

На правах рукописи



КРЮЧКОВ ИГОРЬ АНДРЕЕВИЧ

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗАМЕНЫ РЫБНОЙ МУКИ БЕЛКОВЫМ
КОНЦЕНТРАТОМ ИЗ ЛИЧИНОК ЧЁРНОЙ ЛЬВИНКИ
(HERMETIA ILLUCENS) ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЦЫПЛЯТ-
БРОЙЛЕРОВ**

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Сергиев Посад – 2026

Работа выполнена в департаменте ветеринарной медицины ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

Научный руководитель: **Никишов Александр Алексеевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент департамента ветеринарной медицины ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы»

Официальные оппоненты: **Буряков Николай Петрович**, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой кормления животных ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Харламов Константин Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»

Ведущая организация: ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

Защита диссертации состоится «06» мая 2026 г. в 13:00 часов на заседании диссертационного совета 24.1.260.01 при Федеральном государственном бюджетном научном учреждении Федеральном научном центре «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» (ФНЦ «ВНИТИП») по адресу: 141311, Московская область, г. Сергиев Посад, ул. Птицеградская, д.10; тел.: 8(496)549-95-75, факс: 8 (496) 551-21-38, E-mail: dissovet@vnitip.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФНЦ «ВНИТИП»: www.vnitip.ru

Автореферат разослан «___» _____ 2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

Ленкова Татьяна Николаевна



1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В животноводстве обостряется дефицит доступных и стабильных по качеству источников кормового протеина: рыбная и соевая мука характеризуются высокой ценовой волатильностью, ограниченной доступностью и вариативностью технологических свойств. В этой связи усиливается поиск альтернативных белковых компонентов, позволяющих частично или полностью замещать дефицитные ингредиенты без потери продуктивности и биобезопасности.

Перспективным решением выступает белковый концентрат из личинок Чёрной львинки (*Hermetia illucens*), отличающийся высоким содержанием полноценного протеина, сбалансированным аминокислотным составом, наличием биологически активных веществ и высокой усвояемостью. Институциональную основу внедрения формирует Распоряжение Правительства РФ от 10.10.2023 № 2761-р, включившее Чёрную львинку и продукты её переработки (личинки, муку, пюре) в перечень сельскохозяйственной продукции, что легитимировало их производство и использование, в том числе в кормах для животных, и открыло доступ к мерам государственной поддержки.

Степень разработанности темы исследования. Зарубежные исследователи (S. Dabou, I. Biasato, F. Gai et al., 2018; M. Schiavone et al., 2017 и др.) сообщают об общей безопасности и питательности инсектной муки в рационах бройлеров и перепелов, указывая на перспективность данного направления. За последние годы выполнен ряд экспериментальных работ, подтверждающих возможность частичной замены соевого шрота и рыбной муки на муку из насекомых без снижения продуктивности птицы. Так, отечественными учёными (Башаров А.А. и соавт., 2022; Ильина Г.В. и др., 2021 и др.) получены первые положительные результаты по скармливанию личинок Чёрной львинки цыплятам-бройлерам, отмечены тенденции к повышению продуктивных показателей птицы.

Цель исследований – оценить эффективность включения белкового концентрата из личинок мухи Чёрной львинки в рационы при выращивании цыплят-бройлеров.

Задачи исследований:

1. Оценить влияние включения белкового концентрата из личинок Чёрной львинки сверх рациона на продуктивность, переваримость сырого протеина и конверсию корма у цыплят-бройлеров;
2. Определить влияние замены рыбной муки белковым концентратом из личинок Чёрной львинки в комбикорме на продуктивность цыплят-бройлеров (динамику живой массы, потребление корма, конверсию корма, сохранность поголовья);
3. Рассчитать экономическую эффективность использования белкового концентрата из личинок Чёрной львинки в кормлении цыплят-бройлеров.

Научная новизна диссертационной работы. В отечественной зоотехнической практике проведено комплексное исследование эффективности частичной и полной замены рыбной муки белковым концентратом из личинок Чёрной львинки (*Hermetia illucens*) в рационах цыплят-бройлеров кросса «Росс-308». Научно обоснована возможность замены рыбной муки на инсектное сырьё без снижения продуктивности и ухудшения физиологического состояния птицы. Установлено улучшение переваримости питательных веществ, азотного и минерального обмена. По результатам гистологического исследования печени и кишечника патологических изменений не выявлено. Доказано повышение убойного выхода без ухудшения качества мяса. Полученные результаты дополняют научные представления о применении насекомых в кормлении птицы и уточняют оптимальные уровни их включения в рационы бройлеров.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в расширении научных основ кормления сельскохозяйственной птицы путём изучения эффективности применения белкового концентрата из личинок *Hermetia illucens* в рационах бройлеров. Получены новые данные о переваримости, метаболизме питательных веществ, физиологической адаптации пищеварительной системы к энтомологическим источникам белка.

Разработана и апробирована методика частичной и полной замены рыбной муки белковым концентратом из личинок *Hermetia illucens*, позволяющая повышать продуктивность бройлеров при снижении себестоимости кормления. Результаты работы имеют практическое значение для птицеводческих предприятий, могут использоваться при разработке новых рецептур комбикормов, в образовательном процессе аграрных вузов, а также способствуют повышению рентабельности отрасли, снижению зависимости от импортных белковых источников и улучшению экологических показателей производства.

Производству предложено: при составлении рационов для повышения продуктивности цыплят-бройлеров, а также сокращения расходов при изготовлении кормов, заменять 75% рыбной муки белковым концентратом из высушенных, обезжиренных и измельченных личинок мух Чёрной львинки.

Степень достоверности и апробации результатов. Научные положения и выводы, полученные в диссертационной работе, являются достоверными, поскольку опираются на достаточный объем экспериментальных данных, собранных на репрезентативной выборке сельскохозяйственной птицы (в общей сложности 180 голов бройлеров, распределенных по группам методом аналогов). Применены современные методы исследований и статистической обработки, обеспечивающие объективность и воспроизводимость результатов. Достоверность подтверждается согласованностью выявленных закономерностей с известными научными данными, а также положительными результатами

производственной проверки в условиях действующего птицеводческого хозяйства. Материалы диссертационного исследования были представлены на CLXXXVI Международной научно-практической конференции «Инновационные подходы в современной науке» (г. Москва, март 2025 года), LIII International Multidisciplinary Conference “Prospects and Key Tendencies of Science in Contemporary World” (Madrid, Spain, March 2025), LIV International Multidisciplinary Conference “Prospects and Key Tendencies of Science in Contemporary World” (Madrid, Spain, April 2025), а также на LV International Multidisciplinary Conference “Innovations and Tendencies of State-of-Art Science” (Rotterdam, Nederland, May 2025).

Результаты исследований эффективности применения белкового концентрата, полученного путём сушки, обезжиривания и последующего измельчения личинок мух Чёрной львинки, производства ООО «ЭкоБелок», прошли апробацию в условиях промышленного птицеводства на базе АО «Куриное Царство» (филиал «Моссельпром»). При проведении экспериментов строго соблюдались требования международных стандартов организации и реализации научно-практических испытаний кормовых добавок, что позволило обеспечить высокую степень объективности и достоверности полученных экспериментальных результатов.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 научных работ, в том числе 4 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, что свидетельствует о значимости полученных данных научным сообществом.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 150 страницах и включает введение, обзор литературы, материалы и методы исследований, результаты собственных исследований, заключение, предложения производству, список литературы и приложения. Работа иллюстрирована 19 таблицами и 30 рисунками. Список литературы включает 172 источника, из них 136 на иностранных языках.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Продуктивность цыплят-бройлеров при дополнительном включении белкового концентрата из личинок Чёрной львинки в рацион бройлеров;
2. Продуктивность бройлеров кросса «Росс-308» при замене традиционных кормовых белков (рыбной муки) на инсектный белковый концентрат в рационах цыплят-бройлеров;
3. Мясные качества цыплят-бройлеров при замене традиционных кормовых белков (рыбной муки) на инсектный белковый концентрат в рационах бройлеров;
4. Экономическая и производственная целесообразность применения белкового концентрата из насекомых при выращивании цыплят-бройлеров кросса «Росс-308».

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в период 2021–2025 г. на виварии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» на цыплятах-бройлерах кросса «Росс-308». Общая схема исследований приведена на рисунке 1. Схемы конкретных опытов описаны ниже.

Оценка влияния замены рыбной муки белковым концентратом из личинок Черной <u>львинки</u> (<i>Hermetia Illucens</i>) при выращивании цыплят-бройлеров			
1-й научно-производственный опыт Влияние разных уровней включения БК из личинок Черной <u>львинки</u> на продуктивность и физиологическое состояние цыплят-бройлеров кросса «Росс-308»	Группа	Характеристика кормления	
	1-я контрольная	Основной рацион (далее ОР), в соответствии с «Руководством по кормлению сельскохозяйственной птицы», ВНИТИП (2019) без добавок	
	2-я опытная	ОР с добавлением белкового концентрата из личинок Черной <u>львинки</u> в дозировке 5 кг/т корма.	
	3-я опытная	ОР с добавлением белкового концентрата из личинок Черной <u>львинки</u> в дозировке 10 кг/т корма.	
	4-я опытная	ОР с добавлением белкового концентрата из личинок Черной <u>львинки</u> в дозировке 15 кг/т корма.	
Изучаемые показатели			
Продуктивность цыплят-бройлеров кросса «Росс-308»	Переваримость и использование питательных веществ корма	Химический состав печени	Органолептические показатели мяса
2-й научно-производственный опыт Эффективность замены рыбной муки на БК из личинок Черной <u>львинки</u> в рационе цыплят-бройлеров кросса «Росс-308»	Группа	Характеристика кормления	
	1-я контрольная	Основной рацион (далее ОР), сбалансированный по всем питательным веществам, согласно методическому пособию по кормлению сельскохозяйственной птицы ВНИТИП (2021)	
	2-я опытная	ОР с заменой 25% рыбной муки на белковый концентрат из личинок Черной <u>львинки</u>	
	3-я опытная	ОР с заменой 50% рыбной муки на белковый концентрат из личинок Черной <u>львинки</u>	
	4-я опытная	ОР с заменой 75% рыбной муки на белковый концентрат из личинок Черной <u>львинки</u>	
	5-я опытная	ОР с заменой 100% рыбной муки на белковый концентрат из личинок Черной <u>львинки</u>	
Комплекс исследований			
Зоотехнические (Сохранность поголовья, живая масса, конверсия корма, затраты корма, среднесуточные приросты)	Физиологические (Переваримость питательных веществ (протеина, жира, клетчатки), использование азота, кальция и фосфора)	Биохимические (Содержание белка и жира в печени птицы)	Мясная продуктивность (Убойный выход, морфология тушек, выход частей тушек)
Производственная проверка			

Рисунок 1 – Общая схема исследований

В ходе исследования проведено два научно-хозяйственных и физиологических (балансовых) опыта и производственная проверка для определения экономической эффективности полученных результатов.

Цыплят-бройлеров выращивали с суточного до 35–суточного возраста в клеточных батареях Big Dutchman, без разделения по полу, по 20 голов в группе. Распределение птицы по группам осуществляли методом случайной

выборки с учётом принципа аналогов по живой массе. Условия содержания, включая плотность посадки, температурный и световой режимы, были идентичны для всех групп и соответствовали требованиям «Методических рекомендаций по технологическому проектированию птицеводческих предприятий» (2013 г.).

Раздача кормов осуществлялась вручную. В первом опыте птицу кормили полнорационными рассыпными комбикормами, состав и питательная ценность которых соответствовали Руководству по кормлению сельскохозяйственной птицы, ВНИТИП (2019). Во втором опыте использовали рационы, составленные в соответствии с рекомендациями ВНИТИП (2021).

Физиологические (балансовые) опыты по изучению переваримости и доступности питательных веществ проводили на петушках (по три головы от каждой группы) в возрасте 30–33 суток в соответствии с методическими рекомендациями ФНЦ «ВНИТИП». Предварительный период составлял 3 суток. По завершении опыта, после ночного голодания, производили забор крови из локтевой вены в пробирки с коагулянтом и без него, для последующего анализа морфологических и биохимических показателей. Форменные элементы крови и лейкоцитарную формулу определяли с использованием автоматического гематологического анализатора DF50 Vet (КНР), клиническую биохимию – на полуавтоматическом биохимическом анализаторе BS-3000P (КНР).

После убоя птицы в конце каждого опыта производили отбор образцов печени и кишечника для проведения гистологических исследований, а также определяли витаминный состав печени и химический состав большеберцовой кости. С целью оценки влияния белкового концентрата из личинок *Hermetia illucens* на органолептические свойства мяса бройлеров проводилась дегустационная и сенсорная оценка продукции.

Первый опыт был направлен на изучение безопасности и эффективности включения сверх рациона белкового концентрата, полученного из высушенных, обезжиренных и измельчённых личинок Чёрной львинки (таблица 2.1). В ходе эксперимента применяли трёхфазную схему кормления: стартовый период – до 14 суток, ростовой – до 21 суток, финишный – с 22 до 35 суток. Отличия между опытными группами заключались исключительно в дозировках добавляемого концентрата, при идентичной основе рецептуры комбикормов.

Во втором опыте исследовали возможность поэтапной замены рыбной муки в составе рациона на белковый концентрат из личинок Чёрной львинки в дозах 25, 50, 75 и 100%, а также оценивали продуктивность бройлеров и качество мяса при указанных уровнях замещения. В течение всего периода выращивания использовалась трёхфазная система кормления, идентичная применённой в первом опыте.

При проведении научно-хозяйственных опытов на цыплятах-бройлерах учитывали *зоотехнические, физиолого-биохимические, гематологические, гистологические, органолептические, ветеринарно-санитарные и экономические показатели.*

В рамках **физиологических** опытов определяли переваримость и доступность питательных веществ (сухого вещества, сырого протеина, жира, клетчатки) по общепринятым методикам, с расчётом коэффициентов использования азота. В помёте, кормах, печени и мышечной ткани определяли массовую долю общего азота методом Кьельдаля с использованием автоматического анализатора «Kjeltec System 2300» (ГОСТ 32044.1–2012), сырого жира (экстракционное обезжиривание, ГОСТ 13496.15–2016), сырой золы (метод сухого озоления, ГОСТ 32933–2014), сырой клетчатки (ГОСТ 31675–2012). В большеберцовой кости устанавливали содержание кальция методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии с использованием анализатора фирмы «Perkin Elmer» и фосфора с использованием автоматического жидкостного анализатора «Контифло».

Гематологические исследования включали определение морфологических показателей крови и лейкоцитарной формулы на автоматическом гематологическом анализаторе «Гемаскрин VET 5 diff». Биохимические параметры (общий белок, мочевая кислота и др.) определяли по окончании опыта у трёх петушков от каждой группы.

Гистологические и морфометрические исследования тканей печени, двенадцатиперстной и слепых кишок проводили по стандартной методике: с фиксацией материала в 10%-ном нейтральном формалине, последующей автоматизированной дегидратацией, заливкой в парафин, окраской гематоксилином и эозином, микроскопированием и фотодокументированием с применением цифровых систем визуализации.

Для оценки мясной продуктивности проводили анатомическую разделку шести тушек из каждой группы в 35-суточном возрасте по методике ВАСХНИЛ. Органолептические исследования (внешний вид, запах, консистенция мяса, состояние подкожного жира, качество бульона) осуществляли в соответствии с ГОСТ Р 51944–2002. Экономическую эффективность применения белкового концентрата оценивали на основе расчёта себестоимости, затрат, прибыли и экономического эффекта на 100 голов бройлеров.

Производственная проверка. Производственная проверка проводилась на базе АО «Куриное Царство» на бройлерах кросса «Росс-308» с суточного до 35-суточного возраста. В базовом варианте птица получала рацион, сбалансированный по всем питательным веществам в соответствии с рекомендациями ВНИТИП (2021), в то время как в новом варианте 75 % рыбной муки было заменено на белковый концентрат из личинок *Hermetia illucens* при сохранении общей питательной ценности корма (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Схема производственной проверки

Группа	Поголовье, гол	Характеристика кормления
Базовый вариант	100	Основной рацион (далее ОР), сбалансированный по всем питательным веществам, согласно методическому пособию по кормлению сельскохозяйственной птицы ВНИТИП (2021)
Новый вариант 1	100	ОР с заменой 75% рыбной муки белковым концентратом из высушенных, обезжиренных и измельченных личинок мух Чёрной львинки

Рецептура рационов в обеих группах была идентична по содержанию энергии, сырого протеина и аминокислот, за исключением замены источника белка.

Все процедуры, связанные с содержанием, кормлением, взвешиванием и убоем подопытной птицы, проводились с соблюдением положений Европейской конвенции по защите животных, используемых в научных целях (2003), а также в соответствии с требованиями Директивы 2010/63/EU Европейского парламента и Совета от 22 сентября 2010 года.

Обработка экспериментальных данных осуществлялась статистическими методами с использованием критерия Стьюдента и Фишера в программной среде Microsoft Excel, 2019. Статистическую достоверность устанавливали по следующим уровням значимости: $p \leq 0,05$; $p \leq 0,01$.

Полученные данные подтвердили целесообразность частичной замены рыбной муки на белковый концентрат, что позволило снизить себестоимость продукции без ухудшения продуктивных показателей птицы.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Влияние разных уровней включения белкового концентрата из личинок Чёрной львинки на продуктивность и физиологическое состояние цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» (Опыт 1)

В рамках анализа *продуктивности* цыплят-бройлеров результаты проведённого эксперимента подтвердили целесообразность включения белкового концентрата из личинок Чёрной львинки в состав комбикорма для бройлеров (таблица 3.1). Во всех опытных группах отмечалась тенденция к улучшению продуктивных показателей по сравнению с контролем. Наилучший эффект зафиксирован при дозе 10 кг/т: живая масса бройлеров в 35-суточном возрасте превысила контрольный уровень на 5,8%, при этом масса петушков оказалась выше на 7,6%, курочек — на 3,8%. Одновременно наблюдалось снижение затрат корма на единицу прироста на 4,9%.

Таблица 3.1 – Динамика живой массы цыплят-бройлеров кросса «Росс-308», получавших комбикорма с включением белкового концентрата сверх рациона, (n=20) M±m (опыт 1)

Показатель	Группы			
	1 (к)	2	3	4
Живая масса, г в возрасте, суток:				
Живая масса (г) в возрасте, суток: 7	145,8 ±2,9	149,9 ±2,4 +2,8%	152,9 ±3,0** +4,9%	151,5 ±2,5 +3,8%
14	405,9 ±10,5	414,4 ±10,0 +2,1%	428,6 ±8,2** +5,6%	422,9 ±12,7 +4,2%
21	792,5 ±20,0	816,9 ±23,9 +3,1%	822,6 ±20,1 +3,8%	821,8 ±18,8 +3,7%
35 (в среднем)	1831,75	1907,95 +4,1%	1938,50 +5,8%	1930,90 +5,4%
в том числе: петушков	1954,0 ±41,7	2051,7 ±50,7 +5,0%	2102,5 ±55,1* +7,6%	2090,8 ±79,2 +7,0%
курочек	1709,5 ±39,9	1764,2 ±48,4 +3,2%	1774,5 ±57,2 +3,8%	1771,0 ±56,8 +3,6%
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	1,690	1,682	1,608	1,609
ЕИП, балл	294,19	307,89	344,44	342,87

Достоверность различий: *- p<0,05; **- p<0,1.

Применение других доз белкового концентрата (5 и 15 кг/т) также обеспечивало увеличение прироста живой массы – на 3,1–3,7% к 21-му дню и до 4,1–5,8% – к концу выращивания. На всех уровнях включения наблюдалась положительная динамика кормовой конверсии: снижение затрат корма на 0,5–4,9% по сравнению с контрольной группой.

Комплексная оценка эффективности кормления по Европейскому индексу продуктивности повысилась с 294,19 до 307,89; 344,44 и 342,87 баллов во 2-й, 3-й и 4-й группах. Наилучшие результаты достигнуты при дозе 10 кг/т, где индекс превысил контроль на 50,25 балла, что свидетельствует о максимальной эффективности данной нормы включения белкового концентрата.

Результаты физиологических опытов подтвердили наличие взаимосвязи между продуктивностью и интенсивностью обменных процессов при включении белкового концентрата из личинок *Hermetia illucens* в рацион бройлеров (таблица 3.2). Повышение средней живой массы

сопровождалось улучшением усвоения основных питательных веществ, особенно протеина: его переваримость в опытных группах достигала 90,11% против 89,41% в контроле. Более эффективное использование азота (до 43,14% в опытах против 41,06% в контроле) указывает на активизацию белкового обмена и метаболическую адаптацию птицы к новому кормовому компоненту.

Таблица 3.2 – Влияние различных уровней включения белкового концентрата на переваримость и использование питательных веществ корма (%) цыплятами – бройлерами в возрасте 30–33 суток, n=3 (опыт 1)

Показатель	Группа			
	1(к)	2	3	4
Переваримость:				
Протеина	89,41	89,49	90,11	90,80
Сухого вещества корма	78,76	78,12	79,50	78,24
Жира	76,24	77,40	78,62	78,54
Клетчатки	26,58	26,41	26,25	26,10
Использование:				
Азота	41,06	42,30	43,14	42,82
Кальция	55,52	55,99	58,28	57,79
Фосфора	34,45	34,79	35,33	35,10

Переваримость сухого вещества демонстрировала дозозависимый характер: наименьшие значения наблюдались во 2-й и 4-й группах, тогда как 3-я группа обеспечила показатель выше контрольного уровня на 0,9%. Переваримость жира увеличилась по сравнению с контрольной группой: во 2-й группе показатель был выше на 1,5%, в 3-й группе – на 3,1% и в 4-й группе – на 3,0%. Уровень усвоения клетчатки во всех опытных группах был ниже контрольного уровня. Снижение обусловлено введением хитина — трудноперевариваемого компонента, составляющего до 8% в концентрате.

Также отмечено улучшение минерального обмена: усвоение кальция и фосфора в опытных группах стабильно превышало контрольные значения, что свидетельствует о положительном влиянии концентрата на метаболизм макроэлементов.

Изучение *химического состава печени* бройлеров показало, что включение белкового концентрата из личинок *Hermetia illucens* оказывает положительное влияние на содержание основных нутриентов. Во всех опытных группах отмечено достоверное увеличение уровня протеина в печени по сравнению с контрольной группой (таблица 3.3). Максимальное повышение (на 4,3%) зафиксировано при дозе 15 кг/т, что указывает на активизацию процессов белкового синтеза или усиленное депонирование белка в гепатоцитах.

Таблица 3.3 – Химический состав (%) печени цыплят-бройлеров в возрасте 35 суток (опыт 1)

Показатель	Группа			
	1(к)	2	3	4
Протеин	55,59	56,06	56,46	58,01
Жир	23,82	22,49	22,28	22,68
Зола	3,88	4,0	4,3	4,3

Одновременно с этим наблюдалось снижение содержания жира в печени, наиболее выраженное в группах с добавкой 10 и 15 кг/т (на 6,9% и 5,0% ниже контроля соответственно). Уменьшение жировой инфильтрации свидетельствует о нормализации липидного обмена и снижении риска развития жировой дистрофии печени при интенсивном росте птицы. Минеральный состав печени существенно не отличался между группами, не выявляя выраженной зависимости от уровня введения концентрата.

Тем самым, применение инсектного белка способствовало улучшению белкового обмена и снижению жировых накоплений в печени, не нарушая при этом физиологических границ гомеостаза. Сопутствующие гематологические, биохимические и морфологические показатели подтверждают безопасность и биологическую адаптацию птицы к новому кормовому компоненту.

Органолептические показатели мяса – характеристики, определяющие его потребительскую ценность и тесно связанные с условиями кормления и содержания птицы. Для объективной оценки сенсорных свойств грудных и бедренных мышц, а также бульона, была организована дегустационная процедура, в которой использовались петухи, однородные по возрасту, породе и физиологическому состоянию. Стандартизированная методика дегустации позволила обеспечить воспроизводимость результатов и сравнить вкусовые и текстурные качества вареного мяса и бульона между опытными и контрольной группами.

Результаты, представленные в таблице 3.4, показали, что по всем основным сенсорным параметрам – аромат, вкус, нежность и сочность – мясо опытных групп не уступало контрольной. Оценка проводилась по 5-балльной дегустационной шкале (1 — плохо/непригодно, 2 — неудовлетворительно, 3 — удовлетворительно, 4 — хорошо, 5 — отлично). Вкус грудных и бедренных мышц оставался насыщенным, без посторонних привкусов, аромат — приятным и характерным для качественного куриного мяса, а текстура сохраняла плотность и волокнистость, соответствующую типу исследуемой ткани. Водоудерживающая способность мышц не изменилась, мясо сохраняло сочность, а цвет мышц и бульона оставался в пределах физиологической нормы.

Таблица 3.4 – Органолептическая оценка вареного мяса и бульона бройлеров, средний балл, n=3 (опыт 1)

Показатели	Группа			
	1к	2	3	4
Грудные мышцы				
Аромат	4,70	4,63	4,58	4,65
Вкус	4,49	4,66	4,76	4,59
Нежность (жесткость)	4,45	4,27	4,21	4,43
Сочность	4,41	4,34	4,41	4,38
В среднем	4,51	4,47	4,49	4,51
Бедренные мышцы				
Аромат	4,73	4,49	4,76	4,81
Вкус	4,45	4,61	4,52	4,47
Нежность (жесткость)	4,62	4,58	4,49	4,55
Сочность	4,72	4,79	4,73	4,75
В среднем	4,63	4,62	4,62	4,64
Бульон				
Внешний вид	4,85	4,77	4,91	4,85
Аромат	4,75	4,75	4,77	4,69
Вкус	4,68	4,74	4,72	4,80
Наваристость	4,77	4,75	4,68	4,75
В среднем	4,76	4,75	4,77	4,77

Бульоны из мяса всех опытных групп отличались прозрачным внешним видом, золотистым оттенком и насыщенным вкусом. Средние баллы по каждому параметру (внешний вид, аромат, вкус, наваристость) варьировались в пределах 4,68–4,81 и не имели статистически значимых отклонений между группами. Исходя из этого, включение сверх рациона белкового концентрата из личинок Чёрной львинки не ухудшает, а в отдельных аспектах может даже иметь тенденцию к улучшению потребительских качеств мясной продукции.

3.2. Эффективность замены рыбной муки белковым концентратом из личинок Чёрной Львинки в кормлении цыплят-бройлеров и его влияние на продуктивность, обменные процессы, пищевую и биологическую ценность мяса (Опыт 2)

Химический анализ белкового концентрата, разработанного и произведённого ООО «ЭкоБелок» по оригинальной технологии, продемонстрировал следующие параметры: 50,4–73,0% сырого протеина, 8,0–15,0% жира, 8,0–12,0% сырой золы, 8,8–13,0% клетчатки и 4,8–7,0%

влаги. Полученные данные позволили обоснованно рассматривать продукт как альтернативу рыбной муке в рационах цыплят-бройлеров. **Целью второго опыта** стало оценивание возможности замены рыбной муки на указанный концентрат и определение его оптимального уровня с точки зрения продуктивности и мясной отдачи (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Динамика живой массы цыплят-бройлеров кросса «Росс-308», получавших комбикорма с заменой рыбной муки белковым концентратом, (n=20) M±m (опыт 2)

Показатель	Группа				
	1 (к)	2	3	4	5
Живая масса (г) в возрасте, суток: 7	166,3 ±4,7	166,5 ±3,6 +0,1%	166,6 ±6,3 +0,2%	166,8 ±2,8 +0,3%	166,3 ±6,4 +0,0%
14	454,1 ±10,9	455,5 ±42,6 +0,3%	456,4 ±10,6 +0,5%	460,9 ±13,2 +1,5%	460,9 ±12,1 +1,5%
21	890,3 ±19,4	903,6 ±26,0 +1,5%	908,1 ±23,7 +2,0%	940,2 ±22,1** +5,6%	937,5 ±16,0** +5,3%
35 (в среднем)	1965,9	1976,1 +0,5%	2063,8 +5,0%	2093,3 +6,5%	2079,7 +5,8%
в том числе: петушков	2139,6 ±62,8	2154,6 ±118,3 +0,7%	2285,1 ±46,1** +6,8%	2317,2 ±56,6** +8,3%	2293,6 ±56,7** +7,2%
курочек	1792,2 ±45,5	1797,6 ±51,7 +0,3%	1842,4 ±63,2 +2,8%	1869,3 ±42,1 +4,3%	1865,7 ±50,2 +4,1%
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	1,678	1,683	1,592	1,584	1,615
ЕИП, балл	334,73	335,47	370,39	377,58	367,92

Достоверность различий: *- p<0,05; ** - p<0,1.

Результаты показали, что замена рыбной муки белковым концентратом на 75% (группа 4) обеспечила наилучшие показатели **продуктивности**. Уже к 21-му дню живая масса бройлеров в этой группе превышала контроль на 5,6%, а к 35-суточному возрасту — на 6,5%. При этом затраты корма на 1 кг прироста живой массы снизились на 5,9%. Масса петушков оказалась выше контрольных аналогов на 8,3%, курочек — на 4,3%.

Частичная или полная замена рыбной муки белковым концентратом на 25%, 50% и 100% также оказывала стимулирующее действие на рост птицы, однако при этих дозах не удалось достичь столь выраженного роста, как при

75%-ной замене. Наибольшее значение Европейского индекса продуктивности также было зафиксировано именно в группе с 75%-ной заменой рыбной муки.

Результаты физиологического опыта подтвердили положительное влияние белкового концентрата из личинок Чёрной львинки на переваримость и усвоение основных питательных веществ (таблица 3.6). Бройлеры четвёртой опытной группы, получавшие комбикорма с заменой 75% рыбной муки, продемонстрировали наивысшие показатели: переваримость протеина увеличилась на 2,0%, сухого вещества — на 6,8%, жира — на 3,4%. Использование азота, кальция и фосфора также улучшилось на 0,7%, 6,0% и 9,3% соответственно.

Таблица 3.6 – Влияние различных уровней белкового концентрата на переваримость и использование питательных веществ корма (%) цыплятами – бройлерами в возрасте 30–33 суток, n=3 (опыт 2)

Показатель	Группа				
	1(к)	2	3	4	5
Переваримость:					
Протеина	93,74	93,75	94,87	95,60	95,58
Сухого вещества корма	83,16	79,42	87,16	88,86	82,08
Жира	76,58	78,50	78,48	79,18	79,60
Клетчатки	21,91	21,55	21,20	20,86	20,53
Использование:					
Азота	47,70	47,79	48,05	48,06	48,02
Кальция	53,49	58,58	52,44	56,71	55,54
Фосфора	34,76	35,59	35,70	38,00	35,89

Второй и третий опытные варианты также показали преимущество по ряду показателей. Так, в третьей группе переваримость сухого вещества превысила контроль на 4,8%, а протеина — на 1,2%. Однако наблюдалось снижение переваримости клетчатки на фоне улучшения метаболизма азота и фосфора. Аналогично, в пятой группе увеличилась переваримость протеина и жира, но отмечено незначительное снижение усвоения сухого вещества.

Таким образом, включение концентрата в рацион бройлеров способствует улучшению использования питательных веществ корма. Оптимальный эффект наблюдался при дозе, соответствующей 75% замены рыбной муки, что согласуется с результатами по продуктивности и указывает на комплексное стимулирующее влияние инсектного белка на пищеварение и метаболизм.

Химический анализ печени бройлеров в возрасте 35 суток показал увеличение содержания протеина во всех опытных группах по сравнению с контролем, что указывает на усиление белкового обмена (таблица 3.7). Максимальные значения зафиксированы в третьей и четвёртой группах (на 9,2% и 8,6% выше контроля соответственно).

Таблица 3.7 – Химический состав (%) и содержание витаминов и каротиноидов (мкг/г) в печени цыплят-бройлеров в возрасте 35 суток (опыт 2)

Показатель	Группа				
	1(к)	2	3	4	5
Протеин	65,29	68,72	71,32	70,89	70,33
Жир	13,36	13,22	13,28	12,95	12,01
Витамин А	54,68	58,38	68,98	68,12	56,85
Витамин Е	8,06	14,57	13,29	12,59	16,21
Витамин В ₂	12,34	12,38	12,29	12,38	12,41
Каротиноиды	0,83	0,94	0,98	0,94	0,84

Одновременно отмечено умеренное снижение жировых отложений в печени, особенно выраженное в пятой группе (–10,1%), что свидетельствует о более рациональном распределении питательных веществ и снижении липидной нагрузки на печень.

Содержание жирорастворимых витаминов А и Е в печени опытных групп существенно превышало контрольные показатели, особенно в вариантах с частичной заменой рыбной муки: прирост витамина А достигал до 26,2%, а витамина Е — до 80,8%. Также наблюдалось увеличение уровня каротиноидов на 13–18%. Эти изменения указывают на улучшение функционального состояния печени и более эффективное усвоение микронутриентов. По содержанию витамина В₂ достоверных различий между группами не установлено.

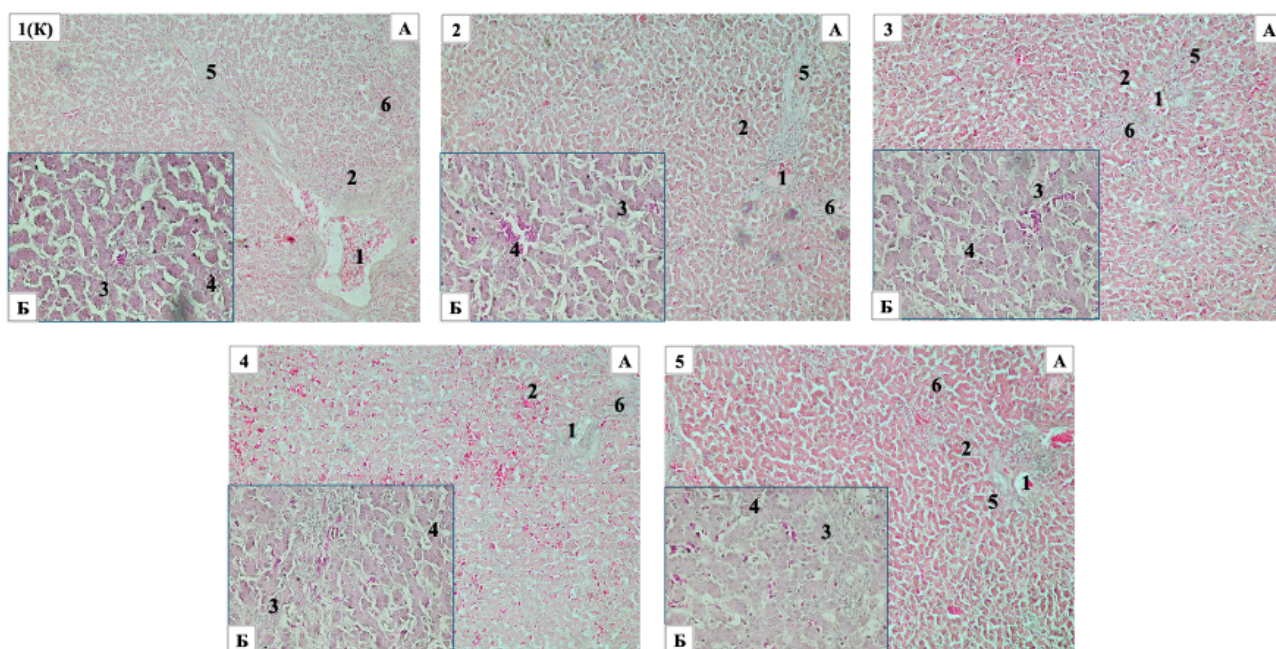
Изучение *гематологических и биохимических показателей* показало, что включение белкового концентрата из личинок *Hermetia illucens* способствовало повышению общего белка крови на 4,6–6,8 г/л. Одновременно отмечено снижение уровня лейкоцитов до $24,8 \times 10^9$ /л, что отражает уменьшение воспалительной нагрузки. Увеличение числа эритроцитов (до $3,3 \times 10^{12}$ /л) и гематокрита (до 42,6%) свидетельствовало об усилении эритропоэза и улучшении кислородтранспортной функции крови.

Оценка *минерального обмена* у цыплят-бройлеров, проведённая на основании анализа состава большеберцовых костей, показала, что частичная или полная замена рыбной муки белковым концентратом из личинок Чёрной львинки не приводит к нарушению процессов минерализации. Согласно данным (таблица 3.8), уровень золы, кальция и фосфора в костной ткани бройлеров всех опытных групп оставался на уровне контрольных значений. В частности, у птицы четвёртой группы, получавшей рацион с 75%-ной заменой рыбной муки, содержание золы составило 48,56%, кальция – 18,54%, а фосфора – 8,84%, что сопоставимо с контрольной группой, подтверждая сохранение метаболического гомеостаза и полноценное усвоение минеральных компонентов корма при использовании инсектного белка в заявленных дозировках.

Таблица 3.8 – Содержание золы, кальция, фосфора (%) в большеберцовой кости цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» в возрасте 35 суток в расчете на сухое вещество, n=6 (опыт 2)

Показатель	Группа				
	1 (к)	2	3	4	5
Зола	48,66	48,06	48,84	48,56	51,09
Ca	18,69	18,77	18,86	18,54	18,00
P	8,82	8,50	8,24	8,84	8,86

На основании проведённых *гистологических исследований* печени цыплят-бройлеров (рисунки 2–6) установлено, что включение в рацион белкового концентрата из личинок *Hermetia illucens* в исследуемых дозировках не вызывает морфологических изменений, указывающих на воспалительные или дегенеративные процессы.

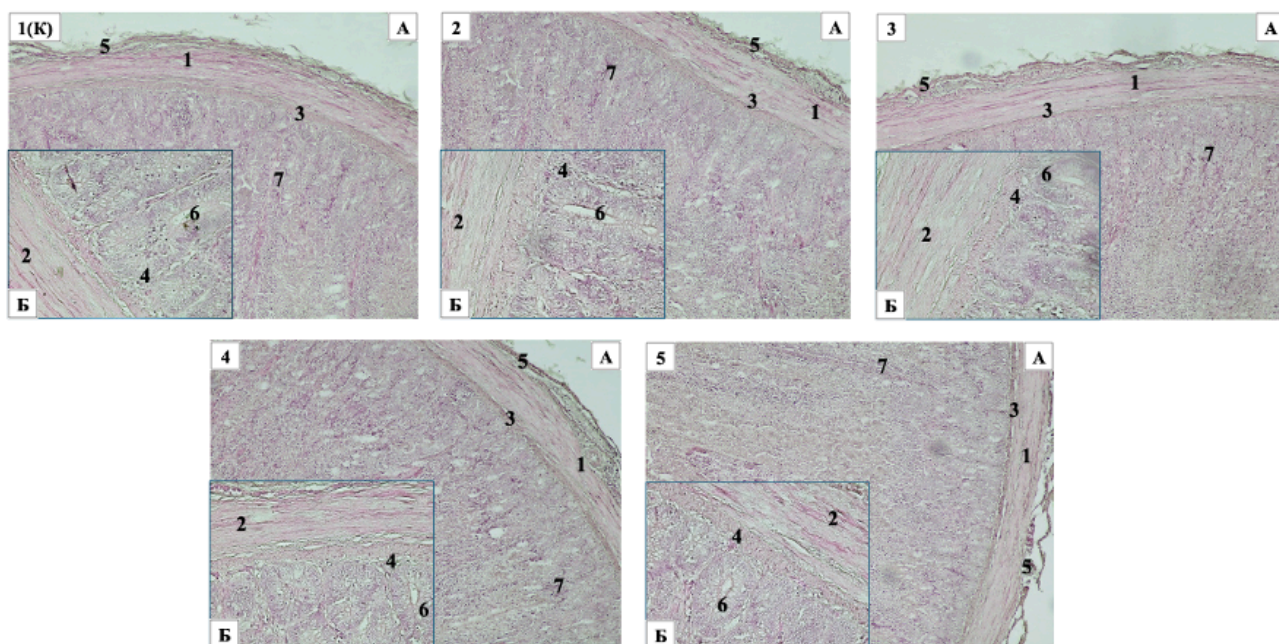


Рисунки 2–6. – Фрагменты печени цыплят-бройлеров первой, второй, третьей, четвертой и пятой групп в возрасте 35 суток. Цифрами обозначены: 1 – центральная вена; 2 – балочная (трабекулярная) структура печени; 3 – гепатоциты; 4 – синусоидные капилляры; 5 – стромальные элементы; 6 – эндотелиальные и купферовские клетки. Окраска гематоксилином Джилла и водным эозином. Увеличение x100 (А) x400 (Б)

Во всех исследованных группах структура гепатоцитов соответствовала физиологической норме: клетки располагались радиально относительно центральной вены, имели чёткие границы, выраженные ядра с нуклеолами и однородную цитоплазму. Центральные вены, синусоидные капилляры и портальные триады сохраняли нормальное строение без признаков застоя,

гипертрофии или обструкции. Жировая инфильтрация, некроз, воспалительные изменения, стеатоз и другие патологические процессы в печени отсутствовали, что свидетельствует об отсутствии морфологических изменений при включении белкового концентрата в рацион.

Аналогичные результаты получены при *гистологическом исследовании* кишечника (рисунки 7–11). По морфометрическим параметрам ворсинок (длина, ширина и выраженность) достоверных различий между опытными и контрольной группами не выявлено.



Рисунки 7–11. – Фрагменты кишечника цыплят-бройлеров первой, второй, третьей, четвертой и пятой групп в возрасте 35 суток. Цифрами обозначены: 1 – мышечная оболочка кишечника; 2 – гладкомышечные клетки; 3 – подслизистая основа; 4 – сосудистые элементы микроциркуляторного русла; 5 – серозная оболочка; 6 – крипты; 7 – ворсинки. Окраска гематоксилином Джилла и водным эозином. Увеличение x100 (А) x400 (Б)

После проведения гистологического анализа кишечника цыплят-бройлеров контрольной и экспериментальных групп (второй, третьей, четвертой и пятой) установлено, что включение белкового концентрата из личинок Чёрной львинки в рацион не вызвало морфологических изменений по сравнению с контрольной группой. Во всех исследованных образцах структура кишечных ворсинок, подслизистого слоя, мышечных оболочек и слизистой оставалась в пределах физиологической нормы. Показатели развития сосудистой сети, кровоснабжения тканей, выраженности мышечных слоёв, глубины кишечных крипт и количества бокаловидных клеток в экспериментальных группах не имели достоверных отличий от контрольных значений. Воспалительные реакции, дистрофические изменения и признаки нарушения регенерации слизистой оболочки не выявлены. Тем самым, введение белкового концентрата

в рацион цыплят-бройлеров не оказало существенного влияния на морфофункциональное состояние желудочно-кишечного тракта.

Физико-химический анализ мяса цыплят-бройлеров выявил, что введение в рацион белкового концентрата из личинок *Hermetia illucens* оказывает положительное влияние на его питательные характеристики. В частности, в опытных группах наблюдалось устойчивое увеличение содержания белка: во второй группе — на 2,27%, в третьей — на 1,20%, в четвёртой — на 5,08% и в пятой — на 0,66% по сравнению с контролем (таблица 3.9). Данные указывают на высокую эффективность использования инсектного протеина для стимуляции синтеза мышечного белка.

Таблица 3.9 – Химический состав мышц бройлеров (на сухое вещество), % в возрасте 35 суток (опыт 2)

Показатели	Группа				
	1к	2	3	4	5
Влага	70,26	68,88	70,10	69,40	70,40
Протеин	81,35	82,72	81,86	83,10	82,25
Белок	24,19	24,74	24,48	25,42	24,35
Жир	4,80	4,73	4,75	4,72	4,71
Зола	4,19	4,40	4,38	4,46	4,52

Параллельно с этим отмечено незначительное снижение содержания жира в мясе бройлеров опытных групп. Самое выраженное снижение зарегистрировано в пятой группе (–1,90%), в то время как во второй, третьей и четвёртой группах снижение составило от 1,05% до 1,69%. Данная динамика может свидетельствовать о перераспределении метаболических ресурсов в сторону усиленной белковой депозиции и более рационального использования липидов.

Уровень зольности в мясе, отражающий концентрацию минеральных веществ, также демонстрировал положительную динамику: содержание золы во второй, третьей, четвёртой и пятой группах увеличилось на 5,01%, 4,53%, 6,44% и 7,87% соответственно по сравнению с контролем. Изменения обусловлены высоким уровнем макро- и микроэлементов в составе белкового концентрата, что повышает минеральную и биологическую ценность мяса.

3.3. Экономическая эффективность

Результаты исследований подтвердили высокую эффективность использования белкового концентрата из личинок *Hermetia illucens* в качестве альтернативы рыбной муке в рационах цыплят-бройлеров. Частичная замена рыбной муки способствовала увеличению среднесуточного прироста, снижению затрат на корм и улучшению убойных характеристик птицы. Положительные эффекты связаны с богатым аминокислотным и минеральным составом личинок,

что делает их перспективным компонентом для устойчивого и экономически эффективного птицеводства.

На производственной стадии были проведены испытания, в которых сравнивались базовый рацион и рацион с заменой 75% рыбной муки белковым концентратом. К 35-суточному возрасту живая масса бройлеров группы с новой рецептурой превысила контрольные значения на 6,2%, в том числе масса петушков — на 10,15%, курочек — на 1,79% (таблица 3.10). При этом сохранность поголовья составила 100% в обеих группах, что подтверждает безопасность и стабильность предложенного подхода.

Таблица 3.10 – Продуктивность цыплят-бройлеров кросса «Росс-308», получавших комбикорма с включением белкового концентрата, М±m (Производственная проверка)

Показатель	Вариант	
	базовый	1-новый
Сохранность поголовья, %	100	100
Живая масса (г) в возрасте, суток: суточные		
7	40,0±0,33	39,6±0,40
14	165,3±3,7	169,3±4,1
21	448,8±12,7	463,0±15,8
35 (в среднем)	906,5±21,3	972,7±23,4*
35 (в среднем)	2065,7	2193,5
в том числе:		
петушков	2171,3±32,17	2391,7±16,26**
курочек	1960,1±36,81	1995,3±19,79**
Затраты корма на 1 гол., кг	3,342	3,489
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	1,65	1,62
Среднесуточный прирост живой массы, г	57,88	61,54
Убойный выход, %	71,28	74,97
ЕИП, балл	357,69	386,86

Достоверность различий: *- $p < 0,05$; ** - $p < 0,1$.

Показатель конверсии корма улучшился: в контрольной группе он составил 1,65 кг/кг прироста, а в новой — 1,62 кг, то есть экономия достигла 1,85%. Это значимо в масштабах промышленного производства и подтверждает повышение эффективности использования кормов. Кроме того, убойный выход увеличился с 71,28% до 74,97%, что напрямую отражается на росте товарной массы и рентабельности.

Однако при расчёте было выявлено увеличение общих затрат в новой группе — 20915,52 руб. против 19409,51 руб. в контроле. Тем не менее за счёт увеличенного выхода продукции прибыль выросла почти в полтора раза — с 2676,94 руб. до 3751,53 руб., а уровень рентабельности — с 12,12% до 15,21% (таблица 3.11), что демонстрирует оправданность первоначальных вложений и потенциал для масштабного внедрения технологии.

Таблица 3.11 – Результаты производственной проверки

Показатели	Вариант	
	базовый	1-новый
1	2	3
Принято на выращивание, гол.	100	100
Поголовье на конец выращивания, гол.	100	100
Сохранность, %	100	100
Срок выращивания, сут.	35	35
Средняя живая масса суточного цыпленка, г	40,0	39,6
Средняя живая масса 1 гол. на конец выращивания, г	2065,7	2193,5
Среднесуточный прирост, г	57,88	61,54
Валовая живая масса, кг	206,57	219,35
Валовый прирост живой массы, кг	202,57	215,39
Расход корма всего, кг	304,10	300,00
Потребление корма на 1 гол в сутки, г	86,88	85,71
Потребление корма на 1 гол за период выращивания, кг	3,342	3,489
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	1,65	1,62
Масса потрошеной тушки, кг	1,472	1,644
Убойный выход потрошеной тушки, %	71,28	74,97
Масса потрошенных тушек, кг	147,24	164,45
Средняя стоимость 1кг комбикорма, руб.	27,27	30,67
Стоимость одного суточного цыпленка, руб.	60,0	60,0
Средняя цена реализации 1 кг мяса, руб.	150,0	150,0
Общие затраты (руб.), в.т.ч.:	19409,51	20915,52
Стоимость суточных цыплят	6000,0	6000,0
Стоимость кормов	8292,81	9201,00
Прочие прямые затраты	5116,70	5714,52
Выручка от реализации мяса птицы, руб.	22086,45	24667,05
Прибыль, руб.	2676,94	3751,53
Рентабельность производства бройлеров, %	12,12	15,21
Себестоимость 1 кг мяса, руб.	131,82	127,19
Экономическая эффективность, руб.		761,76
Экономическая эффективность в расчете на 1000 голов, руб.		7617,60

Итоговый расчёт экономической эффективности показал положительный результат: чистый экономический эффект составил 761,76 руб. на 100 голов, или 7617,60 руб. в пересчёте на 1000 голов (в ценах 2022 года), что подтверждает целесообразность замены 75% рыбной муки на белковый концентрат *H. illucens* с точки зрения как продуктивности, так и финансовых показателей производства.

4. Заключение

Поставленные в работе цель и задачи успешно реализованы, а выдвинутые гипотезы подтвердились экспериментальными данными.

На основании проведенных исследований можно сделать **выводы**:

1. Установлено, что введение в комбикорма белкового концентрата в дозе 5, 10, 15 кг/т корма способствовало высокой сохранности птицы, повышению живой массы бройлеров в 35–суточном возрасте на 4,1; 5,8 и 5,4% в сравнении с контролем, за счет увеличения интенсивности белкового обмена. Так усвоение белка в опытных группах было выше на 0,08; 0,78 и 1,55% в сравнении с контролем;
2. Дегустационная оценка грудных и бедренных мышц, а также бульона цыплят-бройлеров, получавших белковый концентрат сверх рациона, не выявила статистически достоверных различий в органолептических показателях между группами в сравнении с контрольными значениями;
3. Установлено, что замена рыбной муки в комбикормах для бройлеров белковым концентратом на уровне 75% способствовала высокой сохранности птицы, повышению живой массы бройлеров в 21– и 35–суточном возрасте на 5,6 и 6,5% при снижении затрат корма на 1 кг прироста живой массы на 5,9% соответственно;
4. Замена 25%; 50%; 75% и 100% рыбной муки белковым концентратом способствовала увеличению убойного выхода тушки по сравнению с контрольной группой на 1,58; 1,97; 3,69 и 2,33%, а выхода грудной мышцы на 1,64; 2,93; 4,72 и 3,97%;
5. Безопасность добавки была подтверждена гематологическими и биохимическими показателями крови у бройлеров: все показатели были в пределах физиологической нормы. Оценка гистологической структуры печени и кишечника бройлеров не выявила патологических изменений и свидетельствовала об отсутствии негативного влияния добавки на эти органы;
6. Экономический эффект от замены 75% рыбной муки белковым концентратом в комбикормах для бройлеров (вариант 1-новый) составил 761,76 руб., что в пересчёте на 1000 голов цыплят-бройлеров составляет 7617,60 руб. (в ценах 2022 года) за счет увеличения живой массы на 6,5% и улучшения конверсии корма на 1,85% в 35 суточном возрасте в сравнении с базовым вариантом.

Практические рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы

Производству рекомендовано, при составлении рационов для повышения продуктивности цыплят-бройлеров, а также сокращения расходов при изготовлении кормов, заменять 75% рыбной муки белковым концентратом из высушенных, обезжиренных и измельченных личинок мух Чёрной львинки.

Перспективным направлением дальнейших исследований по теме является изучение влияния белкового концентрата из личинок *Hermetia illucens* на функциональные и морфологические показатели скелетных мышц и костной ткани цыплят-бройлеров, что позволит более глубоко раскрыть механизмы его действия на ростовые процессы и структурную устойчивость организма птицы. Актуально также проведение исследований по изучению синергетического эффекта от совместного использования инсектного концентрата и различных фитобиотиков на антиоксидантный статус птицы и снижение окислительного стресса при интенсивном промышленном выращивании. Дополнительный интерес представляет изучение эффективности и безопасности применения белкового концентрата из личинок Чёрной львинки в кормлении других видов сельскохозяйственных животных (например, свиней, кроликов и рыб), что позволит комплексно оценить перспективы его внедрения в животноводческую практику.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

Статьи, опубликованные в журналах, рекомендованных ВАК при Министерстве наук и высшего образования Российской Федерации по теме диссертации:

1. **Крючков, И.А.** Мировые практики и инновации в производстве Чёрной львинки: от домашнего фермерства до крупных предприятий // Международный научно-исследовательский журнал. 2024. №12 (150). URL: <https://research-journal.org/archive/12-150-2024-december/10.60797/IRJ.2024.150.67> (дата обращения: 16.04.2025). DOI: 10.60797/IRJ.2024.150.67
2. **Крючков, И.А.** Потенциал и перспективы использования личинок Чёрной львинки в современных сельскохозяйственных кормовых системах // Международный научно-исследовательский журнал. 2025. №1 (151). DOI: 10.60797/IRJ.2025.151.65
3. **Крючков, И.А., Никишов, А.А.** Влияние белкового концентрата из личинок Чёрной львинки (*Hermetia illucens*) на продуктивные показатели цыплят-бройлеров // Аграрная наука. – 2025. – Т. 1, № 4. – С. 108–112. – DOI 10.32634/0869-8155-2025-393-04-108-112.
4. **Крючков, И.А., Никишов, А.А.** Экономическая эффективность альтернативного белка в кормлении цыплят-бройлеров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2025. – № 5(238). – С. 61–69. – DOI 10.33920/sel-05-2505-06.

Научные статьи в других изданиях:

1. **Крючков, И.А.** Глобальные подходы и технологические новшества в производстве Чёрной львинки: эволюция от домашних ферм до крупных производственных комплексов // Инновационные подходы в современной науке: сб. ст. по материалам CLXXXVI междунар. науч.-практ. конф. № 6 (186). М., Изд. «Интернаука», 2025. 28-36 с.
2. **Kryuchkov, I.A., Nikishov, A.A.** Prospects for integration of *Hermetia illucens* larvae into agrofeeding systems // LIII International Multidisciplinary Conference «Prospects and Key Tendencies of Science in Contemporary World». – Madrid : Bubok Publishing S.L., 2025. – P. 62–71.
3. **Kryuchkov, I.A., Nikishov, A.A.** Efficiency of Application of Protein Concentrate from Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) on Productivity of Broiler Chickens // LIV International Multidisciplinary Conference «Prospects and Key Tendencies of Science in Contemporary World». – Madrid : Bubok Publishing S.L., 2025. – P. 79–86.
4. **Kryuchkov, I.A., Nikishov, A.A.** Application of protein concentrate *Hermetia illucens* in mixed fodders for broiler chickens: evaluation of economic efficiency // LV International Multidisciplinary Conference «Innovations and Tendencies of State-of-Art Science». – Rotterdam : Mijnbestseller Nederland, 2025. – P. 83–91.