Крикливый Н.Н., Тельцов Л.П., Пронин В.В., 2012; Пронина Р.В., 2014; Фоменко Л.В., Хонин Г.А., Чижилова М.Ю., 2015; Yang Y., Choct M., 2009; Qamar A., Mohyuddin S.G., Hamza A. et al.).

Несмотря на многочисленные положительные результаты проведенных исследований по рассматриваемой тематике, сведения об особенностях структуры скелетных мышц у бройлеров отечественных кроссов в сравнении с иностранными аналогами фрагментарны. Недостаточно изучены механизмы адаптации цыплят-бройлеров при использовании кормовых добавок в рационах. При этом данные о воздействии на организм молодняка и взрослых кур новых кормовых добавок и нетрадиционных кормов подробно изложены во многих работах (Басова Е.А., Ядрищенская О.А., Шпынова С.А., Селина Т.В., 2022; Новикова М.В., Лебедева И.А., Дроздова Л.И., 2022; Whelan R.A., Doranalli K., Rinttilä T. et al., 2019; Żbikowska K., Michalczyk M., Dolka B., 2020).

Таким образом, вопрос о создании объективной методики оценки состояния скелетных мышц бройлеров различных кроссов при использовании в рационе кормовых добавок является важной научной задачей. Разработка такой методики имеет большое прикладное и хозяйственное значение, так как позволит создать гибкую систему оценки не только результативности технологий содержания бройлеров, но и выявить признаки генетически детерминированного продуктивного потенциала отдельных кроссов и линий кур.

Исходя из вышеизложенного, **цель настоящего исследования** – на основании комплексного методического подхода разработать научно обоснованную методику оценки состояния мышц цыплят-бройлеров с учетом морфологических критериев при различных рационах кормления как основу для совершенствования отечественных линий и кроссов сельскохозяйственной птицы.

Для реализации цели необходимо решение **ряда задач**:

1. На основании методов световой микроскопии и микроскопической морфометрии изучить особенности реализации генетически детерминированных ростовых процессов в поверхностной грудной мышце, четырехглавой мышце бедра у бройлеров кроссов «Смена-9», «Росс-308», «Кобб-500» на основном рационе.

2. С помощью метода трансмиссионной электронной микроскопии и микроморфометрии выявить ультраструктурные особенности строения скелетных мышц цыплят-бройлеров, содержащихся на основном рационе, и оценить степень развития митохондриальной сети как маркера метаболической активности ростовых процессов.

3. На основании гистологических, ультраструктурных и морфометрических критериев сформировать методику морфологической оценки состояния скелетных мышц цыплят-бройлеров, позволяющую оценить особенности реализации ростовых процессов в зависимости от кросса и рациона, в том числе на фоне применения кормовых добавок.

4. Выявить общие закономерности и особенности структурной организации скелетных мышц у цыплят-бройлеров кроссов «Смена-9», «Росс-308», «Кобб-500» в возрасте 35 суток на примере поверхностной грудной мышцы и четырехглавой мышцы бедра.

5. Представить комплексную гистологическую, ультраструктурную и микроморфометрическую характеристику скелетных мышц у цыплят-бройлеров кроссов «Смена-9», «Росс-308», «Кобб-500» в возрасте 35 суток, а также гематологические, макроморфологические показатели и массу птиц, гистологическую картину их внутренних органов в зависимости от применяемых кормовых добавок.

6. Разработать алгоритм оценки реализации продуктивного потенциала цыплят-бройлеров, характеризующего степень зрелости скелетной мышечной ткани и учитывающего макроскопические, микроскопические, микроморфометрические показатели и значения массы птицы и мышц.

7. На основании результатов, полученных при использовании авторского алгоритма оценки ростовых процессов скелетных мышц для определения степени реализации продуктивного потенциала цыплят-бройлеров, представить предложения по совершенствованию методов морфологического контроля продуктивности выращиваемой птицы.

Объект исследования: клинически здоровые цыплята-бройлеры кроссов «Смена-9», «Кобб-500» и «Росс-308».

Предмет исследования: гистологическая и ультраструктурная характеристика скелетной мышечной ткани, микроморфометрические показатели скелетных мышц, биохимические показатели крови, весовые характеристики птиц и скелетных мышц, гистологические особенности сердца, селезенки, желудка, печени и фабрициевой бursы, органолептические показатели качества тушек и мяса цыплят-бройлеров.

Научная гипотеза: Морфологическая характеристика скелетной мышечной ткани мясных кроссов кур в процессе выращивания птиц может характеризоваться особенностями реализации ростовых процессов с учетом генетически детерминированного продуктивного потенциала, проявление которого в миогенезе может быть стимулировано на фоне применения кормовых добавок и характеризоваться различной степенью активности роста структурных составляющих мышц.

Научная новизна. На основании проведенных исследований разработана методика комплексной оценки мышц кур мясных кроссов на примере кроссов «Смена-9», «Росс-308», «Кобб-500», включающая объективные критерии, которая не только позволяет оценить статус продуктивности кросса, но и может быть использована для тестирования кормовых добавок и проверки их влияния на внутреннюю структуру

скелетных мышц в ходе реализации научных исследований и апробации новых технологий выращивания птиц на производстве.

Получены новые научные сведения о структурных показателях скелетных мышц на примере поверхностной грудной мышцы и четырехглавой мышцы бедра у наиболее распространенных мясных кроссов кур «Смена-9», «Росс-308» и «Кобб-500». Проведена сравнительная морфологическая оценка мышц, наиболее ценных в пищевом отношении (грудные мышцы на примере поверхностной грудной мышцы, мышцы бедра на примере четырехглавой мышцы бедра) наиболее распространенных мясных кроссов кур «Смена-9», «Росс-308» и «Кобб-500» по гистологическим (плотность расположения мышечных волокон, тинкториальные свойства, выраженность поперечной исчерченности, плотность упаковки миофибрилл, наличие жировой ткани в перимизии) и микроморфометрическим (площадь мышечных волокон и их пучков, толщина эндомиоэпия и перимизия, соотношение мышечных волокон разной площади в структуре пучка, соотношение площади мышечных волокон и соединительнотканых структур на площади среза) критериям. Показано, что во всех изученных группах поверхностная грудная мышца отличается большей морфологической зрелостью и имеет более плотную упаковку мышечных волокон и их пучков, чем четырехглавая мышца бедра.

Разработанная методика оценки скелетных мышц цыплят-бройлеров с использованием морфологических критериев позволяет дать объективную оценку изменению ростовых процессов в мышцах, морфологической зрелости мышцы, что может использоваться как инструмент оценки эффективности технологий выращивания в мясном птицеводстве.

Новизна исследований подтверждена патентом на изобретение Российской Федерации (№2838358 от 14.04.2025) и свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ (№2025620334 от 20.01.2025; №2025620410 от 23.01.2025).

Теоретическая и практическая значимость работы. Разработанная методика оценки состояния скелетной мышечной ткани цыплят-бройлеров, включающая комплексную оценку по весовым, макроскопическим, гистологическим, ультрамикроскопическим, микроморфометрическим критериям предназначена для изучения эффектов применения кормовых добавок, особенностей их влияния на тканевый метаболизм. Разработанные морфологические критерии оценки могут применяться при анализе результатов применения научно обоснованных технологических подходов по выращиванию бройлеров, а также при оценке продуктивного потенциала перспективных линий и кроссов на птицеводческих предприятиях. Комплекс морфологических и морфометрических показателей поверхностной грудной мышцы и четырехглавой мышцы бедра цыплят-бройлеров мясных кроссов «Смена-9», «Росс-308» и «Кобб-500» при выращивании на основном рационе и при использовании отечественных кормовых добавок (пребиотик, пробиотик, сорбент) вносит дополнения в существующую базу теоретических знаний о структурных и метаболических изменениях,

возникающих в мышечной ткани цыплят-бройлеров при изменении рационов.

На основании комплексных фундаментальных исследований представлена характеристика структуры мышц (поверхностной грудной и четырехглавой бедра) цыплят-бройлеров кроссов «Смена-9», «Росс-308» и «Кобб-500», которые являются наиболее распространенным объектом мясного птицеводства. Показано, что перспективный отечественный кросс «Смена-9» по весовым показателям, структуре мышц, соотношению мышечных волокон и соединительной ткани, интенсивности метаболизма в мышечных волокнах и ростовых процессов в мышцах не уступает зарубежным кроссам «Росс-308» и «Кобб-500».

Представлены морфологические показатели, выраженные в двух базах данных, которые являются наиболее чувствительными и, соответственно, более вариабельными в поверхностной грудной мышце (далее – ПГМ) и четырехглавой мышце бедра (далее – ЧМБ) у цыплят-бройлеров в связи с изменением рациона. К ним относятся соотношение мышечных волокон и соединительной ткани в структуре мышцы, площадь мышечных волокон, соотношение мышечных волокон большой, средней и малой площади в структуре мышцы. Последний показатель отражает основные тенденции роста мышцы с преобладанием гипертрофических или гиперпластических процессов, а также сочетанную реализацию этих процессов.

Установлены общие закономерности и породные особенности изменения внутренней структуры мышц, возникающие в ответ на введение в рацион кормовых добавок, которые соотносятся с показателями качества мяса. Разработанная методика оценки структуры мышц цыплят-бройлеров представляет интерес для производства и может быть использована в условиях промышленного мясного птицеводства, в том числе в условиях эксперимента при тестировании эффективности применения кормовых добавок. Результаты проведенных исследований показывают, что использованные в эксперименте кормовые добавки неодинаково влияют на тканевый метаболизм, что проявляется изменением морфологических показателей изучаемых мышц. Полученные данные целесообразно учитывать при составлении рационов в промышленном птицеводстве и последующего анализа продуктивного потенциала птицы. Отдельные морфологические критерии разработанной методики могут учитываться при ветеринарно-санитарной экспертизе мясной продукции и служить элементом системы производственно-ветеринарного контроля на предприятиях.

Научно-практическая значимость диссертационной работы заключается в разработке способа оценки продуктивного потенциала цыплят-бройлеров на основе морфологических критериев и формировании баз данных по структурным показателям скелетных мышц птиц мясных кроссов. Получены патент РФ на изобретение «Способ оценки морфологической зрелости скелетных мышц цыплят-бройлеров» (№2838358 от 14.04.2025), свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ «Показатели четырехглавой мышцы бедра у кур мясного направления

продуктивности в постэмбриональном онтогенезе» (№2025620334 от 20.01.2025); «Показатели поверхностной грудной мышцы у кур мясного направления продуктивности в постэмбриональном онтогенезе» (№2025620410 от 23.01.2025).

Методология и методы исследования. Методология решения поставленных задач основана на комплексном методическом подходе при изучении объектов исследования, анализе и обобщении результатов исследований, полученных с использованием анатомического, гистологического, ультраструктурного, морфометрического, зоотехнического, гематологического, органолептического методов исследований на современном сертифицированном оборудовании. В процессе разработки дизайна эксперимента и реализации этапов исследования применены методы научного познания: наблюдение, анализ, интерпретация и обобщение. Обоснование результатов собственных исследований сформировано с учетом актуальности, цели и задач исследования, анализа научных работ российских и зарубежных ученых по теме диссертационного исследования. Полученные результаты эксперимента и научно-производственного опыта обрабатывали при помощи программ Statistica 8.1 (Statsoft), а для выявления статистически значимых различий в количественных характеристиках мышц применялся критерий Краскела-Уоллеса с уровнем значимости $p \leq 0,05$. При морфометрических исследованиях изображений, полученных методом трансмиссионной электронной микроскопии, использовали программный комплекс Fiji, построенный на базе программы ImageJ v2 с соответствующими плагинами. Измерения проводили в микрометрах после предварительной геометрической калибровки по оцифрованной при том же увеличении шкале. Статистическую обработку результатов выполняли в программе GraphPad Prism v8.41 (США). Для выявления нормальности распределения использовали тест Д'Агостино-Пирсона. При нормальном распределении использовали t-тест Стьюдента для парного сравнения и тест Тьюки для сравнения трёх и более групп. Различия групп исследования с контрольной оценивали с помощью теста Даннета. При ненормальном распределении использовали тест Манна-Уитни для парного сравнения и тест Данна для сравнения трёх и более групп.

Положения, выносимые на защиту:

1. Методика морфологической оценки скелетных мышц цыплят-бройлеров, основанная на анализе результатов изучения представительства мышечных волокон разного диаметра в их структуре, выраженности признаков стимуляции миогенеза, усиления метаболической активности в скелетной мышечной ткани, позволяет объективно охарактеризовать особенности течения ростовых процессов.

2. Макроскопические, гистологические, ультрамикроскопические и биохимические критерии, отражающие активность роста и степень морфологической зрелости поверхностной грудной мышцы и четырехглавой мышцы бедра, не имеют достоверных отличий у цыплят-бройлеров кроссов

«Смена-9», «Росс-308» и «Кобб-500» при соблюдении стандартных условий выращивания птицы.

3. Установленная вариабельность течения ростовых процессов в скелетных мышцах цыплят-бройлеров, возникающая на фоне использования разных рационов и фиксируемая с помощью морфологических критериев, является основой для дальнейших научных исследований, практической разработки и внедрения новых технологий контроля выращивания кур мясных кроссов.

4. Наибольшая стабильность реализации генетического потенциала мясной продуктивности цыплят-бройлеров при использовании пребиотика, пробиотика и сорбента в рационах выявлена у кросса «Смена-9», что выражается в морфологических, микроморфометрических показателях поверхностной грудной мышцы и четырехглавой мышцы бедра, а также показателях массы птиц и мышц.

5. Разработанный алгоритм оценки реализации генетически детерминированного потенциала мясной продуктивности у цыплят-бройлеров, основанный на результатах морфологических, гематологических, зоотехнических исследований, позволяет объективно судить о морфологической зрелости скелетных мышц, стимуляции ростовых процессов у цыплят-бройлеров и реализации их генетического потенциала.

Степень достоверности и апробация результатов. В диссертационной работе результаты были достигнуты благодаря применению сертифицированного оборудования в учреждениях, имеющих лицензию и аккредитацию для работы в данной области. Исследования охватывали достаточное количество объектов, используя современные методики, включая цифровые технологии. Процесс проведения и полученные результаты проиллюстрированы на рисунках и сведены в таблицы. Экспериментальная выборка оказалась репрезентативной, а для статистического анализа и интерпретации данных применялись передовые методы обработки информации и статистического анализа. Фрагменты работы реализованы в рамках выполнения тематического плана-задания на выполнение научно-исследовательских работ по государственному заказу Минсельхоза России (Соглашение от 30.01.2023 №082-03-2023-238) по теме: «Разработка теоретических основ и методологии практического использования морфологических критериев в оценке качества и безопасности продукции птицеводства», утвержденного и поддержанного на Научно-техническом совете Минсельхоза России от 10.07.2024 года. Результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на конференциях международного, всероссийского и регионального уровней: X международная межвузовская конференция по клинической ветеринарии, МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, г. Москва, 18 декабря 2020 г.; II Всероссийская научно-практическая конференция «Морфология в XXI веке: теория, методология, практика», МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, г. Москва, 02 июня 2021 г.; XII Международная межвузовская конференция по клинической ветеринарии, МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина, г. Москва, 17 ноября

2022 г.; III Международная научно-практическая конференция «Морфология в XXI веке: теория, методология, практика», МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, г. Москва, 7 апреля 2023 г.; XIII Международная межвузовская конференция по клинической ветеринарии, МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, г. Москва, 19 декабря 2023 г.; Научно-практическая конференция студентов и молодых ученых «Ветеринария, зоотехния, биотехнология и продовольственная безопасность – науке и практике АПК», МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, г. Москва, 08 февраля 2024 г.; IV Международная научно-практическая конференция «Морфология в XXI веке: теория, методология, практика», МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, г. Москва, 25 апреля 2024 г.; XIV Международная межвузовская конференция по клинической ветеринарии, МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, г. Москва, 6 декабря 2024 г.; Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы ветеринарной медицины, зоотехнии и биотехнологии», МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, г. Москва, 15 декабря 2024 г.

Результаты научных исследований используются в работе предприятий агропромышленного комплекса и внедрены в систему мероприятий по оценке реализации потенциала мясной продуктивности у цыплят-бройлеров на площадках ПАО «Группа Черкизово»: АО «Петелинская Птицефабрика», Московская область; АО «Васильевская Птицефабрика», Пензенская область; ООО «Лиско Бройлер», Воронежская область; АО «КЦ» Брянская, Липецкая и Московская области; АО «Алтайский Бройлер», Алтайский край; ЗАО «Белая Птица», Белгородская и Курская области; ЗАО «Ровеньский Бройлер», Белгородская область. Сведения по морфологическим критериям скелетных мышц и базы данных по мясным кроссам цыплят-бройлеров используются в научно-исследовательской работе по развитию биотехнологий, геномики, молекулярной биологии, ветеринарно-санитарной экспертизы в НИЦ «Черкизово».

Результаты апробированы и внедрены в учебный процесс по дисциплинам «Цитология, гистология и эмбриология», «Морфология животных», «Структурный контроль качества сырья и продуктов животного происхождения» в ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина», ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», ФГБОУ ВО «Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова», ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет».

Личный вклад автора. Диссертация представляет собой результат научных исследований автора, проводимых с 2020 года. Автором самостоятельно сформулированы цель и определены задачи исследования, скрупулезно изучены доступные источники литературы по теме

диссертационной работы. Автором освоены и использованы как классические, так и современные методы исследований, позволившие получить и объективно оценить морфологические, биохимические и зоотехнические данные. Проведена статистическая обработка цифровых данных, доказательная база диссертации представлена в виде самостоятельно оформленного иллюстративного и табличного материала. Личный вклад соискателя в выполнение данной работы составляет более 85 %.

Публикации результатов исследований. По результатам исследований опубликовано 29 научных работ, в которых нашли отражение основные положения и выводы по теме работы, в том числе 11 в изданиях, включенных в Перечень российских рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук и 18 публикаций в научных журналах, материалах и сборниках конференций. На основании результатов научных исследований получены патент на изобретение Российской Федерации и 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, опубликованы методические рекомендации, разработанные в рамках выполнения тематического плана-задания на выполнение научно-исследовательских работ по государственному заказу Минсельхоза России, а также издана монография.

Объем и структура диссертации. Рукопись диссертации изложена на 380 страницах машинописного текста (без учета приложений), иллюстрирована 74 рисунками, 44 таблицами, состоит из введения, обзора литературы, собственных исследований, заключения, списка сокращений, списка литературы и приложения. Список литературы включает 645 источников, в том числе 163 зарубежных.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В обзоре представлены данные научной литературы, посвященные анализу современного состояния отрасли птицеводства в Российской Федерации и затрагивающие биологические особенности сельскохозяйственной птицы, морфологическую характеристику мышц и внутренних органов цыплят-бройлеров, результаты использования пребиотиков, пробиотиков и сорбентов при выращивании цыплят-бройлеров.

2. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В разделе представлены основные результаты научных исследований, включая результаты экспериментов, отраженных в ранее опубликованных научных работах самостоятельно и в соавторстве с другими учеными, которые содержат актуальные и дополненные сведения.

2.1. Материалы и методы исследований

Исследования выполнены на базе кафедры анатомии и гистологии животных имени профессора А.Ф. Климова ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА

имени К.И. Скрябина, в качестве объектов исследования были избраны суточные цыплята мясных кроссов «Смена-9», «Росс-308» и «Кобб-500» (420 гол., всего). В качестве препаратов, включенных в основной рацион, были выбраны пробиотик «Бифидонол», пребиотик «Ньюмит», сорбент «Сорбент Эко».

Во всех группах параметры микроклимата, условия содержания, плотность посадки, фронт кормления и поения были одинаковыми, соответствующими нормам ФНЦ «ВНИТИП» РАН (2015). При выполнении эксперимента ориентировались на руководство по выращиванию кросса мясного кросса «Смена-9» под общей редакцией академика РАН В.И. Фисинина (2021), справочник по выращиванию бройлеров ROSS: Технология выращивания, руководство по содержанию и выращиванию бройлеров КОББ.

Экспериментальные группы животных формировались из суточных цыплят-бройлеров по методу аналогов (n=35, в каждой группе). При формировании групп цыплят взвешивали в индивидуальном порядке и методом случайной выборки распределяли по группам. Всем цыплятам-бройлерам скармливали полнорационные комбикорма (ПК), согласно периоду выращивания, при включении опытным группам дополнительно кормовую добавку (таблица 1).

Всего сформированы 4 группы цыплят:

- группа контроль (основной рацион);
- опытная группа №1 – пребиотик «Ньюмит» дозировка 0,5 г/кг корма;
- опытная группа №2 – сорбент «Сорбент Эко» дозировка 2 г/ кг;
- опытная группа №3 – пробиотик «Бифидонол» дозировка 0,5 г/кг.

Таблица 1 – Формирование экспериментальных групп

Кросс	Экспериментальная группа и число цыплят-бройлеров			
	Контроль	Пребиотик	Пробиотик	Сорбент
«Смена-9»	35 (21♂ 14♀)	35 (23♂ 12♀)	35 (18♂ 17♀)	35 (10♂ 25♀)
Росс-308	35 (18♂ 17♀)	35 (20♂ 15♀)	35 (19♂ 16♀)	35 (11♂ 24♀)
«Кобб-500»	35 (22♂ 13♀)	35 (16♂ 19♀)	35 (13♂ 22♀)	35 (16♂ 19♀)

В ходе проведения исследований учитывали следующие показатели:

1. Сохранность птицы и причины ее падежа учитывали путем ежедневной оценки клинического состояния и учета павшей птицы.

2. Живую массу бройлеров определяли путем индивидуального взвешивания молодняка при постановке цыплят на опыт, и по периодам выращивания.

3. Прирост живой массы. На основании полученных данных по живой массе по периодам выращивания рассчитывали абсолютный и среднесуточный проросты. Абсолютный прирост – путем деления разности между живой массой в конце и в начале опыта. Среднесуточный прирост

рассчитывали, как частное от деления абсолютного прироста на количество дней выращивания бройлеров.

4. Мясную продуктивность путем контрольного убоя методом декапитации и проведения анатомической разделки трех голов из каждой группы по методике ВНИТИП (2015) и с учетом требований справочников и руководств по выращиванию исследуемых цыплят-бройлеров.

В результате анатомической разделки учитывали следующие данные:

- массу полупотрошённой и потрошённой тушки методом индивидуального взвешивания;

- убойный выход мяса рассчитывали, как отношение массы потрошённой тушки к предубойной живой массе бройлеров.

Анатомические исследования проводили на базе кафедры анатомии и гистологии животных имени профессора А.Ф. Климова ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина классическим методом.

Для гистологических исследований аутопсийный материал, взятый на 35-е сут. эксперимента, фиксировали в 10 % растворе нейтрализованного формалина, деминерализовали, промывали в проточной воде, обезвоживали и заливали в парафин по общепринятой методике. Гистологические срезы готовили на микротоме LEICA RM 2235 (Leica, Германия), окрашивали гематоксилином и эозином, по Ван-Гизон и изучали с помощью микроскопов Microscreen и Jenamed-2, совмещенных с цифровой системой визуализации объектов для реализации микрофотосъемки объектов и программой анализа цифрового изображения ImageScope 4.0. При проведении микроморфометрических исследований изучаемые показатели определяли на серийных срезах, подсчитывая или измеряя объекты не менее, чем в 10-ти полях зрения в 8–10 срезах, получая 80–100 измерений. Количественные и линейные показатели обрабатывались статистически в программе ImageScope 4.0. Площадь объектов измеряли, используя специальные функции программы ImageScope 4.0, сохраняя полученные данные и используя в дальнейшем статистическую обработку с помощью программы SPSS Statistics 27. Для сравнения выборок применен непараметрический критерий Краскела-Уоллиса.

При исследованиях методами трансмиссионной электронной микроскопии образцы скелетных мышц размером 2 мм³ фиксировали 2,5 % раствором глутарового альдегида на фосфатном буфере (pH 7,4), дофиксировали в 1 % растворе тетраоксида осмия (OsO₄), обезвоживали в этаноле по общепринятой схеме, в процессе обезвоживания контрастировали 1 % уранилацетатом на 70 % этаноле и проводили заливку в смесь эпон–аралдит по стандартной методике. Ультратонкие срезы получали на ультратоме LKB-III (LKB Produkter, Швеция), дополнительно контрастировали цитратом свинца по Рейнольдсу и просматривали в просвечивающем электронном микроскопе JEM-100CX (JEOL, Япония). Фотофиксация препаратов на увеличении ×14000 (площадь поля зрения 100 мкм²) осуществлялась с помощью камеры Gatan ES500W Erlangshen (Model 782), (Gatan Inc., США). Полученные снимки с увеличением использовались

для проведения морфометрического исследования с помощью программного комплекса Fiji, построенного на базе программы ImageJ v2 с соответствующими плагинами. Измеряли толщину и плотность расположения миофибрилл, определяли плотность расположения, размер и количество митохондрий.

Биохимические исследования крови проводили на базе ООО ЛДВЦ МВА для анализа белкового, углеводного и липидного обмена на фоне применения пребиотика, пробиотика и сорбента в сочетании с основным рационом в сравнении с контрольной группой. В сыворотке крови оценивали содержание общего белка, альбумина, глюкозы, альфа-амилазы, лактатдегидрогеназы, триглицеридов и холестерина. Исследования проводили на автоматическом биохимическом анализаторе EOS Bravo V.200. Взятие крови производили из подмышечной (подкрыльцовой вены).

Статистическую обработку результатов выполняли в программе GraphPad Prism v8.41 (США). Для выявления нормальности распределения использовали тест Д'Агостино-Пирсона. При нормальном распределении использовали t-тест Стьюдента для парного сравнения и тест Тьюки для сравнения трёх и более групп. Различия групп исследования с контрольной оценивали с помощью теста Даннета. При ненормальном распределении использовали тест Манна-Уитни для парного сравнения и тест Данна для сравнения трёх и более групп. Статистически значимыми считали различия при уровне статистической значимости (α) или вероятности ошибки отклонения от нулевой гипотезы или ниже 5 % ($p < 0,05$). При построении графиков изображали арифметическое среднее и стандартное отклонение. Силу различий обозначали следующим образом: «*» соответствует $p < 0,05$; «**» – $p < 0,005$; «***» – $p < 0,0005$.

2.2. Результаты исследований и их анализ

2.2.1. Сравнительная характеристика результатов выращивания цыплят-бройлеров исследуемых кроссов

У всех кроссов цыплят-бройлеров на 35-е сут. в группе «Пробиотик» были установлены наибольшие значения показателя живой массы как у петушков, так и у курочек, при этом петушки незначительно опережают курочек по данному показателю (максимальное значение отмечено у петушков кросса «Росс-308» – на 5 % превышает контрольную группу). Это подтверждено показателем абсолютного прироста живой массы, максимальные значения которого были отмечены в группе «Пробиотик». Опытные группы «Пребиотик» и «Сорбент» также превзошли контрольную группу цыплят-бройлеров кроссов «Смена-9», «Кобб-500» и «Росс-308» по данному показателю.

По результатам определения среднесуточного прироста, выявлено, что опытные группы опережали контрольную. Предубойная живая масса была наибольшей у цыплят-бройлеров группы «Пробиотик» по сравнению с контролем (максимальное значение – на 127 г больше у петушков кросса

«Кобб-500» по сравнению с контролем). Показатели массы полупотрошённой (максимальное значение – на 99 г больше у «Кобб-500» по сравнению с контролем) и потрошённой (максимальное значение – на 114 г больше у «Кобб-500» по сравнению с контролем) тушки в опытных группах также превышали таковые контрольной. Полученные данные свидетельствуют о том, что в опытных группах кросса «Смена-9» по сравнению с контрольной группой возрастала интенсивность ростовых процессов, определяющая и лучшие весовые показатели цыплят. Наилучшие показатели отмечены в группе «Пробиотик».

Биохимические исследования крови показали, что в группах, получавших пребиотик и пробиотик, отмечено достоверное повышение общего белка: $36,2 \pm 2,2$ г/л и $35,4 \pm 1,7$ г/л («Смена-9»), $34,2 \pm 2,1$ г/л и $35,1 \pm 1,7$ г/л («Кобб-500»), $28,4 \pm 1,5$ г/л и $29,4 \pm 1,5$ г/л («Росс-308») соответственно, по сравнению с контролем. В группе с сорбентом изменений не выявлено.

Также в группах с добавлением к рациону пребиотиков и пробиотиков отмечено увеличение концентрации глюкозы: $12,4 \pm 0,9$ и $13,6 \pm 1,1$ ммоль/л («Смена-9»), $11,9 \pm 0,9$ и $14,4 \pm 1,1$ ммоль/л («Кобб-500»), $11,2 \pm 0,8$ и $11,8 \pm 0,9$ ммоль/л («Росс-308»), что может быть связано с усилением абсорбции углеводов, активацией ферментов (включая α -амилазу), снижением стресса и воспаления благодаря модуляции иммунного ответа и микробиома. Рост активности α -амилазы подтверждает усиление катаболизма сложных углеводов, что свидетельствует об интенсификации углеводного обмена. Одновременное снижение ЛДГ указывает на уменьшение анаэробного гликолиза и риска лактоацидоза. Согласно литературным данным, повышение уровня глюкозы и α -амилазы отражает сохранность углеводного метаболизма, что критично для роста и развития птицы.

Полученные результаты подтверждают положительное влияние пребиотиков и пробиотиков на метаболические процессы у кур кроссов «Смена-9», «Кобб-500» и «Росс-308». Их применение улучшает показатели белкового, углеводного и липидного обмена, способствуя увеличению массы и продуктивности птицы.

2.2.2. Сравнительная характеристика мышц цыплят-бройлеров по морфологическим критериям кроссов «Смена-9», «Росс-308» и «Кобб-500», содержащихся на основном рационе

Исследования показали, что мышцы цыплят-бройлеров изучаемых кроссов имеют типичный план строения, присущий скелетной мускулатуре (рисунки 1-2). Как в ПГМ, так и в ЧМБ среди мышечных волокон преобладали красные, среди которых определялись волокна большого, среднего и малого размер (таблицы 2-3).

Сравнительное изучение образцов ПГМ и ЧМБ, полученных от 35-суточных цыплят перспективного отечественного кросса «Смена-9» и лучших импортных кроссов «Росс-308» и «Кобб-500», содержащихся в стандартных условиях на основном рационе показало, что по гистологическим, ультраструктурным и морфометрическим критериям

образцы «Смены-9» не имеют существенных негативных отличий от образцов кроссов «Росс-308» и «Кобб-500». При этом большее сходство по гистологическим критериям образцы «Смены-9» обнаруживают с кроссом «Кобб-500», а по ультраструктурным – с кроссом «Росс-308». ПГМ и ЧМБ кросса «Смена-9» и «Кобб-500» отличаются асинхронностью роста, причем к 35-м сут. большую морфологическую зрелость имеет ПГМ. По гистологическим критериям, в частности, толщине мышечных волокон, соотношению площадей мышечной и соединительной тканей ПГМ всех трех кроссов близки (таблицы 2).

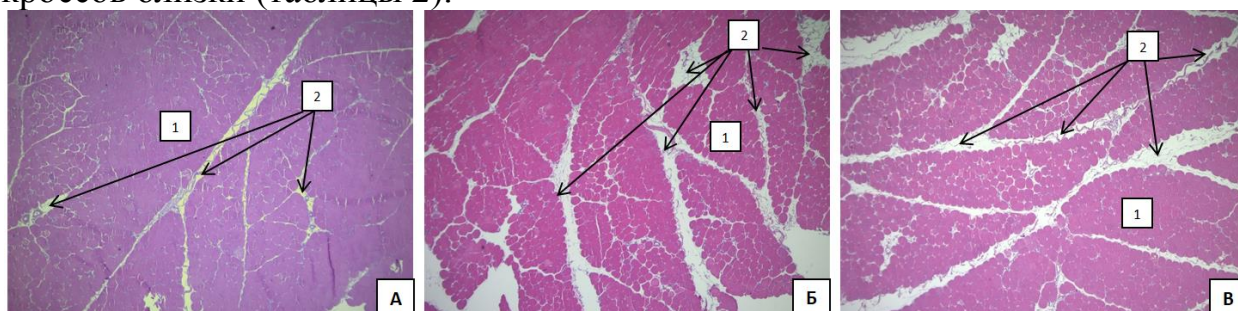


Рисунок 1 – Микроструктура поверхностной грудной мышцы цыплят-бройлеров мясных кроссов (35 сут.). Общий вид, поперечные срезы. А – «Смена-9», Б – «Росс-308», В – «Кобб-500». Мышечные волокна в структуре пучков 1 порядка (1) упакованы плотно, перимизий (2) хорошо выражен. Гематоксилин и эозин, х40.

При этом ультраструктурные признаки активного метаболизма, протекающего в мышечных волокнах, выражены у представителей кроссов «Смена-9» и «Росс-308» (рисунок 3). Следует отметить, что в соединительнотканном компоненте ПГМ у всех кроссов преобладает рыхлая соединительная ткань, в которой встречаются лишь отдельные адипоциты, что может быть морфологическим коррелятом диетических свойствам мяса.

Таблица 2 – Характеристика ПГМ 35-суточных цыплят-бройлеров кроссов «Смена-9», «Росс-308» и «Кобб-500» по морфометрическим критериям, Me (Q₁÷Q₃)

Показатель		Кросс		
		«Смена-9»	«Росс-308»	«Кобб-500»
Толщина мышечных волокон, мкм				
• большие	♂	45,6±4,21	51,6±3,24	55,5±6,11
	♀	42,1±5,63	48,5±5,16	50,2±4,57
• средние	♂	24,3±4,33	25,4±6,32	32,1±4,38
	♀	20,6±5,74	21,6±5,42	28,5±3,58
• малые	♂	18,1±3,36	15,3±5,25	22,6±3,72
	♀	15,4±4,53	12,1±4,63	19,8±5,43
Толщина пучков мышечных волокон 1 порядка, мкм	♂	155,2±23,42	152,4±22,32	90,3±21,51*
	♀	149,3±31,21	147,2±18,51	86,1±26,15*
Толщина пучков мышечных волокон 2 порядка, мкм	♂	372,5±44,25	520,7±54,21*	246,7±36,43
	♀	356,2±36,32	506,3±42,52*	229,3±42,27

Соотношение мышечная ткань: соединительная ткань на площади среза, %	♂	88:12	80:20*	87:13
	♀	89:11	81:19*	86:14

Примечание: статистическая значимость различий (при $p \leq 0,05$) в идентичных сроках исследования у опытной группы, по сравнению с контролем обозначена *

ЧМБ у изученных кроссов характеризуется неодинаковыми морфологическими признаками. При этом у представителей кроссов «Смена-9» и «Кобб-500» выявлена морфологическая картина, свидетельствующая о незавершенности ростовых процессов, на что указывает многочисленность волокон небольшого диаметра (таблица 3).

Для ЧМБ этих кроссов характерна рыхлость за счет большого содержания соединительнотканного компонента, в котором присутствует белая жировая ткань, что может соответствовать большей калорийности мяса (рисунок 2).

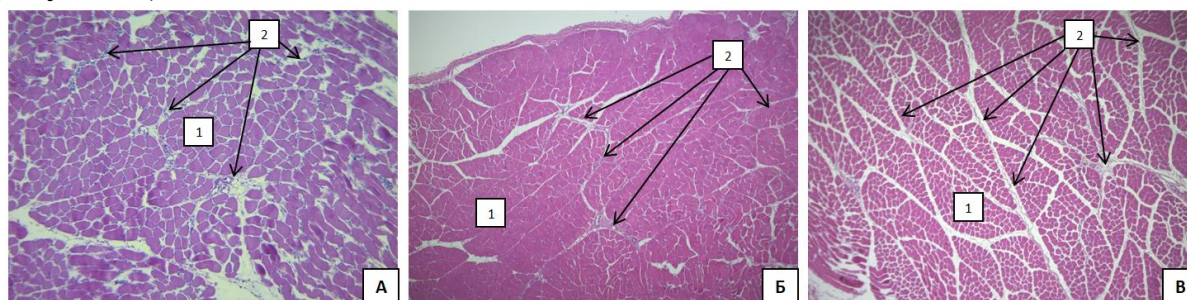


Рисунок 2 – Микроструктура четырехглавой мышцы бедра цыплят-бройлеров мясных кроссов (35 сут.). Общий вид, поперечные срезы. А – «Смена-9»: мышечные волокна в структуре пучков 1 порядка (1) упакованы рыхло, эндомизий и перимизий (2) хорошо развиты. Б – «Росс-308»: пучки мышечные волокна в структуре пучков 1 порядка (1) упакованы плотно, перимизий (2) имеет умеренное развитие. Д – «Кобб-500»: мышечные волокна в структуре пучков 1 порядка (1) упакованы рыхло, перимизий (2) развит сильнее, чем у других кроссов. Гематоксилин и эозин, $\times 40$.

Таблица 3 – Характеристика ЧМБ 35-суточных цыплят-бройлеров кроссов «Смена-9», «Росс-308» и «Кобб-500» по морфометрическим критериям, Me ($Q_1 \div Q_3$)

Показатель		Кросс		
		«Смена-9»	«Росс-308»	«Кобб-500»
Толщина мышечных волокон, мкм				
• большие	♂	47,2 $\pm$ 3,11	54,6 $\pm$ 5,24	44,2 $\pm$ 3,46
	♀	44,3 $\pm$ 2,41	51,4 $\pm$ 4,34	41,4 $\pm$ 4,82
• средние	♂	23,7 $\pm$ 3,72	25,4 $\pm$ 2,16	23,2 $\pm$ 5,42
	♀	20,8 $\pm$ 4,53	22,6 $\pm$ 6,54	21,4 $\pm$ 4,48
• малые	♂	13,5 $\pm$ 2,42	15,3 $\pm$ 3,52	13,3 $\pm$ 3,62
	♀	11,4 $\pm$ 3,11	13,5 $\pm$ 4,46	12,6 $\pm$ 3,51

Толщина пучков мышечных волокон 1 порядка, мкм	♂	89,7±25,12	148±44,16*	74,5±35,72
	♀	85,1±32,56	139±30,22*	70,9±31,71
Толщина пучков мышечных волокон 2 порядка, мкм	♂	223,1±26,51	308,3±34,62*	222,0±27,32
	♀	214,2±28,62	297,1±25,32*	209,3±24,82
Соотношение мышечная ткань: соединительная ткань на площади среза, %	♂	82:18	80:20	79:21
	♀	81:19	81:19	77:23

Примечание: статистическая значимость различий (при $p \leq 0,05$) в идентичных сроках исследования у опытной группы, по сравнению с контролем обозначена *

При этом ультраструктурные признаки метаболической активности в виде лучшего развития митохондриальной сети определяются в мышечных волокнах кросса «Смена-9» (рисунок 3). У представителей кросса «Росс-308» ЧМБ по гистологической структуре очень сходна с ПГМ.

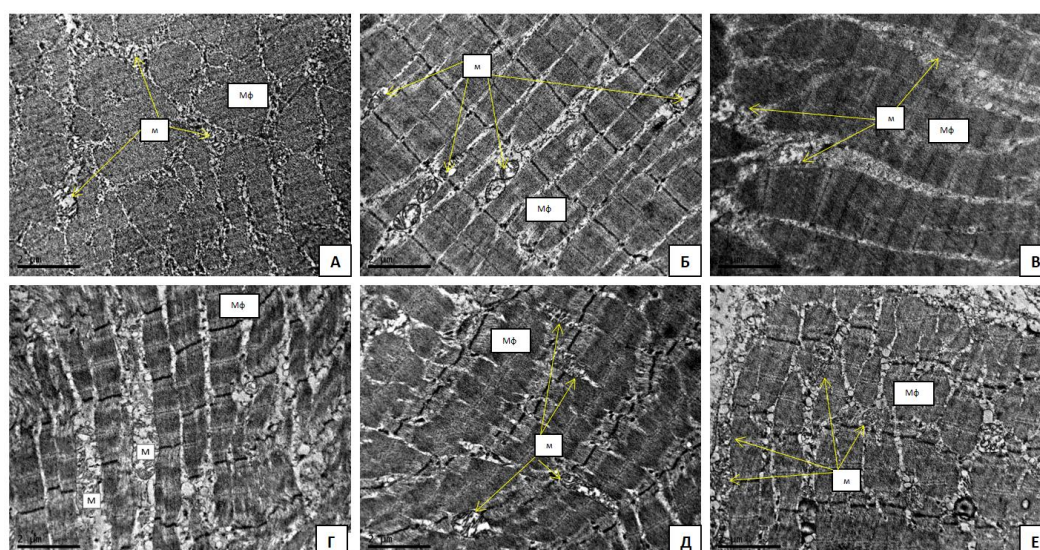


Рисунок 3 – Ультраструктура мышц цыплят-бройлеров мясных кроссов (35 сут.). А – «Смена-9» ПГМ, Б – «Росс-308» ПГМ, В – «Кобб-500» ПГМ, Г – «Смена-9» ЧМБ, Д – «Росс-308» ЧМБ, Е – «Кобб-500» ЧМБ. Мф – миофибриллы, м – митохондрии. ТЭМ, $\times 14000$.

Гистологически ЧМБ кросса «Росс-308» отличается от двух других кроссов слабым развитием соединительнотканного компонента, дефицитом адипоцитов, сравнительно большим представительством мышечных волокон большого размера и их плотным расположением в структуре мышечных пучков. При этом на ультраструктурном уровне выявляются признаки более высокой, по сравнению с другими изучаемыми кроссами, метаболической активности. Это указывает на большую синхронность формирования ПГМ и ЧМБ у кросса «Росс-308» и морфологическое сходство этих мышц, структура которых может влиять на питательные свойства мясной продукции.

Таким образом, по морфологическим критериям, отражающим активность роста и степень морфологической зрелости ПГМ и ЧМБ, цыплята-бройлеры кросса «Смена-9» 35-суточного возраста не уступают возрастным аналогам кроссов «Росс-308» и «Кобб-500».

2.2.3. Макроскопические, микроскопические, ультраструктурные и микроморфометрические характеристики ПГМ и ЧМБ у цыплят-бройлеров кросса «Смена-9» при выращивании на разных рационах

В разделе представлены макроскопические, весовые, микроскопические, ультраструктурные и микроморфометрические показатели, отражающие рост цыплят-бройлеров кросса «Смена-9» и особенности формирования у них ПГМ и ЧМБ при содержании на основном рационе и при дополнении его кормовыми добавками отечественного производства.

При анализе микроскопической картины ПГМ показано, что включение в рацион кормовых добавок сопровождается утолщением мышечных волокон, а также пучков мышечных волокон 1 и 2 порядков, что может быть обусловлено повышением количества гемокапилляров в тканях. В группе «Пребиотик» соотношение мышечных волокон и соединительной ткани на площади среза мало отличалось от контрольных образцов, однако при этом по сравнению с контрольными образцами, здесь в мышечных волокнах выявлено уменьшение количества митохондрий при отсутствии изменений в толщине и плотности расположения миофибрилл (таблицы 4).

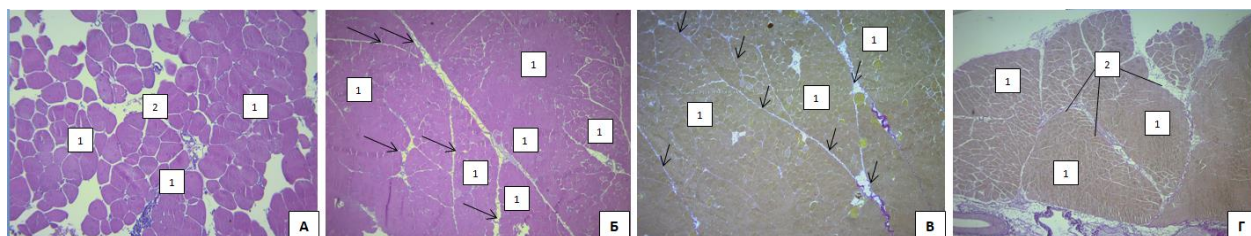


Рисунок 4 – Микроструктура поверхностной грудной мышцы цыпленка-бройлера «Смена-9» (35 сут.). Общий вид, поперечные срезы. А – группа «Контроль»: мышечные волокна в пучке имеют разный диаметр, мышечных волокон. 1 – пучки мышечных волокон 2 порядка, 2 – перимизий. Б – группа «Пребиотик»: пучки мышечных волокон 2 порядка плотно упакованы (1), стрелками показан перимизий. В – группа «Пробиотик»: пучки мышечных волокон 2 порядка плотно упакованы (1), видны прослойки перимизия (стрелки), содержащие белую жировую ткань. Стрелками показан тонкий эндомизий.

Г – группа «Сорбент»: пучки мышечных волокон 2 порядка плотно упакованы (1), прослойки перимизия (стрелки) хорошо выражены, содержат белую жировую ткань.

А, Б – Гематоксилин и эозин, В, Г – Ван-Гизон, х40.

В группе «Пробиотик» установлено увеличение содержания мышечных волокон при уменьшении представительства соединительнотканного компонента, при этом в перимизии определялась белая жировая ткань (рисунок 4). В мышечных волокнах зафиксированы не только признаки усиления метаболизма в виде повышения количества межфибриллярных митохондрий, но и показатели большей по сравнению с другими группами

морфологической зрелости волокон, а именно утолщение и увеличение количества миофибрилл. Эти данные положительно коррелируют с весовыми показателями и со светомикроскопической картиной и могут соответствовать улучшению вкусовых показателей мяса птиц.

В группе «Сорбент» обнаружено наибольшее рыхлое расположение мышечных волокон в структуре пучков за счет значительного развития рыхлой соединительной ткани. Изменения состояния митохондриального аппарата мышечного волокна по сравнению с контролем не выявлено. Наиболее выраженные признаки усиления метаболизма ПГМ и стимуляции в ней ростовых процессов выявлены в группе «Пробиотик».

Таблица 4 – Характеристика ПГМ 35-суточных цыплят-бройлеров кросса «Смена-9» при выращивании на разных рационах по микроморфометрическим критериям, Ме (Q_1 ÷ Q_3)

Показатель		Группа			
		«Контроль»	«Пребиотик»	«Пробиотик»	«Сорбент»
Толщина мышечных волокон, мкм					
• большие	♂	45,6±4,32	54,1±6,43	47,9±4,53	53,8±6,15
	♀	42,1±5,15	51,2±5,67	43,5±7,34	51,3±5,42
• средние	♂	24,3±4,54	32,6±4,14	27,3±4,24	33,8±5,16
	♀	20,6±3,67	30,1±3,78	23,2±4,14	31,5±4,21
• малые	♂	18,1±4,61	16,1±3,25	13,6±2,76	14,6±4,23
	♀	15,4±4,12	13,3±3,13	11,2±3,46	12,1±3,86
Толщина пучков мышечных волокон 1 порядка, мкм	♂	155,1±43,45	124,2±38,13	162,3±29,72	104,5±24,21
	♀	149,3±36,43	118,4±35,55	158,3±26,17	99,2±23,31
Толщина пучков мышечных волокон 2 порядка, мкм	♂	372,2±21,41	518,1±23,14	351,3±22,16	296,6±25,11
	♀	356,4±20,14	501,4±19,42	345,2±20,51	271,3±21,31
Площадь мышечных волокон (на поперечном срезе), мкм ²					
• большие	♂	67,2±5,62	63,5±4,15	77,2±4,69	65,4±4,26
	♀	66,3±4,15	62,3±5,62	78,3±4,37	64,2±4,10
• средние	♂	22,5±6,42	20,7±4,26	20,6±3,85	26,6±3,85
	♀	22,6±4,45	21,3±3,95	19,2±4,02	25,4±3,56
• малые	♂	11,3±2,87	17,4±4,25	3,1±3,38	9,2±4,12
	♀	10,6±3,25	16,6±3,36	3,2±3,27	10,4±3,67
Площадь пучков мышечных волокон 1 порядка, мкм ²	♂	67 400±12100	69 500±10400	78 500±11830	75 300±12100
	♀	65 100±14200	65 200±9900	75 200±11300	71 300±12600
Площадь пучков мышечных волокон 2 порядка, мкм ²	♂	344 000±27300	404 000±24100	461 000±22200	384 000±21500
	♀	324 250±19200	395 200±19750	431 000±27100	384 000±24200
Соотношение Мышечная ткань: Соединительная ткань на площади среза, %	♂	88:12	83:17	90:10	78:22
	♀	89:11	82:18	89:11	79:21

Примечание: статистическая значимость различий (при $p \leq 0,05$) в идентичных сроках исследования у опытной группы, по сравнению с контролем обозначена *

При изучении ЧМБ признаки морфологической зрелости к 35-м суткам постэмбрионального развития также были наиболее выражены в группе «Пробиотик»: так, мышечные волокна монотонны, имеют значительную толщину, их митохондриальная сеть хорошо развита, но отличается уменьшением площади при плотном расположении миофибрилл, что может соответствовать завершению роста волокон. Эндомизий имеет меньшую толщину, чем в других группах, что способствует и более плотному расположению мышечных волокон в пучках 1 порядка, но в то же время в мышце хорошо развит перимизий, содержащий белую жировую ткань. Все это может быть морфологическим коррелятом высоких питательности и вкусовых качеств мяса (таблица 5).

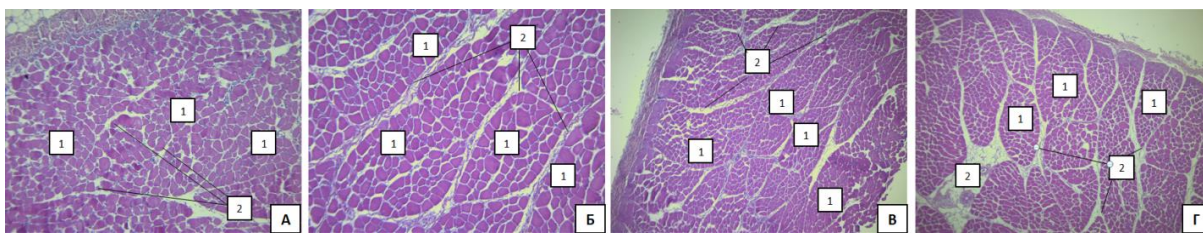


Рисунок 5 – Микроструктура четырехглавой мышцы бедра цыпленка-бройлера «Смена-9» (35 сут.). Общий вид, поперечные срезы. А – группа «Контроль»: пучки мышечных волокон 2 порядка (1), перимизий (2), в котором видны дольки белой жировой ткани. Б – группа «Пребиотик»: мышечные пучки в структуре волокна, а также пучки мышечных волокон 2 порядка (1) расположены рыхло. 2 – перимизий, стрелками показан эндомизий. В – группа «Пробиотик»: мышечные пучки в структуре волокна расположены плотнее, чем в группах «Контроль» и «Пребиотик»; пучки мышечных волокон 2 порядка (1) расположены рыхло, так как перимизий (2) хорошо развит. Г – группа «Сорбент»: мышечные пучки в структуре волокна расположены более рыхло, чем в группе «Контроль»; пучки мышечных волокон 2 порядка (1) расположены рыхло, в перимизии (2) видна белая жировая ткань. Гематоксилин и эозин, х40.

В группах «Пребиотик» и «Контроль» выявлены признаки незавершенности ростовых процессов в мышце: мышечные волокна имели неравномерный диаметр (рисунок 5). При этом на фоне применения пребиотика в структуре мышцы формируется сильно развитый соединительнотканый компонент: значительным развитием отличается и эндомизий, и перимизий, при этом белой жировой ткани в них немного (рисунок 5). В группе «Сорбент» признаки морфологической незрелости мышцы были наиболее выражены: наряду с толстыми мышечными волокнами наблюдались многочисленные волокна малого и среднего диаметра (таблица 5).

Таблица 5 – Характеристика ЧМБ цыпленка-бройлера кросса «Смена-9» по микроморфометрическим критериям при выращивании на разных рационах, Me (Q₁÷Q₃)

Показатель		Группа			
		«Контроль»	«Пребиотик»	«Пробиотик»	«Сорбент»
Толщина мышечных волокон, мкм					
• большие	♂	41,3±4,51	23,7±4,11	44,6±5,12	44,9±3,88
	♀	39,2±3,31	21,3±3,75	41,2±4,42	42,1±4,52
• средние	♂	22,6±4,21	16,1±4,61	26,9±5,14	27,2±6,73
	♀	20,2±4,42	14,3±3,62	23,5±4,26	24,1±5,26
• малые	♂	9,5±4,71	13,3±6,62	16,2±6,32	11,6±7,21
	♀	8,1±6,21	11,6±5,53	14,6±6,11	10,2±6,31
Толщина пучков мышечных волокон 1 порядка, мкм	♂	93,2±24,71	145,1±32,41	124,2±30,53	101,3±26,31
	♀	90,6±19,21	140,3±28,47	119,2±28,42	99,1±24,63
Толщина пучков мышечных волокон 2 порядка, мкм	♂	278,2±33,21	440,3±32,53	332,4±34,54	254,6±31,64
	♀	254,1±28,61	421,1±31,51	311,2±32,46	224,1±29,58
Площадь мышечных волокон (на поперечном срезе), мкм ²					
• большие	♂	68,1±5,32	60,2±4,22	58,2±4,41	51,2±4,35
	♀	66,4±4,12	59,1±3,82	57,1±4,25	50,1±4,61
• средние	♂	21,2±4,52	24,3±3,71	24,3±3,46	28,1±3,12
	♀	19,3±5,75	23,1±5,32	24,2±4,02	27,3±2,26
• малые	♂	11,2±4,51	16,1±3,35	18,1±3,56	21,2±3,17
	♀	10,4±2,27	15,4±2,87	17,1±3,34	20,1±2,01
Площадь пучков мышечных волокон 1 порядка, мкм ²	♂	35 600±11240	62 300±11620	46 200±11310	73 700±12320
	♀	31 900±10350	58 100±12220	45 100±10710	70 200±11800
Площадь пучков мышечных волокон 2 порядка, мкм ²	♂	158 000±26420	268 000±23320	234 000±22150	365 000±23420
	♀	128 300±24610	248 000±23520	214 000±21275	331 000±22210
Соотношение Мышечная ткань: Соединительная ткань на площади среза, %	♂	82:18	87:13	87:13	80:20
	♀	81:19	86:14	88:12	79:21

Примечание: статистическая значимость различий (при $p \leq 0,05$) в идентичных сроках исследования у опытной группы, по сравнению с контролем обозначена *

Выявленные структурные различия могут быть связаны, на наш взгляд, с неодинаковой реализацией ростовых процессов в изучаемых мышцах. Так, ПГМ отличается от ЧМБ более ранними сроками формирования. Однако отличия имеют место и в связи с применяемыми кормовыми добавками. По-видимому, более активно ростовые процессы реализуются как в ПГМ, так и в ЧМБ группы «Пробиотик», в результате чего к сроку убоя (35 сут.) в структуре обеих мышц обнаруживаются преимущественно сформировавшиеся, закончившие рост мышечные волокна значительной толщины и площади. Вариабельность толщины и площади волокон в группах «Контроль», «Пребиотик» и особенно – в группе «Сорбент» могут указывать на продолжающийся рост мышечных волокон: так, толстые мышечные

волокна соответствуют сформированным, а тонкие и средние – формирующимся. Можно полагать, что лучшие питательные свойства будет иметь мышечная ткань, структура которой является более зрелой.

2.2.4. Макроскопические, микроскопические, ультраструктурные и микроморфометрические характеристики ПГМ и ЧМБ у цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» при выращивании на разных рационах

В ПГМ опытных групп, получавших кормовые добавки, выявлены признаки изменения не только внутренней структуры мышцы, но и метаболизма в мышечных волокнах (рисунок 6). При этом, в зависимости от особенностей рациона кормления, в ПГМ варьировали такие показатели, как толщина пучков мышечных волокон 1 и 2 порядка, толщина эндомизия и перимизия, соотношение мышечных волокон большой, средней и малой площадей в структуре мышечных пучков, плотность упаковки миофибрилл и развитие митохондриальной сети (таблица 6). На наш взгляд, оптимальными были изменения структуры мышцы у цыплят группы «Пробиотик». Так, на ультраструктурном уровне уставлено увеличение площади митохондрий, что указывает на усиление метаболизма. На светооптическом уровне в этой группе обнаружено появление большого количества белых мышечных волокон. Кроме того, отчетливо определяется уплотнение структуры мышечных пучков, увеличение представительства мышечных волокон большой площади, уменьшение толщины эндомизия (она меньше, чем в других группах) при более равномерной, усредненной, по сравнению с другими группами, толщине перимизия (таблица 6). В соединительнотканых структурах мышцы хорошо развита белая жировая ткань. Мышечная ткань отличается обильной васкуляризацией, которая, впрочем, установлена во всех группах птиц. Выявленные морфологические признаки могут соответствовать высоким пищевой ценности и вкусовым качествам мяса (рисунок 6).

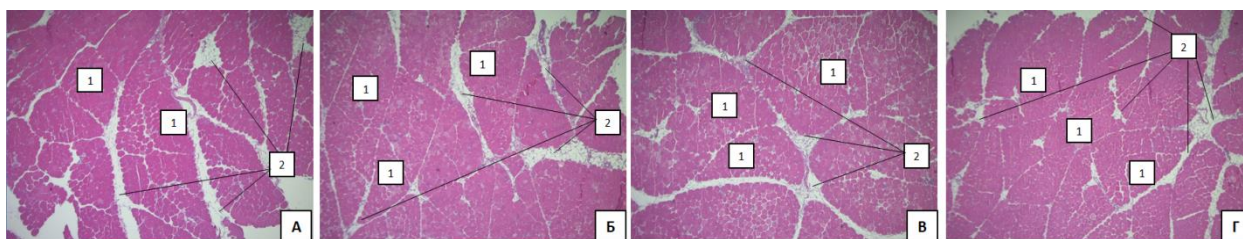


Рисунок 6 – Микроструктура поверхностной грудной мышцы цыпленка-бройлера кросса «Росс-308» (35 сут.). Общий вид, поперечные срезы. А – группа «Контроль»: мышечные волокна в структуре пучков 1 порядка (1) упакованы плотно, перимизий (2) хорошо выражен. Б – группа «Пребиотик»: мышечные волокна в структуре пучков 1 порядка (1) расположены плотно, многочисленны белые мышечные волокна. Перимизий (2) хорошо развит. В – группа «Пробиотик»: мышечные волокна в структуре пучков 1 порядка (1) расположены плотно, многочисленны белые мышечные волокна. Перимизий (2) хорошо развит. Г – группа «Сорбент»: мышечные волокна и пучки 1 и 2 порядков (1) в структуре волокна расположены более рыхло, чем в остальных группах; эндомизий и перимизий (2) хорошо развиты. Гематоксилин и эозин, х40.

В группе «Пребиотик» отмечали более рыхлую, по сравнению с группами «Контроль» и «Пробиотик», структуру изучаемой мышцы, что связано с лучшим развитием соединительнотканного компонента, в котором обнаруживали белую жировую ткань. При этом на ультраструктурном уровне отмечено уменьшение плотности расположения миофибрилл и некоторое снижение площади митохондрий, что может отражать замедление метаболизма по сравнению с группами «Контроль» и «Пробиотик».

В группе «Сорбент» определяли выраженное уменьшение плотности расположения мышечных волокон и их пучков в структуре мышцы, что связано с максимальным, по сравнению с другими группами, развитием соединительнотканного компонента мышцы. В этой группе в волокнах поверхностной грудной мышцы митохондриальная сеть реагировала на коррекцию метаболических процессов уменьшением площади, что указывает на снижение интенсивности метаболизма в изучаемой мышце. Можно полагать, что сорбент при постоянном добавлении к основному рациону влияет на увеличение живой массы, но в то же время приводит к формированию мышцы, в которой сильно развит соединительнотканый компонент, что может негативно отразиться на питательной ценности мяса.

Таблица 6 – Характеристика ПГМ 35-суточных цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» по морфометрическим критериям, выращенных на разных рационах, Ме (Q_1 – Q_3)

Показатель		Группа			
		«Контроль»	«Пребиотик»	«Пробиотик»	«Сорбент»
Толщина мышечных волокон, мкм					
• большие	♂	51,6±3,37	58,6±3,61	52,7±4,11	46,2±4,27
	♀	49,3±3,41	56,2±3,62	50,1±4,01	43,1±4,64
• средние	♂	25,4±3,93	30,5±3,76	30,1±3,55	31,8±4,31
	♀	23,7±3,76	29,8±4,03	29,4±3,27	30,4±4,62
• малые	♂	15,3±4,16	19,1±3,76	20,4±3,27	16,1±3,26
	♀	14,1±4,24	18,2±4,04	19,6±4,32	15,3±2,76
Толщина пучков мышечных волокон 1 порядка, мкм	♂	152,2±26,26	154,3±24,36	92,4±27,17	145,1±25,56
	♀	132,1±22,13	149,2±23,52	90,3±22,37	139,2±21,75
Толщина пучков мышечных волокон 2 порядка, мкм	♂	520,4±34,83	345,1±39,25	282,3±38,52*	355,2±41,25
	♀	512,3±36,73	335,2±37,36	277,1±37,28*	325,5±39,41
Площадь мышечных волокон (на поперечном срезе), мкм ²					
• большие	♂	71,2±3,52	72,3±5,16	75,2±4,37	45,4±4,71
	♀	70,5±5,15	71,1±4,43	74,4±5,42	44,2±4,24
• средние	♂	15,1±4,37	18,6±4,58	17,1±3,59	37,5±4,47
	♀	14,7±3,42	18,7±3,27	17,6±3,36	36,3±3,34
• малые	♂	15,2±2,25	10,2±2,46	7,5±3,51	18,2±3,51
	♀	13,5±2,71	9,8±2,72	7,8±2,42	17,5±3,28

Площадь пучков мышечных волокон 1 порядка, мкм ²	♂	64 600±13250	81 300±11650	76 300±12680	45 300±12590*
	♀	61 200±12650	79 200±11480	74 300±11240	43 200±12520*
Площадь пучков мышечных волокон 2 порядка, мкм ²	♂	375 000±22470	324 000±25400	138 000±26130*	180 000±26610*
	♀	353 000±21520	314 000±23520	133 000±25240*	177 000±25410*
Соотношение мышечная ткань: соединительная ткань на площади среза, %	♂	80:20	79:21	79:21	74:26
	♀	79:21	80:20	80:20	73:27

Примечание: статистическая значимость различий (при $p \leq 0,05$) в идентичных сроках исследования у опытной группы, по сравнению с контролем обозначена *

При изучении микроструктуры ЧМБ также выявлены межгрупповые отличия. В зависимости от особенностей рациона кормления, в четырехглавой мышце бедра различия выявлены по показателям толщины эндомизия и перимизия, соотношению мышечного и соединительнотканного компонентов в структуре мышцы, соотношению мышечных волокон большой, средней и малой площадей в структуре мышечных пучков, а также плотности упаковки миофибрилл и развитию митохондриальной сети (таблица 7). Степень васкуляризации мышечной ткани во всех группах была сходной.

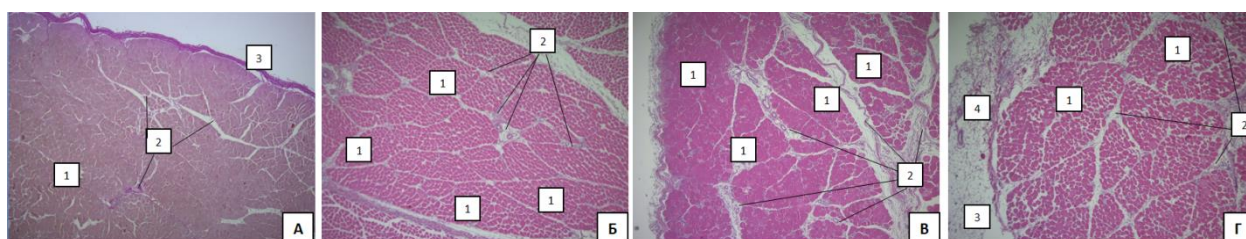


Рисунок 7 – Микроструктура мышцы четырехглавой мышцы бедра цыпленка-бройлера кросса «Росс-308». Общий вид, поперечные срезы. Б – группа «Пребиотик»: А – группа «Контроль»: мышечные волокна в структуре пучков 1 и 2 порядков (1) упакованы плотно, так как эндомизий и перимизий (2) тонкие, 3 – эпимизий. мышечные волокна и пучки 1 и 2 порядков (1) в структуре волокна упакованы рыхло из-за значительного развития эндомизия и перимизия (2). В – группа «Пробиотик»: мышечные волокна и пучки 1 и 2 порядков (1) в структуре волокна упакованы плотно из-за небольшой толщины эндомизия, 2 – перимизий хорошо развит и содержит белую жировую ткань, 3 – эпимизий тонкий. Г – группа «Сорбент»: мышечные волокна и пучки 1 и 2 порядков (1) в структуре волокна расположены более рыхло, чем в остальных группах; эндомизий (2), перимизий (3) и эпимизий (4) отличаются значительным развитием и содержат белую жировую ткань. А – Ван-Гизон, Б, В, Г – Гематоксилин и эозин x40.

Так, в группе «Контроль» наблюдали наиболее плотную по сравнению с опытными группами упаковку мышечных волокон, что связано с небольшой толщиной соединительнотканного компонента: эндомизий тонкий, в перимизии преобладают прослойки небольшой и средней толщины, очагово содержащие небольшое количество жировой ткани (рисунок 7). В структуре мышцы преобладали красные мышечные волокна.

Во всех опытных группах выявлена более рыхлая структура ЧМБ, чем в контрольной, что связано с лучшим развитием соединительнотканного компонента мышцы (рисунок 7).

Наиболее рыхлая структура выявлена в группе «Сорбент». Это связано с максимальным, по сравнению с остальными группами, развитием соединительнотканного компонента. Значительной толщиной отличаются и эндомизий, и перимизий, в котором содержится большое количество белой жировой ткани. При ультраструктурных исследованиях показано, что в мышечных волокнах при использовании сорбента снижались площадь митохондрий в поле зрения, средняя площадь митохондрии и плотность миофибрилл при небольшом увеличении средней толщины миофибрилл. Все это может указывать на замедление метаболических процессов в мышечной ткани. Увеличение представительства соединительной ткани в структуре мышцы может влиять на пищевую ценность мясной продукции (таблица 7).

В группе «Пребиотик» ЧМБ имеет менее рыхлую структуру, так как главным образом возрастает толщина эндомизия. Толщина перимизия сходна с контрольными значениями, однако в структуре мышцы преобладают прослойки большой и средней толщины, содержащие небольшое количество белой жировой ткани. При ультраструктурных исследованиях установлено, что по сравнению с контрольными образцами в мышечных волокнах снижалась средняя толщина миофибрилл при уменьшении количества митохондрий в поле зрения, что может указывать на замедление метаболических процессов.

В группе «Пробиотик» выявлена более плотная, по сравнению с другими опытными группами, структура ЧМБ. Это связано с минимальной толщиной эндомизия по сравнению с другими опытными группами, что и приводит к плотному расположению мышечных волокон в структуре пучка 1-го порядка. В перимизии определяется умеренное количество белой жировой ткани (рисунок 7). При этом соотношение площадей мышечных пучков и соединительной ткани близко к контрольным значениям. В этой же группе выявлено максимальное увеличение представительства мышечных волокон большой площади при снижении количества волокон средней площади, что может указывать на более активный рост мышечных волокон по сравнению с другими опытными группами. При ультраструктурных исследованиях в мышечных волокнах выявлено небольшое повышение средней толщины миофибрилл при снижении средней площади единичной митохондрии и средней суммарной площади митохондрий в поле зрения. Как и в других опытных группах, это может отражать снижение интенсивности метаболизма, возможно, в связи с более ранним завершением ростовых процессов.

Таблица 7 – Характеристика ЧМБ 35-суточных цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» по микроморфометрическим критериям, Ме (Q₁-Q₃)

Показатель		Группа			
		«Контроль»	«Пребиотик»	«Пробиотик»	«Сорбент»
Толщина мышечных волокон (на продольном срезе), мкм					
• большие	♂	31,7±4,25	25,2±5,61	33,3±5,27	28,2±4,26
	♀	29,5±2,62	22,1±4,58	30,5±4,42	26,3±4,14
• средние	♂	21,6±2,56	16,7±4,12	18,5±4,53	20,6±3,52
	♀	19,3±3,14	14,3±3,38	16,3±3,75	18,8±3,47

Продолжение таблицы 7

• малые	♂	13,9±2,04	11,4±3,52	12,4±2,53	12,3±2,82
	♀	11,5±2,42	10,1±2,15	11,1±2,79	10,2±2,26
Толщина пучков мышечных волокон 1 порядка, мкм	♂	180,2±26,45	115,1±27,53	126,2±23,27	121,4±31,18
	♀	174,1±22,14	101,3±24,47	117,1±21,17	107,3±27,51
Толщина пучков мышечных волокон 2 порядка, мкм	♂	480,5±42,36	407,2±41,26	323,4±41,62	334,2±44,72
	♀	465,4±40,15	382,3±38,36	301,2±40,25	307,6±42,36
Площадь мышечных волокон (на поперечном срезе), мкм ²					
• большие	♂	65,2±4,22	52,3±3,93	73,4±4,05	48,2±4,16
	♀	64,1±4,16	51,2±3,86	72,1±3,86	47,4±4,36
• средние	♂	23,1±5,23	35,5±4,92	18,4±5,13	30,2±5,27
	♀	22,5±4,47	33,3±4,26	18,2±4,76	29,4±5,04
• малые	♂	12,1±3,21	13,2±4,37	9,5±4,36	22,1±3,15
	♀	10,4±3,34	12,1±3,25	8,5±3,58	22,6±2,04
Площадь пучков мышечных волокон 1 порядка, мкм ²	♂	75 500±11270	69 500±12470	72 400±11270	112 000±12585
	♀	72 100±10170	63 200±12240	70 200±10210	103 400±12360
Площадь пучков мышечных волокон 2 порядка, мкм ²	♂	385 000±21450	241 000±26205	293 000±29350	280 000±26435
	♀	362 200±20280	238 000±25725	293 000±28260	268 000±24875
Соотношение мышечная ткань: соединительная ткань на площади среза, %	♂	от 80:20 до 78:22	72:28	78:22	75:25
	♀	81:19	71:29	77:21	76:24

Примечание: статистическая значимость различий (при $p \leq 0,05$) в идентичных сроках исследования у опытной группы, по сравнению с контролем обозначена *

2.2.5. Макроскопические, микроскопические, ультраструктурные и микроморфометрические характеристики ПГМ и ЧМБ у цыплят-бройлеров кросса «Кобб-500» при разных рационах кормления

Показано, что увеличение живой массы цыплят происходило в группах «Сорбент» и в меньшей степени – в группе «Пребиотик», в группе «Пробиотик» увеличения массы птиц не выявлено. Масса грудных мышц

также возрастала в группе «Сорбент» и в меньшей степени – в группе «Пребиотик» и не отличалась от контрольных значений в группе «Пробиотик». Масса мышц бедра увеличивалась во всех группах птиц, получавших кормовые добавки, причем значительнее в группах «Пребиотик» «Сорбент» и в меньшей степени – в группе «Пробиотик». Однако при этом важно отметить, что группы «Пробиотик» и «Пребиотик» отличались большей плотностью мышц (при пальпации) и большим объемом мышечных брюшек (при визуальной оценке), в то время как в группе «Контроль» отмечена дряблость мышц, а в группе «Сорбент» – их водянистость.

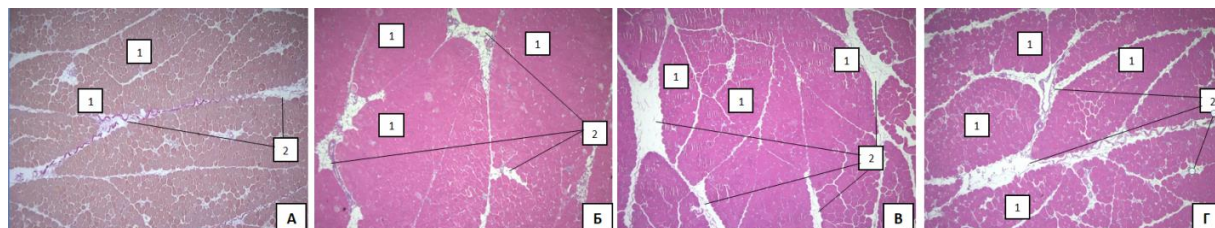


Рисунок 8 – Микроструктура поверхностной грудной мышцы цыпленка-бройлера кросса «Кобб-500» (35 сут.). Общий вид, поперечные срезы. А – группа «Контроль»: мышечные волокна в структуре пучков 1 порядка (1) упакованы плотно, перимизий (2) хорошо выражен. Б – группа «Пребиотик»: мышечные волокна в структуре пучков 1 порядка (1) расположены плотно, перимизий (2) формирует более толстые, чем в контроле, прослойки, содержащие белую жировую ткань. В – группа «Пробиотик»: мышечные волокна в структуре пучков 1 порядка (1) расположены плотно, перимизий (2) представлен как тонкими прослойками, так и толстыми, содержащими белую жировую ткань. Г – группа «Сорбент»: мышечные волокна и пучки 1 и 2 порядков (1) в структуре волокна расположены более рыхло, чем в остальных группах; эндомизий и перимизий (2) хорошо развиты, перимизий формирует как более тонкие, так и более мощные прослойки.

А – Ван-Гизон, Б, В, Г – Гематоксилин и эозин, х40.

У представителей кросса «Кобб-500» в группах «Контроль», «Пребиотик» и «Пробиотик» отмечены сходные морфологические и морфометрические показатели ПГМ (таблица 8). Для всех трех групп характерна плотная упаковка мышечных волокон 1 порядка, что связано с небольшой толщиной эндомизия. При этом перимизий хорошо развит, что определяет достаточно рыхлое расположение пучков второго порядка. Примечательно, что в структуре мышечных пучков было весьма невысокое представительство белых мышечных волокон (рисунок 8). В группах «Контроль» и «Пробиотик», а в группах «Пребиотик» и «Сорбент» происходило уменьшение представительства мышечных волокон большой площади при одновременном увеличении представительства волокон средней площади, а в группе «Сорбент» – еще и волокон малой площади (таблица 8). Все это может указывать на изменение динамики ростовых процессов в ПГМ с включением в группах «Сорбент» и «Пребиотик» механизмов гиперпластического роста, а в группах «Пробиотик» и «Контроль» – гипертрофического роста на фоне применения соответствующих кормовых добавок. В группе «Пребиотик» при этом наблюдалась активация формирования белой жировой ткани. В группе «Сорбент» определяли

выраженное уменьшение плотности расположения мышечных волокон и их пучков в структуре мышцы, что может негативно отразиться на питательной ценности мяса (таблица 8).

Таблица 8 – Характеристика ПГМ 35-суточных цыплят-бройлеров кросса «Кобб-500» по морфометрическим критериям, Ме (Q_1 – Q_3)

Показатель		Группа			
		«Контроль»	«Пребиотик»	«Пробиотик»	«Сорбент»
Толщина мышечных волокон, мкм					
• большие	♂	55,5±5,26	49,6±6,61	48,5±5,72	51,4±5,16
	♀	52,5±4,32	46,8±5,26	46,2±4,28	49,3±4,52
• средние	♂	32,1±4,72	29,5±3,72	27,3±4,14	28,2±4,51
	♀	30,2±4,14	27,1±3,32	25,1±4,02	27,4±4,62
• малые	♂	22,6±2,72	22,0±2,01	14,7±2,82	14,5±3,05
	♀	20,1±2,51	20,3±3,12	12,2±2,64	13,1±3,16
Толщина пучков мышечных волокон 1 порядка, мкм	♂	90,3±18,31	121±20,52	71,2±19,31	105,1±20,08
	♀	88,4±17,22	117±21,32	69,1±18,63	101,3±21,25
Толщина пучков мышечных волокон 2 порядка, мкм	♂	246,1±43,47	308,2±41,17	220,5±40,52	251,3±44,72
	♀	237,5±42,36	294,7±38,58	204,2±41,26	247,1±41,36
Площадь мышечных волокон (на поперечном срезе), мкм ²					
• большие	♂	67,3±4,21	54,2±4,21	69,4±4,14	43,5±5,03
	♀	66,2±3,35	54,2±3,56	69,3±4,06	42,1±4,25
• средние	♂	19,1±2,25	28,4±3,02	16,1±3,25	34,3±3,57
	♀	18,4±2,34	27,1±2,47	15,8±2,51	33,1±3,46
• малые	♂	14,5±2,11	17,3±2,57	15,7±2,16	23,5±2,27
	♀	13,7±2,04	16,1±2,31	14,2±2,24	22,5±2,31
Площадь пучков мышечных волокон 1 порядка, мкм ²	♂	24600±10950	30800±12450	22000±11330	25100±11470
	♀	23200±10770	29600±11350	20600±10640	24600±11280
Площадь пучков мышечных волокон 2 порядка, мкм ²	♂	225 000±31200	306 000±32420	138 000±30640	330 000±31355
	♀	203 000±29440	296 100±30655	131 000±29525	321 000±30150
Соотношение Мышечная ткань: Соединительная ткань на площади среза, %	♂	87:13	85:15	85:15	81:19
	♀	86:14	84:16	86:14	80:20

Примечание: статистическая значимость различий (при $p \leq 0,05$) в идентичных сроках исследования у опытной группы, по сравнению с контролем обозначена *

Изучение ЧМБ цыплят-бройлеров кросса «Кобб-500» показало, что максимальная стимуляция ростовых процессов по типу гипертрофии происходила в группе «Пробиотик». Об этом свидетельствует значительное увеличение мышечных волокон большой площади в структуре пучков, сочетающееся с выраженным усилением митохондриального аппарата (таблица 9). Это приводило к более плотному расположению мышечных волокон в структуре пучка. При этом представительство соединительной ткани незначительно (на 1 %) отличалось от контрольных значений.

Перимизий при этом имел достаточно равномерную толщину и содержал белую жировую ткань (рисунок 9). Все это придавало структуре мышцы признаки морфологической зрелости.

В группе «Пребиотик» выявлены признаки активизации метаболических процессов в мышечных волокнах, на что указывало увеличение суммарной площади митохондрий, их количества. Однако они были выражены в меньшей степени, чем в группе «Пробиотик».

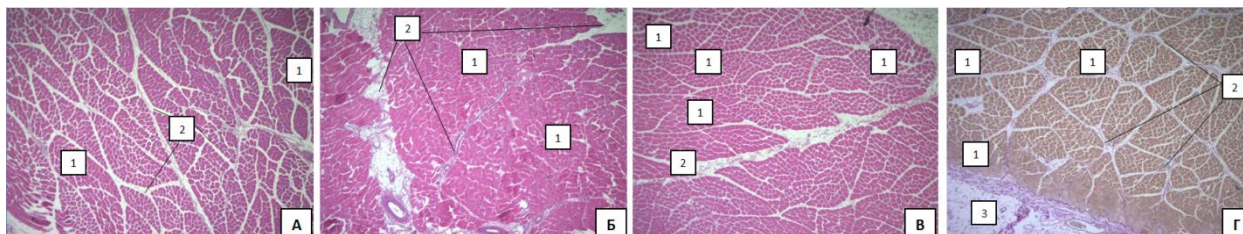


Рисунок 9 – Микроструктура четырехглавой мышцы бедра цыпленка-бройлера кросса «Кобб-500» (35 сут.). Общий вид, поперечные срезы. А – группа «Контроль»: мышечные волокна и пучки 1 и 2 порядков (1) в структуре волокна упакованы рыхло в связи с сильным развитием эндомизия и перимизия (2). Б – группа «Пребиотик»: мышечные волокна в пучках (1) расположены плотнее, чем в контроле из-за тонкого эндомизия. Перимизий (2) сильно развит. В – группа «Пробиотик»: Б – более развитая прослойка перимизия (2), содержащая жировую ткань. 1 – мышечные пучки и разделяющий их перимизий, расположенные перифо-кально, развиты равномерно, оформлены монотонно. Г – группа «Сорбент»: мышечные волокна и пучки 1 и 2 порядков (1) в структуре волокна расположены более рыхло, чем в остальных группах; эндомизий (2), перимизий и эпимизий (3) отличаются значительным развитием и содержат белую жировую ткань. А, Б, В – Гематоксилин и эозин, Г – Ван-Гизон, х40.

Таблица 9 – Характеристика ЧМБ 35-суточных цыплят-бройлеров кросса «Кобб-500» по морфометрическим критериям, Me (Q₁÷Q₃)

Показатель		Группа			
		«Контроль»	«Пребиотик»	«Пробиотик»	«Сорбент»
Толщина мышечных волокон (на продольном срезе), мкм					
• большие	♂	44,2±5,12	42,6±5,61	44,8±5,78	44,6±5,17
	♀	42,4±5,04	40,1±5,21	42,1±5,47	42,3±4,93
• средние	♂	23,2±4,56	27,2±4,85	30,2±4,28	29,4±4,68
	♀	21,3±4,26	25,4±4,72	28,5±4,85	27,5±3,89
• малые	♂	13,3±2,16	13,7±3,25	17,6±3,64	13,3±2,58
	♀	11,4±2,32	12,2±3,52	16,1±2,41	11,9±2,19
Толщина пучков мышечных волокон 1 порядка, мкм	♂	74,5±22,16	88,1±21,78	74,4±20,64	121,1±22,36
	♀	71,7±19,46	85,3±19,54	71,2±18,57	118,4±20,28
Толщина пучков мышечных волокон 2 порядка, мкм	♂	222,2±44,58	240,6±43,18	239,3±41,62	334,5±39,26
	♀	203,4±42,16	234,1±41,27	219,2±38,48	314,8±35,92
Площадь мышечных волокон (на поперечном срезе), мкм ²					

• большие	♂	64,2±4,27	57,7±5,11	52,1±4,38	50,6±4,48
	♀	63,1±3,51	56,3±4,86	52,2±4,26	49,2±4,12
• средние	♂	23,3±3,25	30,2±3,27	35,2±3,59	26,1±4,07
	♀	21,3±2,89	29,1±3,65	34,4±3,26	25,5±3,48
• малые	♂	13,2±1,77	13,2±2,48	13,1±2,61	24,2±3,32
	♀	12,1±2,31	13,3±2,71	12,7±2,79	23,6±2,15
Площадь пучков мышечных волокон 1 порядка, мкм ²	♂	25 500±10470	42 600±11545	52 100±12365	64 200±12460
	♀	22 100±11380	40 200±11270	50 200±12120	62 100±12150
Площадь пучков мышечных волокон 2 порядка, мкм ²	♂	215 000±33310	233 000±29850	221 000±30165	311 000±31430
	♀	201 200±31305	213 200±27670	212 300±29480	301 100±29825
Соотношение мышечная ткань: соединительная ткань на площади среза, %	♂	79:21	72:28	80:20	83:17
	♀	78:22	71:29	81:19	82:18

Примечание: статистическая значимость различий (при $p \leq 0,05$) в идентичных сроках исследования у опытной группы, по сравнению с контролем обозначена *

При использовании сорбента структура мышцы характеризовалась увеличением представительства мышечных волокон, среди которых, однако, увеличивалось представительство незрелых волокон малой и средней площади (таблица 9). Важно отметить, что в мышечных волокнах ЧМБ цыплят группы «Сорбент» выявлено минимальное, по сравнению с группами «Пробиотик» и «Пребиотик», увеличение количества митохондрий и их суммарной площади по сравнению с контролем.

2.2.6. Морфологическая характеристика внутренних органов цыплят-бройлеров кроссов «Смена-9», Росс-308, «Кобб-500», выращенных на разных рационах

Результаты исследования внутренних органов показали, что строение печени животных групп «Пробиотик» и «Пребиотик» не нарушено. Общая гистологическая картина указывает на полное структурно-функциональное благополучие органа. В печени контрольной группы птиц наблюдаются признаки белково-жировой дистрофии гепатоцитов слабой и умеренной степени, а также умеренная артериально-венозная гиперемия. В печени животных группы «Сорбент» обнаружена умеренная артериально-венозная гиперемия без выраженных дистрофических процессов в гепатоцитах. Строение мышечного желудка у птиц всех групп соответствует норме, однако кутикула в контрольной группе несколько тоньше и содержит признаки умеренной десквамации эпителия. Селезенка не имеет видимых изменений, однако у животных групп «Пробиотик», «Пребиотик» и «Сорбент» селезенка отличается большей морфологической зрелостью по сравнению с контролем, о чем свидетельствует лучшая структурированность белой и красной пульпы. В органах животных группы «Сорбент» наблюдается умеренная артериально-венозная гиперемия. Морфология фабрициевой бursы не нарушена. Общее строение органа указывает на развитие процессов инволюции, которая

протекает несколько более выражено у животных групп «Пробиотик», «Пребиотик» и «Сорбент». Строение железистого желудка, почек, миокарда и поджелудочной железы во всех изученных группах сходна и не имеет видимых изменений. Общая гистологическая картина указывает на полное структурно-функциональное благополучие органов.

Таким образом в результате исследований сформирована методика оценки скелетной мускулатуры цыплят-бройлеров, включающая весовые, макроскопические, гистологические, ультрамикроскопические, микроморфометрические критерии. С учетом данных о структурной организации мышц был разработан алгоритм оценки реализации продуктивного потенциала цыплят-бройлеров, включающий оценку весовых характеристик цыплят-бройлеров, массы ПГМ и ЧМБ, анализ их микроструктурной и ультраструктурной организации. Разработанная система оценки может применяться при анализе результатов применения научно обоснованных технологических подходов по выращиванию бройлеров, а также при оценке продуктивного потенциала перспективных линий и кроссов на птицеводческих предприятиях.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В качестве обсуждения итогов проведенных исследований, по нашему мнению, необходимо провести анализ результатов по этапам, а затем сформулировать общие выводы к диссертации.

Доказано, что по весовым, макроскопическим, гистологическим, ультрамикроскопическим и микроморфометрическим критериям, а также по товарным характеристикам поверхностная грудная мышца и четырехглавая мышца бедра цыплят-бройлеров кросса «Смена-9» не уступает птицам кроссов «Росс-308» и «Кобб-500». На фоне применения кормовых добавок наблюдается изменение внутренней структуры мышц. Изменяются такие показатели, как соотношение мышечной и соединительной ткани в структуре мышцы, площадь мышечных волокон и соотношение в структуре мышцы волокон большой площади (завершивших гипертрофический рост), средней площади (находящихся в процессе гипертрофического роста) и малой площади (отражающие реализацию гиперпластического роста). Оценка соотношения этих волокон в структуре мышцы позволяет определить, какой тип ростовых процессов стимулирует в мышце та или иная кормовая добавка.

На фоне применения кормовых добавок в мышечных волокнах происходят изменения ультраструктуры: наблюдается вариабельность в оформлении митохондриальной сети (по показателям площади митохондрий в поле зрения и площади единичной митохондрии), а также микрофибрилл (толщина и плотность расположения). Эти показатели отражают состояние метаболизма и морфологической зрелости мышечных волокон: увеличение площади митохондриальной сети свидетельствует об активизации метаболизма, увеличение плотности расположения миофибрилл – о

морфологической зрелости мышечных волокон, а уменьшение этих показателей соответствует снижению уровня метаболизма и уменьшению степени морфологической зрелости.

Выводы

1. В результате проведенных исследований установлено, что по весовым, макроскопическим, гистологическим, ультрамикроскопическим и микроморфометрическим показателям, активность роста и степень морфологической зрелости поверхностной грудной мышцы и четырехглавой мышцы бедра, у цыплят-бройлеров кроссов «Смена-9», «Росс-308» и «Кобб-500» 35-суточного возраста, содержащихся на основном рационе, соответствуют нормативным показателям и не имеют между собой достоверно значимых различий.

2. Разработанная методика морфологической оценки, позволяет объективно оценить состояние ростовых процессов, путем последовательного определения площади мышечных волокон на поперечных срезах, соотношения мышечных волокон большой, средней и малой площадей в структуре мышечного пучка, диаметра пучков мышечных волокон, соотношения площадей, занимаемых мышечными волокнами и соединительной тканью на площади среза, толщины эндомизия и перимизия.

3. Получены новые научные данные об асинхронности роста изучаемых мышц, при этом установлены опережающие темпы развития поверхностной грудной мышцы по сравнению с четырехглавой мышцей бедра на фоне применения кормовых добавок. В поверхностной грудной мышце у представителей всех кроссов выражены более однотипные реакции. Четырехглавая мышца бедра отвечает на применение добавок вариabельным набором изменений структурных показателей, отличающихся у разных кроссов.

4. Выявлены закономерности реализации генетически детерминированных ростовых процессов на фоне применения пробиотика, отражающиеся в увеличении массы птиц на 35-е сутки (максимально у «Росс-308» – $2447 \pm 44,61$ г), массы поверхностной грудной мышцы (максимально у «Кобб-500» – $591,24 \pm 27,42$ г) и четырехглавой мышцы бедра (наивысшие значения $138,52 \pm 31,48$ г у кросса «Кобб-500»), активации ростовых процессов по типу гипертрофии на фоне усиления метаболизма в мышечных волокнах (наиболее выражено у Росс-308).

5. Получены новые данные о морфологических преобразованиях скелетных мышц и стимуляции метаболических процессов у птицы при включении пробиотика в рацион цыплят-бройлеров, что сопровождается увеличением живой массы птиц (до 5,79 % у Росс-308), массы поверхностной грудной (до 7,40 % у «Кобб-500») и четырехглавой мышцы бедра (до 7,95 % у «Кобб-500»), а также уменьшением содержания мышечных волокон в поверхностной грудной мышце при вариabельности их представительства в четырехглавой мышце бедра. У Смены-9 и «Кобб-500» выявлены признаки активации ростовых процессов в мышцах по типу гиперплазии, в то время

как у кросса «Росс-308» сохраняются признаки роста с преобладанием механизма гипертрофии.

6. Установлены особенности структурной организации мышечной ткани у исследуемых кроссов, при включении в рацион сорбента, которые выражаются в снижении количества мышечных волокон в структуре мышц, в поверхностной грудной мышце «Росс-308» (19 ± 3 в поле зрения) и «Кобб-500» (17 ± 2 в поле зрения) обнаруживаются признаки снижения темпов ростовых процессов по типу гипертрофии. В поверхностной грудной мышце и четырехглавой мышце бедра у представителей всех кроссов на первый план выступают признаки роста по типу гиперплазии, а также снижения уровня метаболизма в мышечных волокнах. Это происходит на фоне увеличения живой массы птицы, массы поверхностной грудной мышцы (максимально у «Кобб-500», $591,24 \pm 27,42$ г) четырехглавой мышцы бедра (у «Кобб-500» – $138,52 \pm 31,48$ г).

7. Представлена сравнительная морфологическая характеристика скелетных мышц у мясных кроссов «Смена-9», «Кобб-500» и Росс-308, которая отражает усиление ростовых процессов на фоне применения кормовых добавок в организме цыплят-бройлеров, что проявляется увеличением массы исследуемых мышц, изменением степени развития митохондриального аппарата в мышечных волокнах, изменением соотношения мышечных волокон и соединительной ткани в структуре мышцы, а также изменением соотношения волокон разной площади в структуре мышц. Гистологическая картина внутренних органов цыплят-бройлеров не отражает выраженных деструктивных изменений при включении в рацион исследуемых кормовых добавок.

8. Весовые, морфологические и микроморфометрические показатели поверхностной грудной мышцы и четырехглавой мышцы бедра цыплят-бройлеров кросса «Смена-9» отличаются наибольшей стабильностью при использовании пребиотика, пробиотика и сорбента в рационах. Это указывает на наибольшую устойчивость реализации генетического потенциала продуктивности отечественного кросса бройлеров при разных условиях кормления.

9. Разработанный алгоритм оценки реализации сельскохозяйственной птицей генетического потенциала мясной продуктивности позволяет провести оценку состояния мышц у цыплят-бройлеров и получить достоверные данные о степени реализации генетического потенциала и перспективах использования в дальнейшей селекционной работе.

Практические предложения

Результаты исследования должны быть в основной методике оценки качественных и количественных результатов реализации продуктивного потенциала птиц в условиях птицеводческих предприятий. Рекомендуются на производственных площадках по выращиванию птицы на основе

разработанной методики производить контрольную оценку реализации продуктивного потенциала поголовья не реже одного раза в полугодие.

Полученные данные могут быть использованы ветеринарными и зооинженерными специалистами для совершенствования подходов к выращиванию цыплят в зависимости от применяемых рационов, использования в качестве нутриентов исследуемых пробиотика, пребиотика и сорбента в качестве мер мониторинга ростовых процессов, на основе объективных авторских морфологических критериев оценки реализации сельскохозяйственной птицы её генетического потенциала.

Данные о структурной организации скелетных мышц распространенных мясных кроссов кур не только расширяют базу в области миологии сельскохозяйственных птиц, в том числе в плане выявления морфологических признаков реализации генетического потенциала на фоне применения разных рационов в технологии выращивания кур, но и позволяет оперативно оценить эффективность технологии выращивания кур и прогнозировать повышение продуктивности. Полученные данные могут быть использованы в качестве модели для разработки методологической базы в оценке продуктивного потенциала других видов сельскохозяйственной птицы.

Рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы

Перспективными направлениями дальнейших исследований по теме диссертации на наш взгляд является более глубокое выявление особенностей развития соматических систем птицы в постэмбриональный период онтогенеза с целью повышения мясной продуктивности кур, повышения вывода, выводимости и сохранности цыплят. Данные проведенных исследований являются основой для дальнейшего изучения эффективности применения кормовых добавок на других видах сельскохозяйственной птицы с целью повышения сохранности, продуктивности и качества мяса птицы. Необходимо расширить исследования по изучению механизмов действия кормовых добавок, в том числе в качестве альтернативы кормовым антибиотикам, с учетом физиологических особенностей организма, состава рациона, состояния микрофлоры кишечника и условий содержания различных технологических групп сельскохозяйственной птицы.

Исходя из задач по развитию отечественного животноводства, наибольшее внимание необходимо уделять проблемам создания новых отечественных конкурентоспособных кроссов мясных кур в целях получения бройлеров, отличающихся высокой продуктивностью и жизнеспособностью, на основе применения новых высокотехнологичных отечественных разработок, включающих в себя элементы полного комплексного научно-технического цикла, и коммерциализации новых технологических разработок.

Помимо изучения эффективности отдельных кормовых добавок при выращивании птицы, отдельного внимания заслуживает оценка экспрессии генов, связанных с хозяйственно полезными признаками цыплят-бройлеров,

под влиянием различных паратипических факторов. Необходимо продолжить изучение генетического потенциала продуктивности племенной птицы, которая во многом зависит от условий содержания и кормления, в связи с чем перспективным представляется сравнение использования в рационе птицы кормовых добавок в комплексе (пробиотик и сорбент, пребиотик и симбиотик и т.д.).

Список работ, опубликованных по теме диссертации
Статьи в журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ:

1. Позябин, С.В. Сравнительная характеристика скелетных мышц пищевого значения у цыплят-бройлеров / С. В. Позябин, **В. В. Степанишин**, Е. Н. Борхунова, М. А. Кузнецова // Ветеринария и кормление. – 2025. – № 3. – С. 82–87.
2. **Степанишин, В.В.** Сравнительная морфологическая характеристика четырехглавой мышцы бедра мясных кроссов кур / В. В. Степанишин, С. В. Позябин // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2025. – № 1 (117). – С. 352-357.
3. **Степанишин, В.В.** Сравнительная морфология фабрициевой бursы цыплят-бройлеров кросса «Смена-9» при различных рационах кормления / В. В. Степанишин, С. В. Позябин, Е. Н. Борхунова [и др.] // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2024. – № 6. – С. 23–30.
4. **Степанишин, В.В.** Гистоморфологическое строение печени у цыплят-бройлеров кросса «Смена-9» при использовании в рационе кормовых добавок / В. В. Степанишин, С. В. Позябин, Е. Н. Борхунова [и др.] // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2024. – № 7. – С. 16–24.
5. **Степанишин, В.В.** Светооптические, ультраструктурные и морфометрические изменения в поверхностной грудной мышце цыплят-бройлеров кросса «Смена-9» при различных рационах кормления / В. В. Степанишин, С. В. Позябин, Е. Н. Борхунова // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2024. – Т. 1, № 11. – С. 14–25.
6. **Степанишин, В.В.** Влияние кормовых добавок на структуру поверхностной грудной мышцы цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» / В. В. Степанишин, С. В. Позябин, Е. Н. Борхунова, М. А. Козлова // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2024. – Т. 1, № 12. – С. 16–30.
7. **Степанишин, В.В.** Изменения микроструктуры четырехглавой мышцы бедра цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» под влиянием кормовых добавок / В. В. Степанишин, С. В. Позябин, Е. Н. Борхунова, М. А. Кузнецова // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2024. – Т. 2, № 12. – С. 17–33.
8. **Степанишин, В.В.** Особенности строения четырехглавой мышцы бедра цыплят-бройлеров кросса «Смена-9» при различных рационах кормления / В. В. Степанишин, Е. Н. Борхунова, С. В. Позябин [и др.] // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2023. – № 12-2(121). – С. 18–30.

9. **Степанишин, В.В.** Морфологическая характеристика поверхностной грудной мышцы цыплят-бройлеров кросса «Смена-9» при различных рационах кормления / В. В. Степанишин, Е. Н. Борхунова, Г. В. Кондратов [и др.] // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2023. – № 12. – С. 81–90.

10. Кондратов, Г.В. Гистологическое строение четырехглавой мышцы бедра в постнатальном онтогенезе у кур мясного направления продуктивности / Г. В. Кондратов, **В. В. Степанишин**, А. М. Жариков // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2023. – № 5. – С. 97-103.

11. Кондратов, Г.В. Гистогенез скелетной мускулатуры представителей куриных мясного направления продуктивности / Г. В. Кондратов, **В. В. Степанишин**, С. Г. Кумиров // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2023. – № 1. – С. 15–23.

Патенты на изобретение, полученные по результатам исследований и свидетельства о регистрации базы данных:

1. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025620334 Российская Федерация. Показатели четырехглавой мышцы бедра у кур мясного направления продуктивности в постэмбриональном онтогенезе : заявл. 24.12.2024 : опубл. 20.01.2025 / **В. В. Степанишин**, С. В. Позябин, Е. Н. Борхунова, Г. В. Кондратов ; заявитель ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина.

2. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025620410 Российская Федерация. Показатели поверхностной грудной мышцы у кур мясного направления продуктивности в постэмбриональном онтогенезе : заявл. 27.12.2024 : опубл. 23.01.2025 / **В. В. Степанишин**, С. В. Позябин, Е. Н. Борхунова, Г. В. Кондратов ; заявитель ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина.

3. Патент на полезную модель № 2838358 U1 Российская Федерация, МПК А61D 3/00. Способ оценки морфологической зрелости скелетных мышц цыплят-бройлеров : № 2024140468 : заявл. 30.12.2024 : опубл. 14.04.2025 / **В.В. Степанишин**, С.В. Позябин; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина».

Методические рекомендации:

1. **Степанишин, В.В.** Использование морфологических критериев в оценке качества и безопасности продукции птицеводства: Методические рекомендации / В. В. Степанишин, Г. В. Кондратов, А. М. Жариков. – Москва : ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, 2024. – 40 с. – Текст : непосредственный.

Монографии:

1. **Степанишин, В.В.** Гистогенез скелетных мышц кур различного направления продуктивности: монография / В. В. Степанишин, Е. Н. Борхунова, С. В. Позябин, Г. В. Кондратов – Москва: ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, 2025. – 106 с. – Текст : непосредственный. – ISBN 978-5-86341-580-2.

Статьи в иных научных журналах, материалах и сборниках конференций:

1. Кондратов, Г. В. Влияние применения кормовой добавки в рационе цыплят-бройлеров на микроморфологическую картину четырехглавой мышцы бедра / Г. В. Кондратов, **В. В. Степанишин**, С. Г. Кумиров // Ветеринарная морфология и патология. – 2024. – № 2. – С. 21-27.

2. Кондратов, Г. В. Гистологическое строение мышечной ткани у цыплят-бройлеров мясного направления продуктивности / Г. В. Кондратов, **В. В. Степанишин**, С. Г. Кумиров // Морфология в XXI веке: теория, методология, практика : Сборник трудов Международной научно-практической конференции, Москва, 24–26 апреля 2024 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К. И. Скрябина», 2024. – С. 272-274.

3. Кондратов, Г. В. Использование пробиотиков в кормлении сельскохозяйственной птицы / Г. В. Кондратов, **В. В. Степанишин**, С. В. Набоков // СТУДЕНЧЕСКИЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ : сборник статей XII Международной научно-практической конференции. В 2 частях, Пенза, 20 мая 2022 года. Том 1. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022. – С. 71-73.

4. Кондратов, Г. В. К вопросу о гистогенезе скелетной мускулатуры у некоторых пород кур / Г. В. Кондратов, **В. В. Степанишин**, С. Г. Кумиров // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения : Сборник трудов 3-й Научно-практической конференции, Москва, 28 июня 2024 года. – Москва: ООО "Издательство "Сельскохозяйственные Технологии", 2024. – С. 40-41.

5. Кондратов, Г. В. Микроморфологическое оформление печени цыплят-бройлеров при включении в рацион пробиотика / Г. В. Кондратов, **В. В. Степанишин**, С. Г. Кумиров // Ветеринарная морфология и патология. – 2024. – № 2. – С. 47-54.

6. Кондратов, Г. В. Микроморфологическое строение поверхностной грудной мышцы у кур различных направлений продуктивности / Г. В. Кондратов, **В. В. Степанишин**, С. Г. Кумиров // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения : Сборник трудов 3-й Научно-практической конференции, Москва, 28 июня 2024 года. –

Москва: ООО "Издательство "Сельскохозяйственные Технологии", 2024. – С. 41-42.

7. Кондратов, Г. В. Микроскопическая организация поверхностной грудной мышцы у кур мясного и яичного направления продуктивности / Г. В. Кондратов, **В. В. Степанишин**, А. М. Жариков // Морфология в XXI веке: теория, методология, практика : Сборник трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Москва, 05–07 апреля 2023 года / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К.И. Скрябина». – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К.И. Скрябина», 2023. – С. 177-179.

8. Набоков, С. В. Микроморфология скелетной мускулатуры у кур мясного и яичного направлений продуктивности / С. В. Набоков, **В. В. Степанишин**, Г. В. Кондратов // Неделя студенческой науки : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Москва, 20 апреля 2022 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К.И. Скрябина», 2022. – С. 60-61.

9. Кондратов, Г. В. Сравнительная характеристика четырехглавой мышцы бедра в постнатальном онтогенезе у кур Кобб-500 и Юрловская голосистая / Г. В. Кондратов, **В. В. Степанишин**, С. Г. Кумиров // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2022. – № 1. – С. 6-11.

10. Кондратов, Г. В. Структурная характеристика селезенки кросса Росс-308 при использовании в рационе кормовых добавок / Г. В. Кондратов, **В. В. Степанишин**, С. Г. Кумиров // Ветеринарная морфология и патология. – 2025. – № 1. – С. 47-54.

11. Кондратов, Г. В. Характеристика скелетной мускулатуры сельскохозяйственной птицы мясных кроссов / Г. В. Кондратов, **В. В. Степанишин**, С. Г. Кумиров // Ветеринарная морфология и патология. – 2024. – № 1. – С. 23-29.

12. Особенности гистологического строения миокарда сердца цыплят-бройлеров при различных рационах кормления / Г. В. Кондратов, **В. В. Степанишин**, Е. А. Енушкова, С. В. Редькин // Ветеринарная морфология и патология. – 2024. – № 4. – С. 20-26.

13. Особенности микроструктуры четырехглавой мышцы бедра цыплят-бройлеров кросса «Смена-9» при различных рационах кормления / **В. В. Степанишин**, С. В. Позябин, Е. Н. Борхунова [и др.] // Международный вестник ветеринарии. – 2024. – № 3. – С. 270-286.

14. **Степанишин, В. В.** Вариабельность микроструктуры четырехглавой мышцы бедра цыплят-бройлеров кросса «Кобб-500» на фоне применения кормовых добавок / В. В. Степанишин, С. В. Позябин, Е. Н.

Борхунова // Международный вестник ветеринарии. – 2024. – № 4. – С. 394-408.

15. **Степанишин, В. В.** Влияние дрожжевого пробиотика на микроморфологию печени и мышечного желудка цыплят-бройлеров / В. В. Степанишин, Г. В. Кондратов, С. В. Набоков // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения : Сборник трудов научно-практической конференции, Москва, 08 ноября 2022 года / Под общей редакцией С.В. Позябина, Л.А. Гнездиловой. – Москва: Сельскохозяйственные технологии, 2022. – С. 71-73.

16. **Степанишин, В. В.** Морфологическая характеристика продуктов убоя при включении дрожжевых пробиотиков в рацион цыплят-бройлеров / В. В. Степанишин, Г. В. Кондратов, С. Г. Кумиров // Ветеринарная морфология и патология. – 2023. – № 1. – С. 37-45.

17. Строение четырехглавой мышцы бедра у цыплят-бройлеров в условиях разных рационов кормления / Г. В. Кондратов, **В. В. Степанишин**, Е. А. Енушкова, С. В. Редькин // Ветеринарная морфология и патология. – 2024. – № 3. – С. 28-35.

18. Усачева, А. А. Использование пробиотиков в кормлении сельскохозяйственной птицы / А. А. Усачева, **В. В. Степанишин** // Неделя студенческой науки : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Москва, 20 апреля 2022 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К.И. Скрябина», 2022. – С. 62-64.