

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. И.Т.ТРУБИЛИНА»

На правах рукописи

ЗАЗИМКО МИХАИЛ АЛЕКСАНДРОВИЧ

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
БЕЛКОВО-ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКИ ИЗ
ЛИЧИНКИ *HERMETIA ILLUCENS L.***

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

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Забашта Николай Николаевич

Краснодар – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	16
1.1 Состояние бройлерного птицеводства в РФ	16
1.1.1 Характеристика кросса «COBB 500 FF».	22
Ориентировочные нормы	
1.2 Нетрадиционные корма, биология личинки <i>Hermetia illucens</i> L. (BSFL)	25
1.3 Разнообразие субстратов для выращивания BSFL (<i>Hermetia illucens</i> L.)	33
1.4 Альтернативные кормовые средства из личинок <i>Hermetia illucens</i> L. (BSFL)	39
1.5 Влияние кормовых добавок из BSFL на микробиоту слепых отростков кишечника цыплят-бройлеров	42
2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	47
2.1. Общая схема исследований	48
2.2 Научно-хозяйственный, физиологический и научно-производственный опыты	49
2.3 Научно-хозяйственный опыт – определение дозировки	49
2.4 Научно–производственный и физиологический опыты	52
2.5 Методики аналитических и инструментальных исследований	56
3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	59
3.1 Технологическая схема выработки БВМД «Инновейшн–БАК» и ее комплексная оценка	59
3.2 Результаты научно–хозяйственного опыта по определению оптимальной дозы БВМД «Инновейшн–	70

БАК» (опыт 1)	
3.3 Развитие микробиома у цыплят-бройлеров в зависимости от возраста под влиянием БВМД «Инновейшн–БАК»	72
3.4 Результаты выращивания цыплят-бройлеров в научно-производственном опыте	76
3.5 Результаты исследования крови	79
3.6 переваримость питательных веществ рациона	82
3.7 Результаты контрольного забоя цыплят-бройлеров	83
3.8 Химический состав фарша из мышц бедра, голени и грудки	85
3.9 Технологические свойства и показатели безопасности мяса бройлеров	87
3.10 Дегустационная оценка мяса и бульона	90
3.11 Экономическая эффективность применения БВМД «Инновейшн–БАК»	91
4 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ	93
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	99
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	102
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	104
ПРИЛОЖЕНИЯ	132
	-
	138

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В настоящее время наблюдается значительное увеличение спроса на высококачественную и функциональную продукцию птицеводства благодаря внедрению биотехнологий, в том числе в кормопроизводстве, улучшающих эффективное преобразование корма в продукцию.

Актуальность исследований применения гидролизатов из личинок насекомых на фоне обширных работ по изучению белково-липидных концентратов (БЛК) в кормлении животных обусловлена поиском альтернативных источников белка. В мире наблюдается дефицит белкового сырья для производства кормов. Насекомые рассматриваются как перспективный источник высоко усвояемого белка, жира с уникальными свойствами, антиоксидантов и других биологически активных веществ. Их выращивание может базироваться на органических отходах и дешевом сырье, что снижает нагрузку на экологию.

В России продукты из мухи черная львинка (личинки, мука, пюре) включены в перечень сельскохозяйственной продукции распоряжением Правительства РФ от 10.10.2023 № 2761-р. Это создает институциональную основу для их производства, использования в кормах и доступа к мерам государственной поддержки.

Исследования в этой области позволяют диверсифицировать источники протеина и энергии в рецептах комбикормов и добавок к питьевой воде для разных видов животных и аквакультуры. Это особенно актуально в условиях импортозамещения и поиска новых технологических решений.

В нативных личинках насекомых, например, черной львинки (*Hermetia illucens* L.), содержится хитин – компонент, который плохо переваривается пищеварительными системами животных, птиц и рыб. Гидролиз позволяет уменьшить содержание хитина (и частичного превращения его в хитозан путем деацетилирования) в водорастворимом гидролизате и перевести белки

в усвояемые пептиды и свободные аминокислоты. Это повышает эффективность использования личинок в кормах.

Помимо птиц и рыб, исследуется возможность использования личинок насекомых в кормлении свиней, телят, кроликов, а также в других направлениях животноводства. Это расширяет потенциальные возможности внедрения таких добавок в практику.

Гидролизаты содержат биологически активные антимикробные пептиды (АМП), которые влияют на физиологические процессы в организме животных. Разрабатываются новые патентные технические решения получения гидролизатов, оптимизируются технологические параметры (подготовка сырья, выбор технических параметров гидролиза и пр.) с уникальными характеристиками, которые отличают их от уже известных решений и могут быть защищены патентом в соответствии с законодательством об интеллектуальной собственности.

Таким образом, актуальность настоящих исследований связана с необходимостью решения проблем дефицита белка, повышения усвояемости кормов, диверсификации кормовой базы, а также с развитием технологий и расширением применения альтернативных источников белка в птицеводстве.

По производству мяса птицы Россия занимает четвертое место в мировом рейтинге, по выпуску пищевых яиц – седьмое, рассказал президент Росптицесоюза Владимир Фисинин: – «Однако у нас имеется целый ряд проблем, которые должны решать руководители и специалисты российских птицеводческих хозяйств в различных субъектах нашей страны», – заключил ученый: – «Именно на решение этих задач направлены усилия научных учреждений, специалистов птице предприятий и компаний».

Исследователи в области зоотехнии, кормления, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства подчеркивают актуальность поиска нетрадиционных кормов из насекомых и разработки способов их применения.

Более эффективное использование природных ресурсов и сокращение выбросов парниковых газов могут быть достигнуты за счет перехода от традиционных источников белка, таких как мука из сои и рыбная мука, к муке из насекомых (А.И. Хатунцев, В.П. Старухин, В.А. Саакян, 2016; Э. Чала, В.В. Верхотуров, Е.В. Ульрих А.И., 2023). Разработка эффективных схем применения альтернативных антибиотикам кормовых добавок является актуальной для решения основных проблем птицеводства (J.C. Moreki, B. Tiroesele, S.C. Chiripasi, 2012; G. Allegratti, E. Talaminu, V. Schmidt, 2018; O.J. Alabi, O.J. Makinde, S.S.A. Egena, 2023; Н. И. Шевченко, Ю.А. Гусева, А.А. Васильев, 2024). Использование муки из личинок мух в кормлении сельскохозяйственных животных – это новое направление, которое получает все большее распространение среди ведущих мировых производителей. Технология получения муки из личинок мух решает несколько критических задач развития сельского хозяйства: производство дешевого и качественного животного белка; замена импортных составляющих в кормах для животных; вовлечение отходов вторичной переработки; снижение экологической нагрузки (В.В. Федорова, В.А. Бараников, Е.А. Романенко, 2022). Авторы исследовали новую возможность замены белково-энергетического питания животных кормами на основе насекомых, которые имеют высокий уровень протеина и оптимальный профиль аминокислот, витаминов и минералов (T. Odunayo, P. Barsony, 2020). Для сдерживания обостряющейся проблемы устойчивости к антибиотикам были предложены исследования биологически активных свойств личинок черной львинки *Hermetia illucens* L. (BSFL – Black Soldier Fly Larvae) с целью поиска альтернативы кормовым антибиотикам (P. Phaengphairee, W. Boontiam, A. Wealleans, 2023).

Исследователи G. Sogari, D. Menozzi, C. Mora (2019) выступают в защиту расширения рынка продуктов из насекомых по всему миру (M. Ottoboni, T. Spranghers, L. Pinotti, 2017; G. Sogari, D. Menozzi, C. Mora, 2018; G. Sogari, M. Amato, I. Biasato, 2019). В научных источниках по вопросу биоконверсии органических субстратов с использованием личинок *Hermetia*

illucens L. сообщается, что в России, наряду с зарубежными, были разработаны методы переработки органических отходов с использованием личинок насекомых, позволяющие получать белок животного происхождения и биогумус (М. Tschirner, A. Simon, 2015; А. И. Бастраков, 2023). Актуален также поиск и разработка технологии производства новых кормовых средств с антигрибковым и антибактериальным эффектом для снижения прессинга токсикантов на здоровье, рост и качество мяса, и для профилактики микозов птицы (W.H. Choi, J.H. Yun, J.P. Chu, 2012; А.И. Бастраков, А.А. Загоринский, А.А. Козлова, 2014; А.П. Карагодин, Н.А. Ушакова, 2017; А.В. Корнева, О.И. Еремина, Е.А. Фауст, 2017; Р.В. Некрасов, А.А. Зеленченкова, М.Г. Чабаяев, 2018; Р.В. Некрасов, М.Г. Чабаяев, А.А. Зеленченкова, 2019). Также, по сведениям зарубежных исследователей, из личинок насекомых получают ветеринарные и медицинские препараты, липиды для косметических средств и технический жир для дизельного топлива (R. Han, J. T. Shin, J. Kim, 2017). Как показал зарубежный опыт O.J. Alabi (2023), эффективной заменой этих продуктов может служить белок и жир (БЛК) из насекомых для аквакультуры и для кормления сельскохозяйственных животных (O.J. Alabi, O.J. Makinde, S.S.A. Egena, 2023). Известный консультант по использованию личинок насекомых, А.Б. Артахов (2021), сообщил о возникновении энтомоиндустрии, что может привести в дальнейшем к снижению относительной стоимости продуктов питания. Необходима актуализация получения большего массива научных данных по эффективности использования нетрадиционных новых кормовых добавок из личинок насекомых (W.H. Choi, J.H. Yun, J.P. Chu, 2012; I.J. Banks, W.T. Gibson, M. M. Cameron, 2014; D. Jozefiak, A. Jozefiak, B. Kieronczyk, 2016).

Степень разработанности темы исследований. В центре внимания отечественных и зарубежных исследователей (А.И. Бастраков, 2014-2016; А.М. Антонов, 2017; А.В. Корнева, 2017; А.А. Марцев, А.А. Подолец, 2017; N.S. Liland, 2017; D. Menozzi, 2017, 2018; Р.В. Некрасов, А.А. Зеленченкова,

М.Г. Чабаев, Н.А. Ушакова, 2015-2020; A. Caligiana, 2017; A. Schiavone, 2017, 2018; С.-Y. Wong, 2019; М.Г. Теймуразов, 2018; Е.А. Романенко, 2018, 2019, 2020; И.Г. Шайхиев, С.В. Свергузова, Ж.А. Сапронова, 2020; А.Б. Артахов, 2021; О.А. Власова, 2021; А.А. Лящев, 2022; М.А. Фролова, Э.И. Зелинская, А.И. Албулов, А.К. Елисеев, Ю.Д. Фролов, 2022-2023; Н.А. Ушакова, 2023; Н.И. Шевченко, 2024; Y. Hoffmans, 2024 и др.) находятся альтернативные источники белка и других биологически активных веществ: личинки насекомых, в первую очередь, *Hermetia illucens*, L., с целью получения ценных продуктов, таких как белки, липиды и биологически активные вещества, которые могут служить альтернативой антибиотикам и детоксикантам. Важными разработками по данной тематике являются результаты исследований группы отечественных авторов, Р.В. Некрасова, М.Г. Чабаева, А.А. Зеленченковой и др. (2019), по применению насекомых и их личинок в качестве перспективного источника биологически активных веществ: животного белка с оптимальным составом аминокислот, антимикробных пептидов (АМП), лауриновой, олеиновой, пальмитолеиновой кислот, витаминов, эссенциальных элементов, меланин-хитозанового комплекса в питании продуктивных животных в виде кормовых добавок к кормам или питьевой воде (М.А. Фролова, Э.И. Зелинская, А.И. Албулов, 2022). Результаты исследования А. Mouithys-Mickalad с соавторами (2020), указывают на то, что производные белка из личинок черной львинки потенциально могут быть включены в состав кормов для домашних животных и аквакультуры в качестве полезных ингредиентов. Важна экологичность как следствие утилизации органических отходов личинками при их интенсивном росте; быстрый темп роста личинок; белок, содержащий до 40,0% незаменимых аминокислот в кормовых добавках из полножирных, обезжиренных и гидролизovaných личинок *Hermetia illucens*, L. (И.Г. Шайхиев, С.В. Свергузова, Ж.А. Сапронова, 2020). Антиоксидантные и антибактериальные способности липидов; минеральные вещества и витамины, самый большой запас активных антимикробных пептидов (АМП)

личинки против *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus Gallinarum*, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Helicobacter*, *legionella*, *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus*, *P. aeruginosa*, *Pseudomonas aeruginosa* и др. среди всех животных требуют дальнейшего изучения (А. Van Huis, 2020). АМП животных, известные своей высокой антибактериальной активностью широкого спектра, являются важными эффекторными молекулами врожденной иммунной системы. Они не только обладают противомикробным, противовирусным и противоопухолевым действием, но и оказывают важные эффекты *in vivo*, такие как противовоспалительная реакция, привлечение иммунных клеток, восстановление поврежденного эпителия и фагоцитоз бактерий.

Рентабельность промышленного выращивания насекомых в качестве корма во многом зависит от наличия и применимости дешевых неиспользуемых побочных продуктов.

Цель и задачи исследований. Цель исследования – установить влияние БВМД «Инновейшн-БАК» (из личинок *Hermetia illucens* L.) на сохранность, ростовые показатели, гематологические показатели, факторы гуморального иммунитета, микробиоценоз пищеварительного тракта, мясную продуктивность, химический состав, качество, безопасность мяса цыплят-бройлеров и экономическую эффективность его производства.

В рамках обозначенной цели были определены следующие задачи:

- выработка пробной партии БВМД «Инновейшн-БАК» путем кавитационного гидролиза.
- комплексная оценка БВМД «Инновейшн-БАК» (органолептика, растворимость, химический состав, безопасность;
- установить в научно-хозяйственном опыте оптимальные дозы введения БВМД «Инновейшн-БАК» в питьевую воду для цыплят-бройлеров кросса «СОВВ 500 FF»;
- определить в научно-производственном опыте влияние БВМД «Инновейшн-БАК» на зоотехнические показатели, переваримость

питательных веществ рациона цыплят-бройлеров, микрофлору в слепых отростках кишечника;

– определить аналитическим путем влияние БВМД «Инновейшн–БАК» на морфобиохимические показатели крови, иммунный статус цыплят-бройлеров;

– изучить влияние БВМД «Инновейшн–БАК» на убойные показатели, физико–химические и технологические характеристики, безопасность мяса;

– оценить экономическую эффективность применения БВМД «Инновейшн–БАК» при выращивании цыплят-бройлеров».

Объект и предмет исследований. Объектом для проведения научно-хозяйственного и научно-производственного опытов выбраны цыплята-бройлеры кросса «СОВВ 500 FF».

Предмет исследования – водорастворимая белково-витаминно-минеральная добавка «Инновейшн–БАК» из кавитационного гидролизата личинок *Hermetia illucens* L.

Научная новизна работы. Впервые разработан способ получения водорастворимой биологически активной добавки БВМД «Инновейшн–БАК» из термического кавитационного кислотного гидролизата личинки *Hermetia Illucens* L. Способ глубокой термической переработки сырья из личинки *Hermetia illucens* L. высокотемпературным кавитационным кислотным двухступенчатым гидролизом с одновременным превращением хитина в хитозан, давший возможность достижения оптимального химического состава добавки и её безопасности для выпаивания цыплятам-бройлерам. Определены химический состав и свойства добавки БВМД «Инновейшн–БАК». Изучено влияние добавки на ростовые показатели, сохранность поголовья, затраты корма на прирост, переваримость питательных веществ рациона, микробиоценоз слепых отростков, морфобиохимические показатели крови, убойные показатели, качество и безопасность мяса, экономическую эффективность выращивания цыплят-бройлеров. Новизна исследований подтверждена тремя патентами на

изобретение «Белково-витаминно-минеральная добавка для поения сельскохозяйственных животных и кур» (RU № 2 840 844, 2025, приложение 1), «Способ производства белково-витаминно-минеральной добавки для поения сельскохозяйственных животных и кур» (RU № 2 840 845, 2025, приложение 2), «Способ повышения продуктивности цыплят-бройлеров» (RU № 2 853 487, 2025, приложение 3).

Теоретическая и практическая значимость работы. В результате проведенных диссертационных исследований доказана возможность эффективного применения БВМД «Инновейшн-БАК» при выращивании цыплят-бройлеров с целью повышения: сохранности поголовья до 98,0%, абсолютного прироста живой массы на 10,8%, среднесуточного прироста живой массы на 10,8%; снижения затрат корма на 1 кг прироста живой массы на 7,9%; улучшения переваримости сухого вещества – на 3,6%, сырого протеина – на 5,2%, сырой клетчатки – на 4,1%, сырого жира – на 7,5%; существенного улучшения качественного состава и увеличения количества полезной микрофлоры слепых отростков кишечника более, чем на два порядка (*Lactobacillus spp.*, *Bifidobacterium spp.*, *Streptococcus spp.*, *Lactococcus spp.*, *Bacteroidetes spp.*), повышения иммунитета; увеличения, по сравнению с контролем, массы потрошеной тушки на 9,3%, содержания белка в фарше из объединенной пробы мышц – на 4,3%, БКП фарша из объединенной пробы мышц – на 7,7%. Применение добавки БВМД «Инновейшн-БАК» позволило повысить, по отношению к контролю, прибыль на 38,0% (за счет сокращения расходов на корма) и рентабельность производства на 7,5 абс. %. Созданная впервые «Белково-витаминно-минеральная добавка для поения сельскохозяйственных животных и кур» на основе кавитационного кислотного гидролизата личинок *Hermetia Illucens L.* (патенты RU № 2 840 844, 2025; RU № 2 840 845, 2025; RU № 2853487, 2025, приложения 1–3) позволяет увеличить ресурсный потенциал индустрии производства мяса цыплят-бройлеров и разнообразить ассортимент водорастворимых кормовых добавок в системе водопоения продуктивных

животных. Результаты полученных технических решений в кормлении птицы внедрены в КФХ «Папов Сафарбий Бахчериевич» (п. Кошехабль, Республика Адыгея, приложения 4 и 5); разработанные в соавторстве методические рекомендации «Применение пробиотика и гидролизата личинок насекомых в системе водопоения цыплят-бройлеров» используются при проведении учебных занятий со студентами, аспирантами и специалистами по программам «Зоотехния», «Ветеринария», «Переработка животноводческой продукции», «Продукты питания животного происхождения» и др. в Кубанском ГАУ, Ставропольском ГАУ, Кубанском ГТУ.

Методология и методы исследований основывались на применении элементов современной технологии в отрасли мясного птицеводства, на анализе результативности научно-хозяйственного опыта по установлению дозировки белково-витаминно-минеральной добавки «Инновейшн–БАК» для поения цыплят-бройлеров; научно-производственного опыта, включающего физиологический опыт по оценке переваримости.

Исследования были основаны на результатах научных работ, опубликованных отечественными и зарубежными авторами по рассматриваемой теме диссертации. В опытах на птице применены традиционные приемы и методики зоотехнических, микробиологических, гематологических, экономических и биометрических верифицированных стандартизированных методических указаний и государственных стандартов с применением современного сертифицированного оборудования.

Научные положения, выносимые на защиту:

– новый способ получения водорастворимой добавки «БВМД «Инновейшн–БАК» отличается от аналогов глубокой термической переработкой сырья оригинальным кавитационным кислотным двухступенчатым гидролизом с одновременным превращением хитина в хитозан; возможностью достижения высокой растворимости добавки в воде; получением добавки с оптимальным химическим составом и ветеринарно-санитарной безопасностью при выпаивании цыплятам-бройлерам;

– оптимальные возрастные дозировки БВМД «Инновейшн–БАК» в питьевой воде улучшают переваримость питательных веществ, повышают прирост живой массы и снижают затраты корма, укрепляют иммунную систему за счет нормализации микрофлоры слепых отростков и улучшения морфо-биохимических показателей крови;

– БВМД «Инновейшн-БАК» способствует увеличению массы потрошёной тушки, росту доли грудных мышц и повышению выхода съедобных частей. Кроме того, добавка улучшает белковость мяса, а также положительно сказывается на вкусовых качествах как самого мяса, так и бульона;

– применение БВМД «Инновейшн–БАК» в системе водопоения экономически оправдано, что способствует снижению затрат корма, увеличению прибыли и уровня рентабельности до 7,5 абс. %.

Степень достоверности и апробация результатов.

Диссертация выполнена в рамках государственной тематики ФГБНУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им И.Т. Трубилина» «Разработка биотехнологий производства и переработки сельскохозяйственного сырья для получения конкурентоспособных продуктов питания, кормов и биопрепаратов» (регистрационный номер 121032300087 9), ФГБНУ КНЦЗВ (номер государственной регистрации АААА-А19-119111590043), ветеринарных лабораториях Краснодарского края, в крестьянско-фермерском хозяйстве «Папов Сафарбий Бахчериевич», расположенном в п. Кошехабль Республики Адыгея.

Материалы научной работы доложены и обсуждены на XIX, XX, XXI всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Научные основы повышения продуктивности, здоровья животных и продовольственной безопасности (г. Краснодар, 2024 г.), «Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции», (г. Краснодар, 2025 г.), «Производство и переработка сельскохозяйственной продукции»(г. Краснодар, 2025 г.), «Инновационные технологии в

животноводстве. Интеграция науки и практики для обеспечения продовольственной безопасности страны» (г. Ставрополь, 2025 г.), «Научные основы повышения продуктивности, здоровья животных и продовольственной безопасности», (г. Краснодар, 2025 г.), «Интеграция науки и практики для обеспечения продовольственной безопасности страны» (Ставрополь. 2025).

Публикация результатов исследований. По теме диссертационных исследований опубликовано: 20 печатных работ, в том числе 6 статей в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ; 8 статей в отраслевых журналах, материалах конференций и тезисов докладов; 2 статьи в Scopus; 3 патента; 1 методические рекомендации.

Объем и структура и диссертации. Диссертация изложена на 140 страницах, включает 28 таблиц, 15 рисунков, 2 формулы, 2 фото и 5 приложений. Ссылки на источники научной литературы включают 207 публикаций, в том числе 106 – зарубежных авторов.

Структура диссертации, следующая: введение, состояние изученности вопроса в литературно-информационных источниках, методика исследования, результаты исследования и их обсуждение, научно-хозяйственный, физиологический и научно-производственный опыты, оценка экономической эффективности, заключение, сокращения и определения, список использованных источников и приложения.

Личный вклад соискателя. Научный материал, представленный в диссертации, отражает актуальное направление исследований, обоснованное и выбранное соискателем. В ходе работы при участии научного руководителя, сформулирована цель и задачи, разработана схема и методика исследований. Изучен широкий круг вопросов по рассматриваемой проблематике, а также осуществлен анализ научных трудов отечественных и зарубежных ученых, выполнен весь объем экспериментальной части научно-исследовательской работы, что позволило сформулировать объективные выводы и предложения производству. В диссертации освещены как

теоретические, так и практические аспекты выбранной тематики исследования бройлерного птицеводства. Основная часть работы осуществлена лично и составляет 85,0%. Владение методами научного анализа, знание теоретических основ исследования, проявившихся в способности к анализу литературных источников по изучаемому вопросу, склонность к систематизации и обобщению материалов на высоком научном уровне, интерпретация полученных результатов, позволили выполнить диссертационную работу, что подтверждает личный вклад в зоотехническую науку в области птицеводства.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Бройлерное птицеводство.

Развитие птицеводства в Российской Федерации является одним из наиболее важных направлений для обеспечения продовольственной безопасности страны.

По итогам 2025 года в России производят больше мяса птицы, чем потребляют. На мясо цыплят-бройлеров в структуре отечественного рынка приходится 90,0%. Россия остается крупнейшим экспортером, поставляя продукцию в 160 стран и обеспечивая продовольственную безопасность страны по основным направлениям.

На международном форуме птицеводов имени Сергея Васильевича Шабая в январе 2026 года директор Центра Агро аналитики Дмитрий Авельцов в обзоре российского мясного рынка сообщил, что «...в 2025 году в нашей стране было произведено 12 376 тыс. тонн мяса в убойном весе. Доля птицы в этом объеме составила 45,0%, свинины – 40,0%, крупного рогатого скота – 13,0%, баранины – 2,0%. Таким образом, птица и свинина формируют 85,0% внутреннего рынка. И здесь по-прежнему, несмотря на все сложности и перипетии, драйвером роста остается мясо птицы, с 2019 года демонстрирующее стабильное производство». В России производство мяса птицы в среднем возрастает на 0,6% в год, за период с 2019 по 2025 г. оно выросло на 24,0%. В 2025 г. в стране было получено около 7350 тыс. т мяса птицы в живой массе (Регионы России. Социально-экономические показатели, 2025).

Несмотря на достаточно высокий уровень генетического потенциала птицы современных зарубежных и отечественных промышленных кроссов, необходимо находить способы для повышения и поддержания экономической эффективности отрасли. изучить применение технологий

welfare и особенности ведения органического птицеводства в России и странах мира. Опыт различных стран показывает, что после увеличения объемов производства мяса птицы и насыщения внутреннего рынка, следующим этапом развития отрасли должны стать диверсификация ассортимента и поддержка мелкотоварного птицеводства с применением технологий welfare и ведением органического птицеводства в России (Н.А. Сергееenkova, А.П. Олесюк, 2025).

Вследствие особенностей технологии содержания птицы в промышленном масштабе, поголовье весьма уязвимо для инфекционных болезней и стрессов. Это вызывает необходимость в использовании биологически активных добавок в рацион.

По словам специалиста Института развития сельского хозяйства, О. Лютых (2020) появились новые проблемы, которые ставят много вопросов перед специалистами по ветеринарии и кормлению. Высокопродуктивная птица современных кроссов более чувствительна к стрессам, а пониженный иммунитет часто способствует возникновению заболеваний, при этом качество комбикормов и сбалансированность по питательным веществам играют решающую роль.

Биотехнологии позволяют обеспечивать население экологически чистой пищей без антибиотиков в любой климатической зоне в неограниченном количестве (М.А. Зазимко, Н.Н. Забашта, Е.Н. Головкин, и др., 2024, 2025).

Исследователь эффективности энтомоиндустрии, А. van Huis (2020), сделал заключение о том, что выращивание насекомых оказывает меньшее воздействие на окружающую среду, чем разведение домашнего скота. Прибыльность промышленного производства насекомых в качестве корма во многом зависит от наличия и пригодности для использования дешевых побочных продуктов, которые не используются. Микробные сообщества и их взаимодействие с насекомыми заслуживают пристального внимания,

поскольку это может помочь в переработке органических побочных продуктов с низкой экономической ценностью (A. Van Huis, 2020).

По мнению авторов N.S. Liland, I. Biancarosa, P. Araujo, (2017) личинки *Hermetia illucens* L. (черной львинки) актуальна в отношении высокой питательности и удовлетворяет потребности животных, в первую очередь, в энергии и белке, а также минеральных веществах, витаминах.

По прогнозу компании Meticulous Research (Уиллис-стрит, 21267, офис 200, Реддинг, Калифорния, 96001, Соединенные Штаты Америки), ведущего поставщика аналитической информации о рынке в Северной Америке, Европе, Азиатско-Тихоокеанском регионе, Латинской Америке, на Ближнем Востоке и в Африке, к 2030 году мировой рынок черной львинки (BSFL) существенно увеличится, и, ожидается, что сегмент протеина из насекомых будет расти на 29,4% в течение периода с 2025 по 2032 гг. Высокие темпы роста этого сегмента обусловлены растущим спросом на экологически чистые продукты, богатые белком и тем, что насекомым требуется минимум места, воды и корма, а коэффициент конверсии кормового субстрата в белок у насекомых высокий (Meticulous Research Accelerates, 2021).

Кормовые добавки, произведенные на основе черной львинки (BSFL), официально разрешены к использованию в качестве компонента кормов в России и ряде других стран.

Корм, в состав которого вводили 10% муки из личинок *Hermetia illucens* L., показал наилучшие питательные и микробиологические характеристики (K. B. Barragan-Fonseca, M. Dicke, J. J. A. van Loon, 2017).

При выращивании птицы, свиней, молодняка скота на мясо применяется большое количество различных средств, заменяющих антибиотики (М.Г. Теймуразов, Э.А. Светоч, О.Ю. Манзенюк, 2018; М.В. Сычева, И.В. Жерар, О.Л. Карташова, 2019; В.И. Фисинин, П.Н. Сурай, 2018).

Инициативы Евразийского Экономического Союза и межгосударственное законодательство развиваются быстрыми темпами. В

особом внимании находится выполнение санитарных и фитосанитарных мер (М.С. Попов, А.Ю. Попова, 2013).

В настоящее время ЕАЭС смягчили ограничение вводом допустимых стандартов по содержанию афлатоксина В₁ в сельскохозяйственной продукции, что увеличит торговый поток экспортеров, но не даст полной гарантии качеству продукции на рынке.

На Юге России кукуруза, другие злаки, масличные и другие кормовые культуры для птицы могут быть обсеменены сапрофитами рода *Aspergillus*. Это влияет на здоровье животных, а также приносит экономические потери при негативном влиянии токсинов (Г.Ю. Лаптев, Н.И. Новикова, Е.Г. Дубровина, 2014).

Включение в рацион цыплят-бройлеров таких добавок, как биологически активные вещества из нетрадиционных источников энергии и белка, полученные из личинок насекомых, способствует уменьшению воздействия плесневых грибов, болезнетворных бактерий на организм, рост, мясную продуктивность и безопасность получаемого мяса бройлеров.

Исследователи сталкиваются с необходимостью профилактики микозов и микотоксикозов животных с помощью антимикробных пептидов (АМП) из личинок насекомых, ингибиторов, детоксикантов, предотвращающих развитие плесневых грибов, подавляющих активность первичных и вторичных токсинов, опасных для животных и человека (И.В. Лунегова, А.В. Святковская, 2014).

Для профилактики стресса в птицеводстве используют стрессопротекторы (препараты группы аминазина и др.) и адаптогены (дибазол, метилурацил, фитопрепараты элеутерококка, эхинацеи, женьшеня и др.). Общая стоимость всего комплекса (профилактика-стимуляция-иммуномодуляция-антистресс) на голову составляет более 15 руб. на голову. Комплексное выпаивание «Диалакта» и «Альвеозана» повышало сохранность птиц на 20,0% (Е.А. Капитонова, А.В. Сенько, 2010). При этом не

учитываются дополнительные расходы на персонал, манипуляции, инструментарий, хранение и др.

Экзогенные антимикробные пептиды (АМП), или пептидомиметики – это кодируемые генами короткие (менее 100 аминокислот) амфипатические молекулы с гидрофобными и гидрофильными катионными аминокислотами, расположенными в определенном порядке, которые обладают широким спектром противомикробной активности и затраты на них составляют от 1 до 3 руб. Они подавляли рост не только болезнетворных бактерий, но и микроскопических плесневых грибов, а также уничтожали вирусы М. Pasupuleti, A. Schmidtchen, M. Malmsten, 2012).

АМП могут улучшить здоровье животных и человека (G. Diamond, 2009).

По определению Е.К. Ремизова (2023) среди безопасных, эффективных и натуральных противомикробных средств, альтернативы антибиотикам, признаны многофункциональные АМП – антимикробные пептиды.

Важной противомикробной альтернативой антибиотикам и фунгицидам являются АМП из личинок насекомых (S.A. Baltzer, M.H. Brown, 2011; N.K Brogden, K.A. Brogden, 2011; К.Ю. Смирнова, Л.С. Крылова, Е.К. Ремизов, 2020) в кормлении животных.

АМП антагонистически воздействуют на грамположительные и грамотрицательные бактерии, плесневые, дрожжеподобные грибы, вирусы; обладают противовоспалительной и противоопухолевой активностью (G. Diamond, 2009; X. Jing, G. Chaorong, Y. Huaiying, 2021; E. Mylonakis, L. Podsiadlowski, M. Muhammed, 2016).

АМП личинок *Hermetia illucens* L. защищают организм птицы от болезнетворных микробов, вирусов, плесневых грибов, разрушая микробную мембрану или оболочку плесневого гриба (Q. Wu, J. Patocka, K. Kusa, 2018). АМП ингибируют способность патогенной и условно-патогенной микрофлоры инактивировать факторы врожденного иммунитета (Е.К. Ремизов, 2023).

По заключению авторов, A. Moretta, R. Salvia, C. Scieuzo (2020), антимикробные пептиды (АМП) играют ключевую роль в системе врожденного иммунитета, являясь первой линией защиты от бактерий, грибов и вирусов. АМП – это небольшие молекулы, состоящие из 10–100 аминокислотных остатков, которые вырабатываются всеми живыми организмами.

Благодаря своему широкому биоразнообразию насекомые являются одними из самых богатых источников АМП.

В частности, насекомое *Hermetia illucens* L. демонстрирует необычайную способность выживать во враждебной среде, поскольку питается разлагающимися субстратами, богатыми колониями микроорганизмов, и является одним из наиболее перспективных источников антимикробных пептидов (H.P.S. Makkar, G. Tran, V. Heuze, 2014; T. Spranghers, J. Michiels, J. Vrancx, 2018; A. Moretta, R. Salvia, C. Scieuzo, 2020; A.A.M. Heakal, 2019).

Также АМП проявляют иммуномодулирующую активность, играя роль важного компонента врожденной и приобретенной защиты организма от колонизации микробами и является связующим звеном между врожденным и адаптивным иммунитетом (G. Diamond, 2009).

Уничтожение пептидами патогенных микроорганизмов может проходить очень быстро для некоторых пептидов и до полутора часов для других. В основном же все пептиды имеют схожие этапы ингибирования бактерий, независимо от механизма их действия (Е.К. Ремизов, 2023).

Самая распространенная группа АМП у членистоногих – это дефензины. Обнаружен β -дефензин в клетках вирусной защиты, они известны под названием плазмоцитоидные дендритные клетки, которые играют важную роль во врожденной защите от вирусов (L.K. Ryan, G. Diamond, S. Amrute, 2003).

Противогрибковыми свойствами обладают, в первую очередь такие АМП, как цекропин А, стомоксин (H.Y. Yi, M. Chowdhury, Y.D. Huang, 2014).

T. Spranghers, J. Michiels, J. Vrancx, et al., (2018) изучали питательную ценность личинок *Hermetia illucens* L.

Этими авторами также была установлена высокая антимикробная активность биомассы личинок этих насекомых; положительное влияние на переваримость кормов рациона животных (H.P.S. Makkar, 2014; 2018; T. Spranghers, P. De Clercq, S. De Sme, 2015; J. Berg, K. Wendin, M. Langton, 2017; Spranghers, J. Michiels, J. Vrancx, 2018).

Авторы, G. Diamond, et al., (2009) обнаружили другие АМП со свойствами антибиотиков, такие как цекропин; морицин, лебоцин, аттацины, дрозомидин, апидецин, дефензин, и др. (G. Diamond, 2009).

В птицеводстве существует высокий спрос на натуральные кормовые добавки, позволяющие эффективно решать проблемы сохранности, повышения продуктивности поголовья и получения высококачественного безопасного мясного сырья (И.В. Лунегова, А.В. Святковская, 2014).

1.1.1 Характеристика кросса «COBB 500 FF». Ориентировочные нормы

«COBB 500 FF» – это четырехлинейный кросс кур мясного направления продуктивности, лидер стабильного генетического прогресса, разработанный компанией Cobb-Vantress (США), специализирующейся на племенном птицеводстве. По словам К. Тищенко, директора компании Cobb Russia, половина жителей планеты ежедневно употребляет в пищу мясо бройлеров «COBB 500 FF». Кросс имеет высокую однородность стада и ориентирован на максимальную мясную продуктивность при минимальных затратах корма. Кросс хорошо адаптирован к напольному и клеточному содержанию. Кросс показывает высокие темпы роста и среднесуточные привесы. Может расти на низко питательных кормах, что является экономическим преимуществом. Телосложение мощное: широкая грудь с хорошо развитой мышцей, приземистый корпус, крепкие ноги. Гребень и

серёжки небольшого размера, ярко-красные. Пальцы широко расставлены – конечности рассчитаны на большую нагрузку. Птицы в партии растут примерно одинаково, что упрощает управление забоем. Оперение белое, кожа жёлтая, что ценится при розничной продаже.

Оптимальная температура для выращивания: 27–33 °С. Кросс чувствителен к низким температурам. При более низких температурах птица тратит больше корма на поддержание тепла.

В России кросс «COBB 500 FF», включен в перечень видов и пород (типов, кроссов линий), используемых в разведении племенных животных. Этот перечень утвержден приказом Минсельхоза РФ от 31 марта 2025 года №196. Приказ вступил в силу 1 сентября 2025 года и действует до 1 сентября 2031 года.

Приведем некоторые особенности по выращиванию бройлеров кросса «COBB 500 FF», которые могут учитываться в России.

Ориентировочные нормы по плотности посадки: в зависимости от возраста: до 14 дней — 50–60 голов на 1 м², от 14 до 21 дня — 30–35 голов на 1 м², от 21 до 35 дней — 20–25 голов на 1 м², старше 35 дней — 10–15 голов на 1 м². Наиболее распространенные значения плотности посадки попадают в диапазон от 30 кг до максимум 42 кг живой массы бройлеров на квадратный метр (кг/м²). Желательная плотность 18-20 кг живой массы на 1 м². В регионах с жарким климатом, плотность посадки в 30 кг/м² близка к идеальной. До 10 дня жизни температура в птичнике должна быть 30-32 °С; к 30 дню -25-26 °С; перед убоем 18-22 °С. До 14 дней освещение круглосуточное не менее 25 лк. Далее – 15-17 часов в сутки.

Вода для поения птицы должна быть в свободном доступе и пригодна для потребления человеком. Допускаются ниппельные и колокольные поилки. Рекомендуемая плотность составляет не более 10 голов в системах низкой проточности и не более 12 голов в системах высокой проточности. 14 - 16 поилок на 1000 голов цыплят-бройлеров, включая дополнительные

поилки в пределах брудерной зоны, из них от 8 до 10 могут быть поилками типа «колокол – вакуумные».

Автоматическая система раздачи кормов должна быть установлена на пол для облегчения доступа цыплятам-бройлерам к корму.

Кросс «COBB 500 FF» довольно неприхотлив, подходит как для клеточного, так и для напольного содержания. Завершающая фаза откорма наступает за 7 - 10 дней до забоя птицы. Живая масса цыпленка бройлера в 7 - дневном возрасте должна быть в 4 - 5 раз выше веса суточного цыпленка. Сохранность – не менее 94,0%. Средний убойный выход тушки 71,4%. Конверсия корма за 42 дня не более 1,77 кг на 1 кг прироста живой массы.

По данным специалистов компании Cobb Russia (официального производителя и дистрибьютора племенной продукции мясного кросса Cobb500 FF в России), российского подразделения американской компании Cobb-Vantress (с. Стромьинь Московской области, работает в России более 20 лет), подтверждена эволюция кросса за последние годы на примере российских хозяйств (таблица 1).

Таблица 1 – эволюция ориентировочных норм кросса COBB 500

Показатель кросса COBB 500	2018 г.	2021 г.	2023 г.	2024 г.	Преимущества кросса COBB 500
Живая масса, г	2467,0	2536,0	2727,0	2813,0	Живая масса растет без ущерба для скелета
Сохранность, %	96,3	97,4	97,5	97,7	Смертность снизилась на 1,4 абс. %.
Возраст забоя, дни	37,3	36,8	35,5	35,5	Традиционно 42 дня, срок сокращается
Среднесуточный прирост ж.м., г	66,2	67,7	71,7	75,7	Среднесуточный прирост растет
Конверсия корма	1,58	1,50	1,48	1,47	Снижается расход корма на 1 кг прироста ж.м.
Индекс эффективности производства (PEF) ^a	403,1	447,9	511,2	512,0	Индекс эффективности производства растет до 500 и выше

Примечание: ^a – $(PEF) = (сохранность \% * ж.м. кг / возраст дней * конверсия корма) * 100$ (1)

1.2 Нетрадиционные корма, биология личинки *Hermetia illucens* L. (BSFL)

Выращивание насекомых с целью получения источника белков и липидов находятся в центре внимания зарубежных и отечественных исследователей (S. Diener, N.M.S. Solano, F.R. Gutiérrez, 2011; S. Kroeckel, A.-G.E. Harjes, I. Roth, 2012; I. Biasato, e.a. (2016-2020); S. Dabbou, F. Gai, I. Biasato, 2018). Исследователи Всероссийского научно-исследовательского и технологического института биологической промышленности, М.А. Фролова, А.И. Албулов, Э.И. Зелинская, А.В. Гринь и др. (2023), высказывают мнение, что в настоящее время в мире наблюдается дефицит белкового сырья для производства кормов, в связи с чем поиск новых источников кормового белка актуален, а исследования, посвященные изучению возможности использования энтомологического белка в практике животноводства, птицеводства, рыбоводства, являются перспективными. По оценке ассоциации «Технологическая Платформа БиоТех 2030», наиболее перспективным видом насекомых являются личинки *Hermetia illucens* L. (J. Roháček, M. Hora, 2013; A. Schiavone, M. Cullere, M. De Marco, 2017; A. Schiavone, M. De Marco, S. Martinez, 2017; A. Schiavone, S. Dabbou, M. De Marco, 2018; E. Pieterse, S.W. Erasmus, T. Uushona, 2019; C.-Y. Wong, S.S. Rosli, Y. Uemura, 2019), рисунок 1.



Рисунок 1 – Личинки *Hermetia illucens* L.

Личинки *Hermetia illucens* L. отличаются от других личинок своей высочайшей скоростью роста.

Отечественные и зарубежные исследователи достаточно широко описали особенности разведения *Hermetia illucens* L., изучили питательную и пищевую ценность полученных кормовых средств из личинки и возможность применения различных продуктов, получаемых из имаго и личинки в области медицины, косметологии, производства дизельного топлива, удобрений и пр. (М.А. Акканина, Н.В. Романюк, 2016; Л.Ю. Лагуткина, 2017; А.Д. Мельник, Д.В. Рудой, С.Р. Саакян, 2019; В.И. Пахомов, С.В. Брагинец, О.Н. Бахчевников, 2020; Е.А. Пендюрин, С.Ю. Рыбина, Л.М. Смоленская, 2020; Е.А. Pendyurin, S.Yu. Rybina, L.M. Smolenskaya, 2020).

Содержание белка и микро-макро элементов в личинках черной львинки достаточно высокое, что делает их ценным источником для кормов животным и источником питания для человека.

Белок личинок *Hermetia illucens* L. стимулирует иммунитет и является природным защитным средством. (X. Liu, X. Chen, H. Wang H, 2017; A. Caligiania, A. Marseglia, G. Leni, 2018; M. Meneguz, A. Schiavone, F. Gai, 2018; C. Liu, C Wang, H. Yao, 2019; О.А. Власова, Ю.В. Матросова, 2021; L. Newton, C. Sheppard, D.W. Watson, 2005; H.M. Myers, J.K. Tomberlin, B.D. Lambert, 2014; A. Muller, D. Wolf, H. O. Gutzeit, 2017).

Е.А. Романенко с соавторами (2018-2020) и А.И. Бастраковым (2023), установлена оптимальная биоконверсия субстрата на пятом возрастном этапе личинки, когда уровень липидов и биомасса личинок наивысшая, поскольку она снижается на шестом этапе из-за использования личинкой накопленных жировых отложений для поддержания своего метаболизма.

В России есть компании, которые производят биомассу личинки и готовые кормовые добавки, альтернативу высоко белковым и энергоемким кормам. Это ООО «Нордтехсад», ООО «Биолаборатория», ООО «Экобелок», ГК «Зоопротеин», «Энтопротэк», ООО НПО «Инпротеин», ООО УК "ЭОН" Москва, Московская обл. и др.

Насекомое, обладающее многими положительными свойствами, - это *Hermetia illucens* L. Ее личинки могут быть использованы для устойчивого производства белков и липидов (A. Muller, D. Wolf, H. O. Gutzeit, 2017).

Исследователи интенсивно изучают возможности полезного использования *Hermetia illucens* L., и др. (сверчок домовый (*Acheta domesticus*), перелетная саранча (*Locusta migratoria*), мучной хрущак (*Tribolium confusum*) и пр.), (S. Van Broekhoven, D.G.A.B. Oonincx, A. Van Huis, 2015).

Отечественные и зарубежные авторы доказали, что мука из личинки *Hermetia illucens* L. заменяет сою в рационе бройлеров. Она богата необходимыми питательными биологически активными веществами и может быть успешно использована в рационе бройлеров без ущерба для его приемлемости (A. Aepli, 2017; A.K. Bochkarev, D.S. Bryukhanov, S.M. Ermolov, 2018; S.H. Khan, 2018; S. Khan, R.U. Khan, W. Alam, 2018; О. Лютых, 2020; D.S. Bryukhanov, Yu.I. Matrosova, O.A. Vlasova, 2021; D.S. Bryukhanov, Yu.I. Matrosova, O.A. Vlasova, 2022).

Авторы, A. Stamer, S. Wesselss, R. Neidigk (2014) и A. Schiavone, M. Cullere, M. De Marco (2017), установили, что замена личинками *Hermetia illucens* L в рационе птицы растительных липидов масличных семян и белка рыбной муки или сои не приводит к снижению суточных приростов живой массы, поедаемости комбикорма, убойных показателей и не ухудшает картину крови, улучшает качество мяса.

A. Schiavone, M. De Marco, S. Martínez, e a. (2018); P.B. Некрасов, М.Г. Чабаев, А.А. Зеленченкова, А.И. Бастраков, Н.А. Ушакова (2019) рассматривают личинку *Hermetia illucens* L. в качестве источника полноценного белка с легкоусвояемыми аминокислотами, доступными для цыплят-бройлеров, и обеспечивающего более эффективное усвоение всех питательных веществ. Эти результаты позволили авторам эффективно использовать белковый концентрат из личинок *Hermetia illucens* L. в рецептуре кормов для цыплят-бройлеров.

A. Schiavone, S. Dabbou, M. De Marco (2018) установили, что доступность к усвоению метаболизируемой энергии и аминокислот личинок *Hermetia illucens* L., частично или полностью размолотых, повышается до 77,0–97,0% при замене ими рыбной муки или сои в рационе для цыплят-бройлеров.

Определенные виды насекомых, многие из которых являются эффективными потребителями органических отходов, могут помочь в решении экологических, экономических и медицинских проблем, были выделены в качестве источника кормового белка и жира (H. Wang, K. Rehman, X. Liu, 2017; Y. S. Wang, M. Shelomi, 2017).

Утилизация органики личинками насекомых может стать оптимальным вариантом эффективного использования отходов и представляет собой потенциально ценное решение проблемы дефицита энергии и белка для животных (C. Jucker, D. Erba, M.G. Leonardi, 2017; Y.S. Wang, M. Shelomi, 2017).

Последовательная совместная переработка кукурузной ботвы насекомыми с различными пищевыми привычками может быть привлекательным вариантом эффективного использования лигноцеллюлозных ресурсов и представляет собой потенциально ценное решение для управления растительными остатками, роста мировой потребности в жидкой энергии и кормах для животных (B.A. Rumpold, O.K. Schlüter, 2013).

Авторы, G. Secci, G. Moniello, L. Gasco, F. Bovera, G. Parisi (2018) установили, что личинки *Hermetia illucens* L. могут эффективно разлагать органические вещества, превращая отходы в биомассу.

Перспективным биодеструктором, по мнению отечественного автора, А.И. Бастркова (2023), является личинка *Hermetia illucens* L. Он установил, что процесс биоконверсии субстратов с использованием личинок *Hermetia illucens* L. по балансу масс включает убыль субстрата, испарение влаги, накопление биомассы личинок, получение зоокомпоста и эмиссию

углекислого газа, аммиака, закиси азота и метана. Он также установил, что в процессе биоконверсии эмиссия углекислого газа и аммиака значительно возрастает, а метана и закиси азота снижается; и заключил, что технология биоконверсии субстратов с помощью личинок *Hermetia illucens* L. является экологически безопасным способом управления органическими субстратами.

При создании оптимальных условий содержания личинок О. А. Власова, Ю.В. Матросова (2021) добились уменьшения биологического цикла и быстрой переработки пищевых отходов. Был сделан вывод, что отходы перерабатываются личинками в биогумус, который можно использовать в качестве удобрения для посадки комнатных и сельскохозяйственных растений.

Отечественными исследователями (А.И. Бастраков, Н.А. Ушакова, Д.С. Павлов, 2015) разработаны основы технологии промышленного культивирования мухи черная львинка (*Hermetia illucens*), а также способы переработки биомассы ее личинок. Предложены два пути использования полученной биомассы личинок: в качестве белкового кормового продукта и комплексного пробиотического препарата. Личинки мухи черной львинки могут потреблять различные органические материалы, в том числе образующиеся в больших масштабах отходы, способствуя уменьшению их объемов на 70-80%, превращая их в питательный зоогумус для растений (М.А. Фролова, А.И. Албулов, Э.И. Зелинская, 2023). Отечественные исследователи, Е.А. Пендюрин, С.Ю. Рыбина, Л. М. Смоленская (2020); А.А. Лящев, Е.В. Коваль, И.А. Прок (2022), установили, что зоогумус из черной львинки, выращенной на курином помете содержал общего фосфора $3,7 \pm 0,2\%$; общего азота $3,6 \pm 0,3\%$; органического вещества $73,1 \pm 0,8\%$, калия $2,3 \pm 0,1\%$. А.И. Бастраков, А.А. Загоринский, А.А. Козлова (2014) в качестве кормовых субстратов использовали пшеничные отруби и кукурузную крупу. Утилизация субстрата по сухому весу составила: отрубей – 57,0%, кукурузной крупы – 77,0%. Авторы, A. Sarkinas, L. Trakselė, A. Zabulionė (2022), сравнили два субстрата для выращивания: сбалансированный и

бедный по питательным веществам рационы, имитирующие отходы от фруктов и овощей. Данные показали, что на рост личинок рацион влияет лишь в умеренной степени. О высокой протеолитической активности личинок насекомых сообщили К.Н. Park, Y.C. Choi, S.H. Name, W.T. Kim, A.Y. Kimmy, S.Y. Kim (2012). Они обнаружили рекомбинантную экспрессию и ферментативную активность химотрипсин подобной протеазы, выделенной из личинки *Hermetia illucens* L. A. Caligiana, A. Marseglia, G. Leni (2018) преобразовали биомассу личинок *Hermetia illucens* L. методом экстрагирования и разделения фракций альбуминов и глобулинов и извлекли из нее более 85,0% белков, и фракцию хитина. S. Diener, N.M.S. Solano, F.R. Gutiérrez, 2011; Н. Cickova, G.L. Newton, R.C. Lacy (2015), в качестве субстратов была использована рисовая солома; кукурузная ботва; отруби и мучка злаков, просроченный хлеб с плесенью, биоотходы с лигниноцеллюлозной массой; бактериальная масса, закваска; помет птицы; навоз. Они установили, что химический состав и питательная ценность личинок *Hermetia illucens* L. значительно варьируют в зависимости от субстрата, которым они питаются. Авторы, Р. Gobbi, A. Martínez-Sánchez, S. ROJO (2013) из университета Аликанте в Испании, изучили влияние субстратов (куриного помета, мясной муки) на рост и развитие личинки и пришли к выводу, что субстрат, употребляемый личинками *Hermetia illucens* L., определяет, как физиологическое, так и морфологическое их развитие.

Исследователи предлагают экологичный способ преобразования остаточной биомассы предличиночной и личиночной стадий развития (13-18 суток до предкуколки темного цвета (рисунок 2) мухи *Hermetia illucens* L. в кормовой белок для животных (Т. Veldkamp, G. van Duinkerken, A. van Huis, 2012; Т. Veldkamp, G. Bosch, 2015; F. Oliveira, K. Doelle, R. List, 2015].



Рисунок 2 – Личинка *Hermetia illucens* L.: слева 18 - суточная личинка предкуколка темного цвета, справа 14 – суточная личинка

Наиболее удачными в качестве субстратов для быстрого роста биомассы личинок с высокой биологической и питательной ценностью оказались зерно и зерно отходы хлебных злаков и фрукты (S. Diener, N. M. S. Solano, F. R. Gutiérrez, 2011). Авторы, Р.В. Некрасов, М.Г. Чабаев, А.А. Зеленченкова (2019), установили, что биомасса черной львинки содержит высокопитательный белок с оптимальным качественным и количественным набором аминокислот, характерным для животных белков. Замена рыбной муки биомассой личинок оптимизировала использование и отложения азота и прирост живой массы свиней и птицы, что подтвердили зарубежные исследователи, A. Stamer, S. Wesselss, R. Neidigk (2014). В ходе экспериментов, проведенных на моногастричных животных, авторы установили, что рыбную муку и соевый шрот в составе рациона можно заменить белково-липидным концентратом, полученным из личинок *Hermetia illucens* L. (C.D. Webster, S.D. Rawles, J.F. Koch, 2015). Белковым концентратом «Инпротеин», приготовленным на производстве НПО «Инсектопротеин» (г. Иркутск) из личинок *Hermetia illucens* L., зерна и отрубей злаков. Omega 3, Omega 6, Omega 9 и антигрибковые соединения и

антиоксиданты, а также легкоусвояемый белок в количестве 50,0–55,0% содержится в белково-липидных концентратах (БЛК), таблица 2.

Таблица 2 – Белково-липидный концентрат из личинок

Hermetia illucens L., %

Ингредиенты	БЛК Инпротеин НПО «Инпротеин»	БЛК Hermetia ООО «Эко Белок»
М. доля влаги	11,66	10,00
М. доля сыр. протеина (Nx5,6) *	52,00	55,00
М. доля сырого жира	30,7	10,00
М. доля сырой клетчатки	0,04	8,00 (хитин)
М. доля сырой золы	6,00	9,00
в т.ч. Са	4,50	6,00

* – Boulos S., Tännler A., Nyström L. (2020, Р. 1) установили для гидролизованной личинки насекомых коэффициент 5,6 для расчета количества сырого протеина по содержанию азота

В результате проведенных исследований питательных свойств личинок черной львинки отечественные авторы сделали заключение, что питательная ценность личинок *Hermetia illucens* L. достаточно высока: содержание обменной энергии в 1 кг в зависимости от использованного кормового субстрата для выращивания личинок составляет 15,32-21,41 МДж, количество белка колеблется в пределах 35,5-48,3%, жира — 20,6-45,5%. И аминокислотный состав протеина личинок содержит полный набор аминокислот, в том числе все незаменимые аминокислоты (Р.В. Некрасов, М.Г. Чабаев, А.А. Зеленченкова, 2019). Личинки *Hermetia illucens* L. можно рассматривать в качестве рациональной альтернативы традиционным высокопротеиновым кормам, удовлетворяющим потребности интенсивно растущего молодняка в питательных веществах, таким как рыбная и мясокостная мука, а также соя и соевый шрот (Р.В. Некрасов, М.Г. Чабаев, А.А. Зеленченкова, 2019). Зарубежными и отечественными авторами, проводившими опыты на птице и поросятах, было установлено, что добавление в рацион моногастричных животных муки из личинок *Hermetia illucens* L. в небольших количествах способствует увеличению их биомассы, оказывает благотворное влияние на микробиоту и улучшает показатели

крови (С. Elwert, J. Knips, P. Katz, e.a., 2010; L. Alvarez, 2012; И.Г. Шайхиев, С.В. Свергузова, Ж.А. Сапронова, 2020).

1.3 Разнообразие субстратов для выращивания личинок BSFL (*Hermetia illucens* L.)

BSFL (личинки *Hermetia illucens* L.) преобразуют значительные объемы органики в богатую белком биомассу. Это способствует накоплению в биомассе личинок биологически активных нутриентов (36,0–45,0% протеина, 20,0–45,0% жира, 6,0–8,0% хитина, 3,0–14,0% сахаров, 3,0–7,0% золы, богатой кальцием, фосфором и микроэлементами, используемых в питании животных (Н.А. Ушакова, А.И. Бастраков, В.П. Карагодин, 2018).

Однако, по результатам исследований С. Elwert, J. Knips, P. Katz и др. (2020), содержание жирных кислот в личинках не зависело от субстрата.

Жир личинок состоит преимущественно из лауриновой кислоты и других жирных кислот, которые синтезируются в их теле.

В исследованиях N.S. Liland (2017) совместно с коллегами и Э.О. Садыковой и др. (2021) доказана существенная пластичность питательного состава личинок, которая зависит от питательного субстрата и позволяет им накапливать биологически активные нутриенты и соединения.

Субстрат напрямую влияет эффективность его биоконверсии, на скорость роста, сохранность и состав биомассы личинок.

Личинки (BSFL) эффективно перерабатывают широкий спектр органических отходов (пищевые отходы, навоз, помет, побочные продукты переработки рыбы, боенские отходы, комбикорма, отруби и мучка от переработки зерна злаков и пр.) с высокой скоростью биоконверсии (до 50–70,0%).

Комбикорм для птицы в качестве субстрата для личинки описан в работе, Г.В. Песцова (2023) в соавторстве, где, отмечалось, что комбикорм для кур является практически идеальным субстратом для выращивания

маточной популяции личинок этого вида насекомого. При этом указывалось, что комбикорм имеет определенную цену по сравнению с органическими отходами, которые необходимо утилизировать.

Исследователи Е.В. Данилова, А.Ф. Хабиров (2023) сравнивали такие субстраты для BSFL как комбикорм для птицы, и другие субстраты (хлебные остатки, пищевые отходы, овощи, фрукты, куриный помет) и наибольшая биоконверсия наблюдается в комбикорме для кур-несушек ($69,9 \pm 1,1\%$), наименьшая – в субстрате из овощей ($48,7 \pm 1,5\%$).

А.В. Корнева, О.И. Еремина, Е.А. Фауст (2017) в качестве субстрата для BSFL исследовали измельченную отработанную птичью подстилку, увлажненную до 50,0–70,0%, с добавлением мелассы и последующей инокуляцией посевной суспензией культур термофильных мицелиальных грибов для повышения эффективности биоконверсии целлюлозосодержащих не стерилизуемых отходов в питательную биомассу BSFL.

В.И. Пахомов, С.В. Брагинец, О.Н. Бахчевников (2020) и N. Ewald, A. Vidakovic, M. Langeland (2020) пришли к выводу, что субстрат определяет, как физиологическое, так и морфологическое развитие взрослых особей BSFL. Так, А.И. Бастраков, А.А. Загоринский, А.А. Козлова (2014) и другие исследователи изучали разные варианты субстрата для BSFL.

Они установили, что субстрат с мясной мукой был менее приемлем с точки зрения процента смертности и продолжительности личиночной и стадии куколки.

Результат биоконверсии птичьего помета в качестве субстрата для личинок с добавлением 10,0% экстракта зоогумуса или биогумуса показал, что данные комбинации продукта перерабатываются наилучшим образом. Результаты экспериментов послужили причиной к определению оптимальной смеси субстратов для роста BSFL и привели к снижению исходной массы помета более чем на 65,0% (А.А. Лящев и др., 2022).

Исследователи А.М. Антонов, Е. Lutovinovas, Г.А. Иванов, Н.О. Пастухова (2017) пришли к выводу, что выгодно применять свиной навоз в качестве субстрата, он оказался экономически выгодным вариантом.

Коровий навоз и рыбные отходы отдельно и в комплексе изучал в качестве субстратов для личинки *H.P.S. Makkar, G. Tran, V. Heuze, P. Ankers* (2014). Авторы установили, что липиды личинок, которых кормили коровьим навозом, содержали 21,0% лауриновой кислоты, 16,0% пальмитиновой кислоты, 32,0% олеиновой кислоты и 0,2% омега-3 жирных кислот, в то время как у личинок, которых кормили рыбьими субпродуктами и коровьим навозом 1:1, в составе личинок было больше лауриновой кислоты (43,0%), меньше пальмитиновой кислоты (12,0%), ненасыщенной олеиновой кислоты (11,0%) и больше омега-3 жирных кислот (3,0%).

На субстрате из отходов рыбоводных установок замкнутого водоснабжения получают белковый концентрат в виде муки из личинки *BSFL* (рисунки 3 и 4).



Рисунок 3 – Схема технологии получения протеиновой муки (Д.А. Яковлев, Т.И. Тупольских, Д.В. Рудой, 2019)



Рисунок 4 – Схема выхода продуктов переработки (Д.А. Яковлев, Т.И. Тупольских, Д.В. Рудой, 2019)

И. Соколов, И. Абалакин, А. Бастраков (2020) при получении кормовой добавки на основе биомассы BSFL (личинок *H. illucens*), сравнивали разные субстраты (пшеничные отруби, осадок пищевого производства, зерновая смесь, овощная смесь с протеином, овощная смесь).

В зависимости от применяемого субстрата химический состав биомассы частично обезжиренных сухих личинок значительно варьировал: максимальный по сырому протеину (60,9%) был на пшеничных отрубях, а максимальный по сырому жиру на осадке пищевого производства (20,5%); минимальный по сырому протеину – на осадке пищевого производства (50,7%); минимальный по сырому жиру – на овощной смеси (10,3%).

И. Соколов, И. Абалакин, А. Бастраков (2020) установили, что овощные смеси в качестве субстрата могут обогащать личинки макро- и микроэлементами, особенно если содержат водоросли. В биомассе из

личинок, выращенных на овощной смеси, отмечался самый высокий процент золы (14,0%).

А.И. Бастраков, А.А. Загоринский, А.А. Козлова, Н.А. Ушакова (2014) исследовали процесс биоконверсии растительных субстратов личинками и установили высокоэффективную биоконверсию для пшеничных отрубей и кукурузной крупы.

Утилизация отрубей и кукурузной крупы составила, соответственно, 57,0 и 77,0%. При этом готовая личинка содержала 46,5% протеина, 20,0% жира на отрубях, а на кукурузе меньше протеина (36,8%) и больше жира (45,9%).

Авторы К.С. Туйчиев, Е.Н. Гинатуллина (2024) установили, что оптимальным субстратом для BSFL являлись пшеничные отруби (90 мг пшеничных отрубей на личинку в сутки) для набора биомассы и высокой деградации субстрата.

Пшеничные отруби доступны, относительно недороги, но, по данным К.С. Туйчиева (2023), имеют относительно низкую питательную ценность по сравнению с более богатыми протеином субстратами, и требуют контроля влажности.

А.Р. Горбулина, К.Г. Кузнецова, А.П. Письменная (2023) исследовали хлебные отходы (сухари) в качестве субстрата и установили, что они способствуют более быстрому набору массы и повышению содержания протеина в личинках по сравнению с субстратом из отрубей. Однако нестандартное поведение личинок и относительно невысокая сохранность говорят о том, что хлеб нельзя использовать в чистом виде в качестве субстрата.

К.Г. Кузнецова с соавторами (2023) считают более питательным субстратом для личинок куриный корм по сравнению с пшеничными отрубями. Это подтверждается их данными о приросте энтомологической биомассы и эффективности конверсии корма.

В эксперименте, где личинки мухи черной львинки (*Hermetia illucens* L.) выращивали на курином корме (КК) и пшеничных отрубях (контрольный рацион), максимальный прирост биомассы наблюдался именно при использовании куриного корма. Также на курином корме был зафиксирован самый высокий коэффициент конверсии корма (BER – Bioconversion Efficiency Rate) — $33,3 \pm 0,5\%$ (К.Г. Кузнецова, Е.В. Мечтаева, А.А. Мещеряков, и др., 2023).

В исследованиях Р.В. Некрасова, М.Г. Чабаева и А.А. Зеленченковой (2019) отмечалось, что отруби могут улучшать структуру субстрата, его влагоемкость и аэрируемость, что потенциально положительно влияет на накопление биомассы личинок.

Однако по питательной ценности и эффективности роста личинки часто демонстрируют более высокие показатели при использовании более сбалансированных по нутриентам кормов, таких как куриный корм.

Тем не менее, К.А. Труханова, С.И. Лоскутов, М.В. Новикова, Е.В. Мечтаева, Д.С. Рябухин (2022) установили, что пшеничные отруби – один из распространенных субстратов для выращивания личинок черной львинки. Они используются благодаря доступности, относительно невысокой стоимости и способности поддерживать рост личинок, хотя и не являются самым питательным вариантом.

Y. Hoffmans, T. Veldkamp, N.P. Meijer (2024) изучали влияние субстратов на содержание микроэлементов в биомассе личинок.

Они установили более высокие уровни содержания кадмия, марганца, железа, цинка, меди и селена по сравнению с уровнями, обнаруженными в субстратах, что указывает на накопление некоторых элементов в личинке. Мышьяк и свинец не накапливались.

Исследователями субстратов для BSFL сделаны выводы:

- состав субстрата влияет на скорость роста, сохранность и питательный состав личинок (BSFL), за исключением профиля жирных кислот, который остается стабильным;

- субстрат влияет на физиологическое, морфологическое развитие BSFL, и на эффективность его биоконверсии в личинки;
- личинки способны накапливать из субстрата некоторые микроэлементы, но не аккумулируют мышьяк и свинец;
- биоконверсия с использованием BSFL способствует: снижению экологической нагрузки; - созданию экономики замкнутого цикла; - обеспечению продовольственной безопасности за счет альтернативных источников белка.
- выбор субстрата зависит от целей выращивания (например, максимизация биомассы, повышение содержания протеина и короткоцепочечных пептидов, свободных аминокислот и пр.), доступности сырья и экономических факторов.

Для промышленных масштабов часто используют смешанные субстраты, сочетающие разные виды отходов.

Это связано с необходимостью оптимизации использования ресурсов, снижения нагрузки на окружающую среду и повышения эффективности производственных процессов.

1.4 Альтернативные кормовые средства из личинок *Hermetia illucens* L. (BSFL)

Н. Mohamed, Е. Marusich, Y. Afanasev (2021) получили экстракт жирных кислот с антимикробной активностью из личинки мухи черная львинка, выращенных на разных субстратах (пшеницы, отходов фруктов, хлебных отходов).

Они сравнили их профили методом газо-жидкостной хроматографии. Автор проводил трехкратное экстрагирование жирных кислот смесью воды, метанола и концентрированной соляной кислоты в соотношении 90:9:1.

Все экстракты были активны по отношению к антибиотик-устойчивым болезнетворным бактериям-патогенам *Klebsiella pneumonia*.

Результаты исследований отечественных и зарубежных авторов свидетельствовали о том, что личинки черной львинки значительно сократили в субстрате популяцию патогенной микрофлоры *Salmonella spp.* (Н.А. Ушакова и др., 2015-2023; Е.А. Пендюрин, С.Ю. Рыбина, Л.М. Смоленская, 2020; А.А. Лящев, Е.В. Коваль, И.А. Прок, 2022).

В терапии заболеваний птиц низкая эффективность применения антибиотиков представляет собой одну из ключевых проблем в сфере бройлерного птицеводства (М.В. Сычева, И.В. Жерар, О.Л. Карташова, 2019).

В липидной фракции личинок доминирует лауриновая кислота и ее глицериды, в т.ч. иммуноактивный диглицерид лауриновой (додекановой) кислоты и фитостерины (Н. Mohamed, Е. Marusich, Y. Afanasev, 2021).

На средних стадиях развития личинка содержала больше липидов и меньше протеина (S.Y. Leong, S.R. Kutty, A. Malakahmad, 2016).

По данным отечественных исследователей, в составе липидов личинки *Hermetia illucens* L. обнаружены иммуноактивный диглицерид лауриновой кислоты, а также фитостерины (К.В. Barragan-Fonseca, M. Dicke, J.J.A. van Loon, 2017; I. Biasato, I. Ferrocino, E. Colombino, 2020).

О. Elhag, D. Zhou, Q. Song, 2017 провели детальный анализ обширного спектра антимикробных пептидов, содержащихся в личинках мухи *Hermetia illucens* и пришли к заключению, что антимикробные пептиды обладают выдающимися бактерицидными свойствами. Е. Osama, Z. Dingzhong, S. Qi (2017), из личинок *Hermetia illucens* (L) были получены семь новых фрагментов генов трех типов антимикробных пептидов, которые проявляют разнообразную ингибирующую активность в отношении различных патогенов, включая грамположительную бактерию *Staphylococcus aureus*, грамотрицательную бактерию *Escherichia coli*, грибок *Rhizoctonia solani*.

АМП проявляют разнообразную ингибирующую активность в отношении *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, некоторых грибов (М.Г. Теймуразов, Э.А. Светоч, О.Ю. Манзенюк, 2018).

По данным Н. Harlystiarini, R. Mutia, I.W.T. Wibawan (2019) экстракт личинок BSFL обладает высокой ($P < 0,05$) антибактериальной активностью в отношении *Salmonella sp.* и *E. coli* при концентрации 320 мг/мл. Кроме того, экстракт личинок BSFL содержит большое количество лауриновой кислоты (49,2%), насыщенной жирной кислоты, которая, как было доказано, обладает антибактериальными свойствами.

Таким образом, можно сделать вывод, что жир личинок BSFL можно использовать в качестве кандидата на роль антибактериального вещества. Авторы K.-S. Lee, E.-Y. Yun and T.-W. Goo (2020) обнаружили противомикробную активность экстракта личинок *Hermetia illucens L.*, инфицированных *Lactobacillus casei* (HIL), в отношении видов *Salmonella*.

Результаты показали, что экстракт является мощным природным антибиотиком и консервантом. Был сделан вывод, что выработка антимикробных пептидов (AMP) у личинок *Hermetia illucens L.* значительно усиливается при активации врожденного иммунитета патогеном или стимулятором.

Авторы, S.I. Park, B.S. Chang, S.M. Yoe (2014), обнаружили противомикробные вещества в личинках черной мухи-солдатика. Основной целью этого исследования было извлечение антибактериальных веществ из личинок. В другом их исследовании, проведенном S.I. Park, J.W. Kim и S.M. Yoe (2015), были изучены антимикробные пептиды, содержащиеся в гемолимфе личинки *Hermetia illucens L.*, и ими было установлено, что пептиды аналогичны активным дефензинам против грамположительных бактерий.

В исследованиях Z. Li. (2017) два гомологичных пептида (DLP2 и DLP4) из личинок *Hermetia illucens* были впервые экспрессированы в *Pichia pastoris* (метилотрофные дрожжи, широко используемые в биотехнологии как платформа для производства рекомбинантных белков) с выходом 873,5 и 801,3 мг/л, соответственно. Они проявляли мощную противомикробную активность в отношении грамположительных бактерий и обладали большей эффективностью, более быстрым уничтожением бактерий и более длительным

пост антибиотическим эффектом, чем ванкомицин. Результаты исследований авторов указывают на то, что личинки *Hermetia illucens* L. могут стать богатым источником для открытия новых антимикробных пептидов для потенциально устойчивых к антибиотикам патогенов (S.A. Baltzer, M.H. Brown, 2011; O. Elhag, D. Zhou, Q. Song, 2017).

Отечественные авторы, Е.А. Улитина, Ш.С. Валиева, С.Л. Тихонов, Н.В. Тихонова (2024), сообщают, что антимикробные пептиды (АМП) могут электростатически адсорбироваться на поверхности мембраны бактерий, благодаря высокой гидрофобности проникают через нее и разрушают структуру, что приводит к гибели бактериальной клетки. АМП играют важную роль во врожденной системе иммунной защиты организма (Е.А. Улитина, Ш.С. Валиева, С.Л. Тихонов, 2024).

1.5 Влияние кормовых добавок из BSFL на микробиоту слепых отростков кишечника цыплят-бройлеров

Рынок кормовой рыбной муки как источника белка для сельскохозяйственных животных испытывает существенный дефицит. Соя чаще всего является доступным источником белка.

Необходимы альтернативные источники протеина животного происхождения (*Acheta domesticus*, *Gryllodes sigillatus*, *Gryllus assimilis*, *Hermetia illucens*, *Musca domestica*, *Tenebrio molitor*, *Alphitobius diaperinus*) для замены рыбной муки в рационах птицы. Корма из личинки насекомых оптимальны для такой замены (А.И. Хатунцев, В.П. Старухин, В.А. Саакян, 2016). Pieterse, S.W. Erasmus, T. Uushona и L.C. Hoffman (2019) исследовали влияние разных уровней (0,0%, 5,0%, 10,0%, 15,0%) включения личинки *Hermetia illucens* L. в рацион бройлеров на качество тушки и качество мяса. Не было обнаружено существенных различий в характеристиках тушки, таких как pH, цвет, аромат, вкус, сочность и нежность грудных мышц бройлеров.

Содержание минералов было одинаковым во всех группах и не установлено различий в составе жирных кислот.

Состав белка личинки *Hermetia illucens* L., по данным ООО «Нордтехсад», не уступает рыбной муке (таблица 3).

Таблица 3 – Состав аминокислот липидно-белковых концентратов (ЛБК) из личинки *Hermetia illucens* L., %

Аминокислота	Соевая мука*	Рыбная мука*	ЛБК из личинки <i>Hermetia illucens</i> L.	
			ООО «Нордтехсад», г. Новодвинск	ООО «Экобелок», г. Москва
Лизин	6,26	8,70	5,75	3,51
Треонин	4,08	4,57	3,97	2,52
Метионин	1,26	3,13	2,85	1,01
Цистин	1,52	2,40	2,34	1,07
Лейцин	7,66	7,92	12,24	3,85
Изолейцин	4,56	4,38	5,58	2,11
Фенилаланин	4,90	4,27	4,35	2,28
Тирозин	2,56	4,25	6,32	3,61
Триптофан	5,5	7,90	6,12	0,60
Валин	4,70	5,87	5,12	2,84
Аргинин	4,30	6,48	4,20	2,84
Гистидин	2,54	3,17	4,21	2,00
Глутаминовая кислота	18,22	14,35	12,85	6,98
Аспарагиновая кислота	11,82	10,17	8,25	5,56
Пролин	5,50	4,73	6,02	4,08
Глицин	4,34	6,67	5,63	3,31
Серин	5,46	4,35	4,49	2,55
Аланин	4,42	6,70	7,25	4,11

Примечание: * – А. Д. Мельник, и др.(2019)

Отечественные и зарубежные исследователи изучали коррекцию микробиома животных с использованием продуктов переработки личинок *Hermetia illucens* L., осуществляющих иммунопротекторное действие и заключили, что кормовые средства из биомассы личинок *Hermetia illucens* L. могут служить альтернативой антибиотикам (Т. Spranghers, J. Michiels, J. Vrancx, 2018).

Исследователи из штата Вирджиния установили, что микробиота слепых отростков кишечника важна для поддержания эпителиального барьера и, следовательно, играет ключевую роль в регулировании факторов окружающей среды, попадающих в организм (Q. Mu, 2017).

Микробиом слепых отростков мясной птицы особенно многочислен и включает факультативно–анаэробные и анаэробные микроорганизмы. Это бифидобактерии, лактобациллы (*L. salivarius*, *L. acidophilus*, *L. fermentum*, *L. bifidus*, *L. lactis* и др.), стрептококки (*Peptostreptococcus* и др.), лактат ферментирующие бактерии (*Propionibacterium raffinosaceum*, *Veillonella gazogenes*, *Propionibacterium acnes*, *Megasphaera elsdenii* и др.), зубактерии, бактероиды (*Bacteroides amylophilus*, *Bacteroides variabilis*, *Bacteroides fragilis* и др.) и энтеробактерии (D. Stanley, S. E. Denman, R.J. Hughes, 2015).

Получены экспериментальные данные по составу бактерий в содержимом слепых отростков кишечника птицы. Это бактероиды, зубактерии, пептококки, молочнокислые бактерии, бифидобактерии, стрептококки, энтеробактерии, стафилококки, бациллы (Т.А. Егорова, Т.Н. Ленкова, Л.А. Ильина, 2016).

Также могут присутствовать патогенные бактерии из родов *Campylobacter*, *Arcobacter*, *Shigella*, *Salmonella*, *Enterobacter*.

И.Г. Шайхиев и др. (2022) в обзорной статье опубликовал сведения зарубежных и российских исследований по использованию муки из личинок и предкуколок *Hermetia illucens* L. в качестве ингредиента в рационе кормов для выращивания поросят-отъемышей и свиней.

Данный вид личинок характеризуется большим содержанием аминокислот и жирных кислот в своем составе, что делает их ценным ингредиентом кормов для выращивания животных, птиц и рыб.

Показано, что мука и жир из личинок *Hermetia illucens* L. являются многообещающими альтернативными ингредиентами традиционным источникам белка в кормах (рыбная мука и соевый шрот) для выращивания поросят и свиней.

Выявлено, что в малых дозировках добавление муки из личинок насекомого способствует приросту биомассы животных, положительно влияет на микробиоту слепых отростков кишечника и улучшает морфобиохимические показатели крови подопытных животных (И.Г.

Шайхиев, С.В. Свергузова, Ж.А. Сапронова, 2020). Питательная ценность личинок мухи *Hermetia illucens* L. достаточно высока: содержание обменной энергии в 1 кг в зависимости от использованного кормового субстрата для выращивания личинок составляет 15,32-21,41 МДж, количество белка колеблется в пределах 35,5-48,3%, жира – 20,6-45,5%.

Аминокислотный состав протеина личинок содержит полный набор аминокислот, в том числе все незаменимые аминокислоты.

Скармливание молодняку свиней личинок *Hermetia illucens* L. в составе сбалансированных полнорационных комбикормов (7,0%, или 70,0 кг/т комбикорма) положительно влияет на физиологические процессы в организме животных, их продуктивность, затраты кормов. Личинки *Hermetia illucens* L. можно рассматривать в качестве рациональной альтернативы традиционным высокопротеиновым кормам (в том числе рыбной муке) в рационах растущего молодняка свиней в период дорастивания (Р.В. Некрасов, М.Г. Чабаев, А.А. Зеленченкова, 2019).

В заключение необходимо отметить, что вопрос эффективности методов и способов производства кормовых средств, включая муку и липидно-белковые концентраты из полножирной личинки, ферментированные, щелочные, кислотные гидролизаты и пр., из личинок *Hermetia illucens* L., остается предметом научных дискуссий. Это связано с рядом факторов и ограничений, включая проблему усвояемости хитина с низкой перевариваемостью некоторыми животными полножирной сухой муки из личинки *Hermetia illucens* L. Это ограничивает эффективность использования личинок *Hermetia illucens* L. в качестве кормового сырья без предварительной модификации; необходимость снижения затрат на технологии гидролиза.

Дискуссионными остаются методы обработки личинок и другого сырья для повышения выхода и усвояемости целевых компонентов.

Например, высокотемпературный гидролиз позволяет уменьшать содержание хитина в водорастворимом гидролизате и переводить белки в

усвояемое низкомолекулярное состояние. Ферментативный гидролиз также рассматривается как перспективный, достаточно затратный метод, который может максимально сохранять питательную ценность продуктов и повышать их растворимость и усвояемость; необходимость оптимизации выбора сырья и технологических параметров. На эффективность производства влияют исходное сырье (например, тип субстратов, на которых выращивают личинки), концентрация ферментов, pH, температура, продолжительность процесса и другие факторы. Несмотря на перспективность использования личинок *Hermetia illucens* L. в кормопроизводстве, важно учитывать затраты на производство, логистику, доступность оборудования и другие экономические факторы. Результаты исследований сбалансированности аминокислотного состава белка кормовых продуктов из личинок *Hermetia illucens* L. с учетом видовой специфики животных, для которых они предназначены, существенно различаются и остаются дискуссионными в научной литературе за последние 15 лет. Избыточное содержание жира может снижать поедаемость корма птицей, так как он быстро окисляется. Оптимальная дозировка кормовых добавок на основе личинок *Hermetia illucens* L. действительно остается дискуссионной темой, так как результаты исследований различаются в зависимости от состава рациона, условий содержания, возраста и конкретного кросса цыплят-бройлеров. Таким образом, научные дискуссии касаются оптимизации технологий переработки личинок *Hermetia illucens* L. и выращивания цыплят-бройлеров для масштабирования их использования в кормопроизводстве; повышения усвояемости компонентов, дозировок для разных кроссов и возрастов, экономической целесообразности и расширения применения различных методов производства кормовых средств.

Вопрос дозировок и эффективности использования личинок черной львинки для цыплят-бройлеров продолжает оставаться актуальным и требует дальнейших исследований с учетом различных переменных.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Теоретическую и методологическую основу научных исследований составили работы отечественных и зарубежных авторов по проблемам кормопроизводства, кормления и содержания бройлерной птицы. Нормативную основу работы составили национальные и международные стандарты, указы Президента Российской Федерации, постановления Правительства Российской Федерации. Теоретические, патентные и практические исследования проведены в период с 2022 по 2025 гг. Разработка способа получения добавки из гидролизированных личинок *Hermetia illucens* L. (БВМД «ИННОВЕЙШН-БАК»), изучение ее органолептических свойств, химического состава, безопасности для введения в рацион животных проведены в ООО НПО «ИННОВЕЙШН» (г. Краснодар).

Научно-хозяйственный и научно-производственный опыты, включившие физиологический опыт по переваримости проведены в крестьянско-фермерском хозяйстве «Папов Сафарбий Бахчериевич», расположенном в п. Кошехабль Республики Адыгея (фото 1, 2).



1

2

Фото 1, 2 – КФХ «Папов Сафарбий Бахчериевич», Кошехабль
(Республика Адыгея) Птица кросса КОББ-500. 1 – 7 дней; 2 – 37 дней

2.1 Общая схема исследований

Диссертационное исследование эффективности применения БВМД «Инновейшн-БАК» для выращивания цыплят-бройлеров кросса «СОВВ 500 FF» проведено в 2022–2025 гг. в соответствии с общей схемой (рисунок 5).

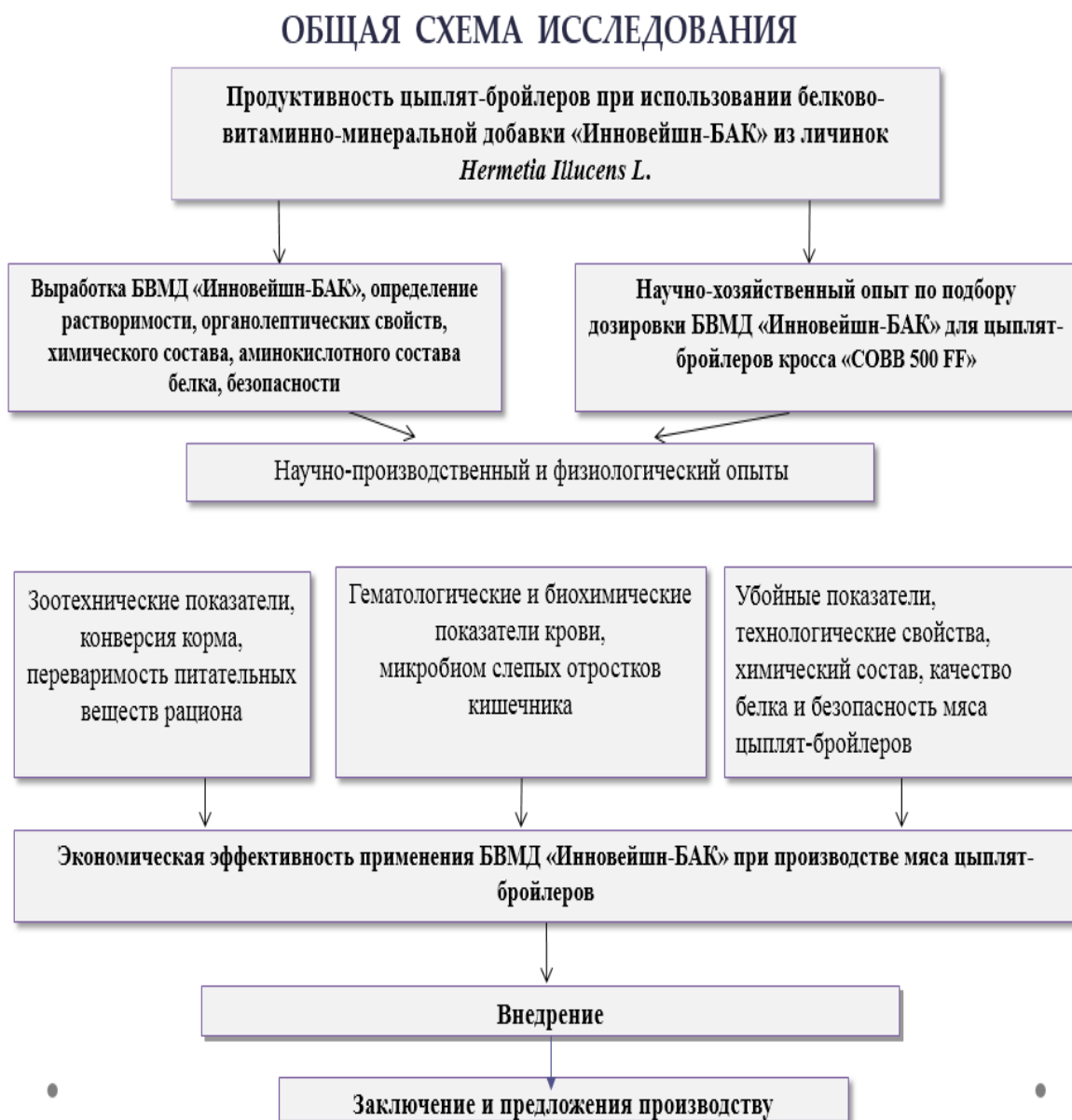


Рисунок 5 – Общая схема диссертационного исследования

Исследования с применением измерительных приборов, инструментария, оборудования для анализа образцов, в том числе с применением химических и микробиологических тестов и реагентов,

проведены в ИЦ «Аргус» Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии; в Кропоткинской зональной ветеринарной лаборатории; НИИ Биотехнологии и стандартизации ФГБОУ Кубанский аграрный университет, в ИЦ «Премикс», г. Тимашевска.

2.2 Научно-хозяйственный, физиологический и научно-производственный опыты

Научно-хозяйственный опыт, физиологический опыт по переваримости и научно-производственный опыты проведены в соответствии с методическими указаниями ФГБНУ ВНИТИП (2015) на цыплятах-бройлерах кросса «СОВВ 500 FF» с первого дня жизни. В качестве основного предмета исследований является белково-витаминно-минеральная добавка БВМД «Инновейшн–БАК» из термического кавитационного кислотного гидролизата личинок *Hermetia illucens* L. Дополнительные предметы исследований: кровь; содержимое слепых отростков кишечника, тушки бройлеров; мясо (органы и ткани). Производителем БВМД «Инновейшн–БАК» является ООО НПО «ИННОВЕЙШН» в г. Краснодаре, РФ. Это непрозрачная коричневая суспензия без запаха, растворимая в воде, без признаков недоброкачественного продукта.

2.3 Научно-хозяйственный опыт – определение дозировки

В силу того, что в составе БВМД «Инновейшн–БАК» из кавитационного кислотного гидролизата личинок *Hermetia illucens* L. присутствуют короткоцепочечные пептиды-бактериоцины, обладающие высокой антимикробной активностью, мы приняли решение добавлять ее в питьевую воду для птицы в незначительных дозах в соответствии с периодами выращивания, которые были определены в ходе поискового научно-хозяйственного опыта.

В условиях крестьянско-фермерского хозяйства «Папов Сафарбий Бахчериевич», расположенного в поселке Кошехабль Республики Адыгея, был проведен научно-хозяйственный опыт, где было сформировано с использованием метода случайной выборки четыре группы цыплят-бройлеров кросса «COBB 500 FF», аналогов по происхождению, возрасту и живой массе, по 50 особей с высокой однородностью (низким коэффициентом вариации: $CV\% = 8,0$). Разница в средних показателях по живой массе цыплят-бройлеров между группами не превышала 3,0%. Цель научно-хозяйственного опыта на суточных цыплятах-бройлерах, со второго дня жизни, с учетным периодом в 41 день – подбор оптимальных дозировок БВМД «Инновейшн-БАК», которую добавляли в питьевую воду (ПВ) цыплятам-бройлерам в период с первого по тридцать седьмой день выпойки в соответствии со схемой (таблица 4).

Таблица 4 – Схема выпойки БВМД «Инновейшн-БАК», n=50

Группа	Период выпойки, дни		
	1–21	22–37	38–42
1 контрольная	ПВ	ПВ	ПВ
2 опытная	2,5 мл/10 л ПВ	5,0 мл/10 л ПВ	ПВ
3 опытная	5,0 мл/10 л ПВ	10,0 мл/10 л ПВ	ПВ
4 опытная	7,5 мл/10 л ПВ	15,0 мл/10 л ПВ	ПВ

Содержание птицы напольное на несменяемой подстилке. Цыплята-бройлеры каждой из четырех групп были отделены сеткой для учета зоотехнических показателей. До 7 дня жизни применяли режим постоянного освещения (25 лк), температура в птичнике была $31,0 \pm 1,0$ °С; далее – прерывистого освещения, 15 часов в сутки, температура в птичнике была к 30 дню 25 °С; перед убоем – 22 °С. Кормление цыплят-бройлеров проводили вволю, из отдельных групповых кормушек. Питьевую воду подавали цыплятам-бройлерам в отдельных групповых поилках. В опытных 2, 3 и 4 группах, в отличие от 1, контрольной, до 21 дня включительно, в питьевую воду цыплятам-бройлерам добавляли БВМД «Инновейшн-БАК» в трех концентрациях:

во второй группе – 2,5 мл на 10 литров;

в третьей группе – 5,0 мл на 10 литров;

в четвертой группе – 7,5 мл на 10 литров.

С 22-го по 37-й день в питьевую воду цыплятам-бройлерам из опытных групп добавляли БВМД «Инновейшн-БАК» в трех концентрациях:

во второй группе – 5,0 мл на 10 литров;

в третьей группе – 10,0 мл на 10 литров;

в четвертой группе – 15,0 мл на 10 литров.

В предубойный период, с 38-го по 42-й день, цыплятам-бройлерам всех групп, включая контрольную, давали питьевую воду без добавок. Цыплята-бройлеры всех групп получали одинаковый полнорационный комбикорм, сбалансированный по питательности в соответствии с возрастом: старт, рост, финиш. В качестве белкового концентрата мы использовали рыбную муку с содержанием сырого протеина 62,0%, который по содержанию белка равноценен рыбной муке высшего сорта. Питательность ПК соответствовала потребности цыплят-бройлеров кросса «COBB 500 FF» в стартерный, ростовой и финишный периоды кормления (таблицы 5, 6).

Таблица 5 – Состав полнорационного комбикорма (ПК), %

Состав	Период выращивания, дни		
	старт, 1-10	рост, 11-23	финиш, 24-42
Кукуруза	22,00	21,15	20,00
Пшеница	37,00	35,00	34,00
Шрот подсолнечный	5,50	9,40	19,00
Шрот соевый	15,80	14,00	9,00
Белковый концентрат	7,50	6,00	5,00
Травяная мука бобовых	5,00	4,00	4,00
Масло соевое	3,50	5,00	4,00
Соль поваренная	0,30	0,30	0,30
Известняк	1,60	1,65	1,50
Мел	0,40	0,40	0,40
Премикс универсальный (ГОСТ 26573.0-2017)	1,00	1,00	1,00
Трикальцийфосфат	1,20	1,40	1,60
Соды бикарбонат	0,20	0,20	0,20

Таблица 6 – Питательность (содержание питательных веществ* в 100 г ПК)

Питательность	Период выращивания, дни		
	старт, 1-10	рост, 11-23	финиш, 24-42
Обменная энергия, МДж	1,21	1,30	1,32
Сырой протеин, %	23,50	21,50	20,00
Сырая клетчатка, %	4,35	4,20	4,45
Сырой жир, %	3,50	4,35	4,80
Лизин, %	1,45	1,35	1,15
Метионин + цистин, %	0,85	0,80	0,78
Кальций, %	1,00	0,96	0,90
Фосфор общий, %	0,70	0,66	0,63
Доступный фосфор, %	0,47	0,44	0,40
Натрий, %	0,18	0,18	0,17

Примечание: * - по результатам фактического лабораторного анализа базовых комбикормов в ИЦ «Аргус» КНЦ ЗВ.

2.4 Научно–производственный и физиологический опыты

Научно-производственный опыт провели на большом поголовье цыплят-бройлеров кросса «COBB 500 FF» с высокой однородностью стада с целью оценки зоотехнической (сохранность, затраты корма на 1 кг прироста живой массы, рост, продуктивность, микрофлора слепых отростков, морфобиохимические показатели крови, отвечающие за иммунитет, убойные показатели, физико–химические, технологические характеристики и безопасность мяса цыплят-бройлеров) и экономической эффективности БВМД «Инновейшн–БАК» в составе водопоения, влияющей на продуктивность и качество продукции. Исследование было направлено на дополнительное изучение влияния БВМД «Инновейшн–БАК» в опытной группе в сравнении с контролем.

Научно-производственный опыт с применением оптимальной схемы выпойки «Инновейшн–БАК» цыплятам-бройлерам кросса «COBB 500 FF», проведен в тех же условиях (КФХ «Папов Сафарбий Бахчериевич»).

В двух производственных секциях-восемьмитысячниках сформировали контрольную и опытную группы суточных бройлеров кросса «COBB 500 FF»

($n=8000$), в которых отделили сеткой учетные, контрольную и опытную по 100 голов, отобранных путем случайной выборки (отбирали каждого 80-го 8000 контрольной и 8000 опытной секций), для исследований и последующего контрольного забоя. Научно-производственный опыт проведен по схеме, отраженной в таблице 7.

Таблица 7 – Схема научно-производственного опыта, $n=8000$
(учетных 100 голов)

Группа	Возраст, сутки		
	1 – 21	22 – 37	38 – 42
1 контрольная	питьевая вода	питьевая вода	питьевая вода
2 опытная	0,5 л добавки / т питьевой воды, через дозирующее устройство Dosatron	1,0 л добавки /т питьевой воды, через дозирующее устройство Dosatron	питьевая вода

Птица первой, контрольной, группы в течение всего периода откорма, со 2 по 42 день (включительно), была обеспечена питьевой водой без добавок.

Цыплятам-бройлерам второй опытной группы вводили БВМД «Инновейшн-БАК» через дозирующее устройство (Dosatron) в системе водопоения (рисунок 6).



Рисунок 6 – Дозирующий медикатор (Dosatron D25) в системе водопоения бройлеров кросса «COBB 500 FF»

Медикатор приводится в действие потоком воды и не требует электричества. Наиболее популярными в птицеводстве и свиноводстве являются медикаторы серии D25 с производительностью от 10 до 2500 л/ч.

Принцип действия медикатора для добавок в воду для поения птицы основан на принципах гидравлики.

Для работы медикатора необходимо только давление постоянного водяного потока,двигающегося по трубопроводу.

Когда вода под давлением поступает внутрь насоса, гидравлический привод активируется, в результате чего поршень дозирующего устройства начинает движение.

Медикатор всасывает БВМД «Инновейшн-БАК», а затем вводит в проходящий поток воды строго установленную дозу добавки. Полученная смесь тщательно перемешивается внутри двигателя медикатора и только затем подается в трубопровод.

Медикатор точно дозирует БВМД «Инновейшн-БАК» в виде водорастворимой смеси, процентное соотношение раствора не меняется в случае изменения давления в системе и пропорционально объему пропущенной в систему поения воды.

В течение первых трех недель выпаивания цыплят-бройлеров опытных групп дозировка составляла 0,5 литра на тонну питьевой воды.

С 22-го по 37-й день дозировка увеличивалась до 1,0 литра на тонну питьевой воды.

С 38-го по 42-й день птица всех групп получала питьевую воду без БВМД «Инновейшн-БАК».

В ходе исследования были получены ключевые параметры, характеризующие процесс откорма птицы, предназначенной для получения мясной продукции.

Были рассмотрены следующие аспекты: сохранность поголовья, ростовые показатели, переваримость питательных веществ, морфология и биохимия крови, включая показатели иммунитета, качественный и

количественный состав микрофлоры слепых отростков, убойные показатели, качество мяса.

Кроме того, было проведено исследование потребления корма с учетом остатков, что позволило рассчитать затраты корма на один килограмм прироста живой массы.

В период научно-производственного опыта был проведен семидневный физиологический опыт на цыплятах-бройлерах в период с 30 по 37 день откорма. Физиологический (балансовый) опыт проводили в соответствии с рекомендациями ВНИТИП (В. И. Фисинин, И. А. Егоров, Т. М. Околелова, 2011; В. И. Фисинин, П. Н. Сурай, 2013; И. П. Салеева, В. П. Лысенко, В. Г. Шоль, 2015; И. А. Егоров, В.А. Манукян, Т. Н. Ленкова, 2019; И.А. Егоров, В.А. Манукян, Т.Н. Ленкова и др., 2021).

В ходе физиологического опыта на цыплятах-бройлерах (по 5 особей, отобранных методом случайной выборки, из контрольной и опытной секций восьмитысячников) определяли переваримость питательных веществ рациона, включающего питьевую воду с БВМД «Инновейшн–БАК».

Цыплят размещали в клетки с подносами для сбора помета. Помет собирался и складывался в плотно закрывающуюся тару.

После этого помет взвешивали и консервировали 10 % раствором соляной кислоты из расчета 50 мл на 1 кг помета с добавлением 2 мл хлороформа и хранили в холоде.

После опыта пробу помета, предназначенную для анализа, высушили при температуре 60-65 °С до воздушно-сухого состояния.

Учитывали следующие показатели: переваримость сухого вещества, сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира.

2.5 Методики аналитических и инструментальных исследований

В процессе научно-исследовательской работы применяли стандартные инструменты, оборудование, приборы и оснащение для лабораторных исследований, методы полного зоотехнического анализа, микробиологические исследования в соответствии с нормативными актами, межгосударственными, национальными стандартами и техническими регламентами.

Нами происследованы мышечные ткани тушек птицы на предмет содержания химических компонентов, а также проведен анализ их физических, физико-химических, биохимических и структурно-механических свойств.

Кроме того, были изучены питательная ценность и качество мяса бройлеров, а также мясо исследовали на наличие токсических контаминантов в соответствии с действующими стандартами и методическими указаниями.

При оценке качественного и количественного состава микробиоты слепых отростков кишечника цыплят-бройлеров (*Lactobacillus spp.*, *Bifidobacterium spp.*, *Streptococcus spp.*, *Lactococcus spp.*, *Bacteroidetes spp.*, *Firmicutes spp.*, *E. coli*, *Enterococcus spp.*, *Proteus spp.*, *Candida spp.*, *Fungi spp.*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Campylobacter spp.*, *Enteropathogenic escherichia coli*, *Toxigenic clostridium spp.*, *Bacteroides fragilis*, *Mycoplasma spp.*) пользовались стандартными методическими указаниями и рекомендациями.

В испытательном центре «Аргус» ФГБНУ КНЦЗВ, г. Краснодар, определяли основные физико-химические показатели, сырой жир в мышцах исследовали по стандартной методике кислотным экстрагированием растворителем.

Массовую долю влаги определяли по ГОСТ 26185–84; pH – по ГОСТ Р 51478-99. По ГОСТ 26185–84 образцы исследовали на содержание золы. В

ИЦ «Аргус» определяли безопасность мяса бройлеров (содержание остаточных количеств токсических веществ).

Содержание общего азота по Кьельдалю определяли с помощью анализатора Kjeltac Auto 1030 (Tecator AB, Швеция).

Аминокислоты мышц цыплят-бройлеров определены классическим методом ионообменной хроматографии, совмещенной с ВЭЖХ (высокоэффективной жидкостной хроматографии) на анализаторе S 433 немецкой фирмы «Sykam GmbH».

В процессе анализа полноценности белка мышечной ткани говядины, используя метод Неймана и Логана, мы определили количество заменимой аминокислоты оксипролина. А также, применяя метод Грейна и Смита, мы установили содержание незаменимой аминокислоты триптофана.

В ходе экспериментов проводилось внимательное наблюдение за состоянием птицы, а также подсчитывалось количество особей, оценивалась продуктивность и анализировался расход кормов на единицу прироста живой массы.

Кровь для исследования в 7 и 37 дней отбирали из правой яремной вены на шее. Форменные элементы крови птицы не всегда возможно измерить на анализаторе без искажений.

Мы применили модифицированный метод подсчета эритроцитов в камере Горяева в связи с его простотой и доступностью (В.Г. Вертипрахов, Д.А. Ксенофонтов, Е.А. Колесник, Н.В. Овчинникова, 2022).

Для исследования крови птицы использовали автоматический гематологический анализатор DF-50 Vet, Dymind (Китай).

Анализ биохимических показателей крови проводили на проточном полуавтоматическом биохимическом анализаторе SINNOWA BS-3000P (Китай) в Кропоткинской зональной ветеринарной лаборатории (г. Кропоткин, Краснодарский край).

Образец цельной венозной крови для гематологических исследований помещали в вакуумные пробирки, содержащие антикоагулянт этилендиаминтетрауксусную кислоту (K_2 ЭДТА).

При получении плазмы для клинико – химических исследований кровь отбирали с гепарином.

Сыворотку крови, до проведения анализов, хранили в морозильной камере. Содержание жирных кислот в гидролизованной биомассе личинок насекомых определяли методом газовой хроматографии с использованием «Хромос ГХ-1000» (ООО «ХРОМОС Инжиниринг», Россия).

Проведение анатомической разделки и оценку мясных качеств тушек осуществляли по методическому указанию РАСХН, ГНУ ВНИИТиП и РСХА (М.А. Лысенко, Т.А. Столляр, А.Ш. Кавтарашвили, 2013).

Минерализацию образцов выполняли по ГОСТ 26929; определение содержания токсичных элементов: свинца - по ГОСТ Р 51301, ГОСТ 26932, ГОСТ 30178, ГОСТ 30538; кадмия - по ГОСТ Р 51301, ГОСТ 26933, ГОСТ 30178, ГОСТ 30538; ртути - по ГОСТ 26927; мышьяка - по ГОСТ Р 51766, ГОСТ 31628-2012, ГОСТ 26930, ГОСТ 30538.

Определение антибиотиков в мясном сырье проводили по ГОСТ Р ИСО 13493, ГОСТ 31694, ГОСТ Р 53912.

Пестициды определяли методом ВЭЖХ-МС/МС (ВГЦК и ФГБУ «ВГНКИ»); определение радионуклидов проводили по ГОСТ Р 54015, ГОСТ Р 54016. ГМИ определяли по ГОСТ Р 52173, ГОСТ Р 52174.

При статистической обработке опытных данных применяли стандартные биометрические методы с использованием программного модуля Microsoft Excel 2010.

Выполняли расчет основных описательных статистик: среднего арифметического ($\bar{x}$), стандартного отклонения (s), стандартной ошибки среднего (m), коэффициента вариации (CV).

Для оценки значимости различий между выборками использовали t -критерий Стьюдента.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Технологическая схема выработки БВМД «Инновейшн–БАК» и ее комплексная оценка

БВМД «Инновейшн–БАК» представляет собой водорастворимую добавку из гидролизата личинок *Hermetia illucens* L., разработанную в рамках приоритетного направления «Интенсификация и индустриализация птицеводства» при взаимодействии науки и производства, а также «Поиск нетрадиционных источников биологически активных питательных веществ для животных».

При разведении личинок *Hermetia illucens* L. основные факторы, влияющие на рост, развитие и получение кормовой биомассы, – это освещение, влажность, температурный режим, кормовой субстрат, химические факторы, к которым относятся газовый состав воздуха, минеральный состав воды, кислотность, механический и химический состав среды, в которой развивается насекомое, длительность инкубации. Химический состав личинок *Hermetia illucens* L. меняется в зависимости от субстрата (К.С. Туйчиев, 2023). При разведении личинок *Hermetia illucens* L. мы учитывали рекомендации К.С. Туйчиева (2023), который выращивал имаго в инсектариях размером 100x150x170 см при температуре 30°C и влажности воздуха 60,0–70,0%. В субстрат для откладки яиц добавляли аттрактант (200 г мертвых мух+700 г пшеничных отрубей+1л воды).

В настоящих исследованиях в ООО НПО «ИННОВЕЙШН» мы выращивали личинку на субстрате из пшеничных отрубей по методике К.С. Туйчиева (2023). Личинку инкубировали 14 дней. БВМД «Инновейшн–БАК», под товарным знаком «Инновейшн», № 1117578 от 02.06.2024 г. (приложение 5) производили из гидролизата личинок *Hermetia Illucens* L. БВМД «Инновейшн–БАК» – это непрозрачная суспензия с нейтральным запахом, коричневого цвета, растворимая в воде, без признаков

недоброкачественного продукта. Она получена при кавитационном гидролизе личинок *Hermetia Illucens* L. При разработке технологического процесса выработки БВМД «Инновейшн-БАК» были учтены запатентованные отечественными авторами способы получения хитина и хитозана из личинок насекомых. С целью получения продукта с максимальным количеством хитозана, витаминов, макро- и микроэлементов, жирных кислот и пр., и коэффициентом конверсии выпускаемой продукции более 20,0%, с получением свыше 1 тонны личинки в год на 1 м² производственной площади для диссертационных исследований были разработаны оптимальные условия разведения и выращивания личинок *Hermetia illucens* L. Новый оригинальный продукт глубокой переработки личинок *Hermetia illucens* L. кавитационным кислотным гидролизом представляет собой биологически активную смесь, содержащую белки, пептиды, аминокислоты, липиды, минералы, витамины и меланин-хитозановый комплекс (рисунок 7).



Рисунок 7 – Установка для кавитации и гидролиза

При получении БВМД «Инновейшн-БАК», представляющей собой органическую тонкодисперсную эмульсию из дефростированных личинок *Hermetia illucens* L., измельченных методом кавитации, был использован катализатор (1,0% водный раствор HCl в соотношении 50:1) с выдерживанием биомассы первоначально охлажденной личинки в течение 6 часов при 80-90 °С, последующей фильтрацией и соединением фильтрата с водным раствором (молочная кислота + вода, дистиллированная).

Глубокая переработка личинок *Hermetia illucens* L. по оригинальной технологии включала охлаждение личиночной биомассы; измельчение; замачивание в растворе HCl; кавитацию в два захода. Кавитация двухступенчатая – на 15 и, затем, на 10 мин. Получали густую суспензию коричневого цвета.

Второй этап состоял из: измельчения сухого подмора мухи; замачивания муки тонкого помола из имаго мухи в водном растворе щелочи (2 кг муки из мухи + 15 л воды + 1,0 кг HCl; варки при 100 °С; выдерживания в течение 12 – 24 часов, до получения сырья из (хитин+ хитозан) – меланинового комплекса консистенции мармелада.

Суспензию от первого этапа соединяли в котле методом кавитации с (хитин+ хитозан) – меланиновым комплексом. Нагревали до температуры внутри массы 75 – 87 °С при температуре вазелинового масла внутри рубашки котла 95 °С. Медленно охлаждали в течение суток до 53 °С. Затем двухфазовый слив готового гидролизата (pH 6,0-6,7) в две 100 л емкости последовательно, через лавсановую сетку в кране. Выход готового продукта за один цикл составлял 200,0-210,0 л БВМД «Инновейшн-БАК».

Эффективность глубокой переработки личинок *Hermetia illucens* L., исключая промежуточные энергоемкие процессы сушки, была выше, чем простой сублимационной сушки.

При глубокой переработке личинок и мухи путем расщепления белков и хитина кавитационным воздействием, в получаемый раствор мы извлекали все незаменимые и заменимые аминокислоты и хитозан.

Если сравнивать такую переработку насекомых с извлечением хитин-хитозанового комплекса у других авторов, то необходимо отметить, что они получали хитин способом ферментации (А.И. Бастраков, А.Е. Донцов, Н.А. Ушакова, 2016).

Измельченную биомассу личинок *Hermetia illucens* L. они подвергали обработке, используя раствор щелочи в концентрации 1,0%. Соотношение биомассы и раствора щелочи составляло от 1:1 до 1:8. Процесс перемешивания продолжался от 5 до 30 минут при температуре от 25°C до кипения. Ферментация лактобактериями от часа до семи. Затем раствор кислоты удалялся, хитин промывался и подвергался сушке (А.И. Бастраков, А.Е. Донцов, Н.А. Ушакова, 2016).

Органолептические показатели БВМД «Инновейшн–БАК», по результатам наших исследований, проведенных в Кропоткинской зональной ветеринарной лаборатории, соответствовали стандартам по цвету, запаху, внешнему виду, содержанию примесей (таблица 8).

Таблица 8 – Органолептические показатели БВМД «Инновейшн–БАК»

Наименование показателя	Ед. измер.	Нормативный документ на метод испытаний	Результат испытаний
Цвет		ГОСТ 13496.13-2018	коричневый
Запах		ГОСТ 13496.13-2018	без затхлости и других признаков недоброкачества
Внешний вид		ГОСТ 13496.13-2018	без видимых следов плесени
Металломагнитные примеси <2 мм	мг/кг	ГОСТ 13496.9-1996	отсутствуют
Металломагнитные примеси > 2 мм	мг/кг	ГОСТ 13496.9-1996	отсутствуют

Одним из преимуществ использования кавитационного кислотного гидролизата личинок, в сравнении с исходными белками личинок *Hermetia illucens* L., выращенной на стандартных субстратах, является его хорошая

водорастворимость, которая составила $98,9 \pm 1,1\%$ при pH 6,2 – pH 6,7 при температуре 4°C – 6°C и комнатной температуре в течение первых 12 месяцев хранения. Эта водорастворимая фракция гидролизата. Подобный нашему, белковый лиофилизированный гидролизат из личинок *Hermetia illucens* L. с антиоксидантной активностью, был получен путем двухэтапного гидролиза зарубежными исследователями, J. Wang, Y. Wang (2013). Растворимость белка гидролизата личинок *Hermetia illucens* L. в питьевой воде составила $97,8 \pm 4,2\%$. Он сохранял почти стопроцентную активность при pH 5 – pH 8 при температуре 4°C – 6°C и комнатной температуре в течение первых 6 месяцев хранения. В ходе наших исследований получены результаты по качественному и количественному химическому составу БВМД «Инновейшн–БАК» (таблица 9).

Таблица 9 – Химический состав БВМД «Инновейшн–БАК», %

Показатель	Содержание, %
Сухое вещество	$63,3 \pm 1,22$
Влага	$36,70 \pm 1,22$
Сырой протеин («белок»)	$46,55 \pm 1,13$
Сырой жир	$10,10 \pm 1,06$
Натрий	$0,46 \pm 0,05$
Калий	$1,20 \pm 0,10$
Кальций	$3,10 \pm 0,15$
Фосфор	$1,18 \pm 0,20$
Железо	$0,06 \pm 0,01$
Цинк	$0,04 \pm 0,01$
Медь	$0,02 \pm 0,01$
Марганец	$0,008 \pm 0,002$
Хитин	$0,06 \pm 0,02$
Хитозан	$0,50 \pm 0,05$
Витамины*, мг/кг:	
Витамин В ₁ , тиамин	$5,4 \pm 0,07$
Витамин В ₂ , рибофлавин	$14,8 \pm 0,06$
Витамин В ₃ , никотиновая кислота	$79,5 \pm 4,4$
Витамин В ₆ , пиридоксин	$6,1 \pm 0,03$
Витамин В ₁₂ , цианокобаламин	$0,0085 \pm 0,0010$
Витамин А, ретинола ацетат	$2,4 \pm 0,6$
Витамин D, эргокальциферол	$14,8 \pm 1,3$
Витамин Е, токоферола ацетат	$81,7 \pm 6,4$

Примечание: * – результаты анализов, полученные нами на базе Кропоткинской зональной ветеринарной лаборатории

Было установлено, что сырой жир содержал $61,2 \pm 1,3\%$ лауриновой кислоты, обладающей бактерицидным действием, $10,8\%$ мононенасыщенной цис-олеиновой кислоты омега 9 и октадекадиеновой кислоты омега-6.

Лауриновая кислота, обладающая антимикробными и антигрибковыми свойствами составила $61,0\%$ от сырого жира гидролизата из личинок *Hermetia illucens* L. (рисунок 8).



Рисунок 8 – Состав жирных кислот гидролизата из личинок *Hermetia illucens* L.

В составе БВМД «Инновейшн–БАК» содержались витамины, как жирорастворимые (токоферол, ретинол, холекальциферол), так и водорастворимые (кобаламин, рибофлавин, тиамин) витамины группы В.

Хитин в готовой БВМД «Инновейшн–БАК» практически полностью перешел после отщепления ацетильной группы в хитозан (степень

деацетилирования, СД, составила от 80,0 до 90,0%).

Хитозан – это уникальный биополимер (аминополисахарид, растворимый в разбавленных растворах органических и неорганических кислот), основными источниками которого являются насекомые, ракообразные, паукообразные, черви, грибы, бактерии.

Аминокислотный состав водорастворимой белковой фракции термического кавитационного кислотного гидролизата личинок *Hermetia illucens* L. представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Аминокислотный состав БВМД «Инновейшн», %

Аминокислота	Содержание
Лизин	5,5±0,2
Метионин	1,9±0,1
Треонин	4,9±0,1
Аргинин	6,3±0,2
Валин	6,1±0,2
Изолейцин	4,0±0,1
Лейцин	7,4±0,2
Фенилаланин	5,4±0,2
Триптофан	0,7±0,1
Гистидин	2,9±0,1
Аспарагиновая кислота	10,2±0,3
Серин	5,2±0,1
Глутаминовая кислота	12,9±0,3
Пролин	5,2±0,1
Глицин	6,8±0,1
Аланин	6,4±0,2
Тирозин	6,6±0,2
Цистин	1,8±0,1

Установлено достаточное количество аминокислот, незаменимых (лизина, метионина, треонина, аргинина, валина, изолейцина, лейцина, фенилаланина, триптофана, гистидина) и заменимых (аспарагиновой, серина, глутаминовой, пролина, глицина, аланина, тирозина, цистина), для высокой оценки белковой фракции кавитационного кислотного гидролизата из личинок *Hermetia illucens* L. в отношении его способности удовлетворять потребности организма птицы.

Среди заменимых аминокислот установлено существенно больше

аспарагиновой ($10,2 \pm 0,3\%$) и глутаминовой кислот ($12,9 \pm 0,3\%$).

В водорастворимой фракции свободных аминокислот и коротких пептидов гидролизата белка, обладающего биологической активностью достаточно много ценных незаменимых аминокислот, по количеству приближенных к «идеальному» белку.

Это валин, лейцин, гистидин, треонин, аргинин, фенилаланин, лизин.

Аминокислотный состав водорастворимой белковой фракции термического кавитационного кислотного гидролизата личинок *Hermetia illucens* L. отличается оптимальным количественным составом незаменимых аминокислот (рисунок 9).

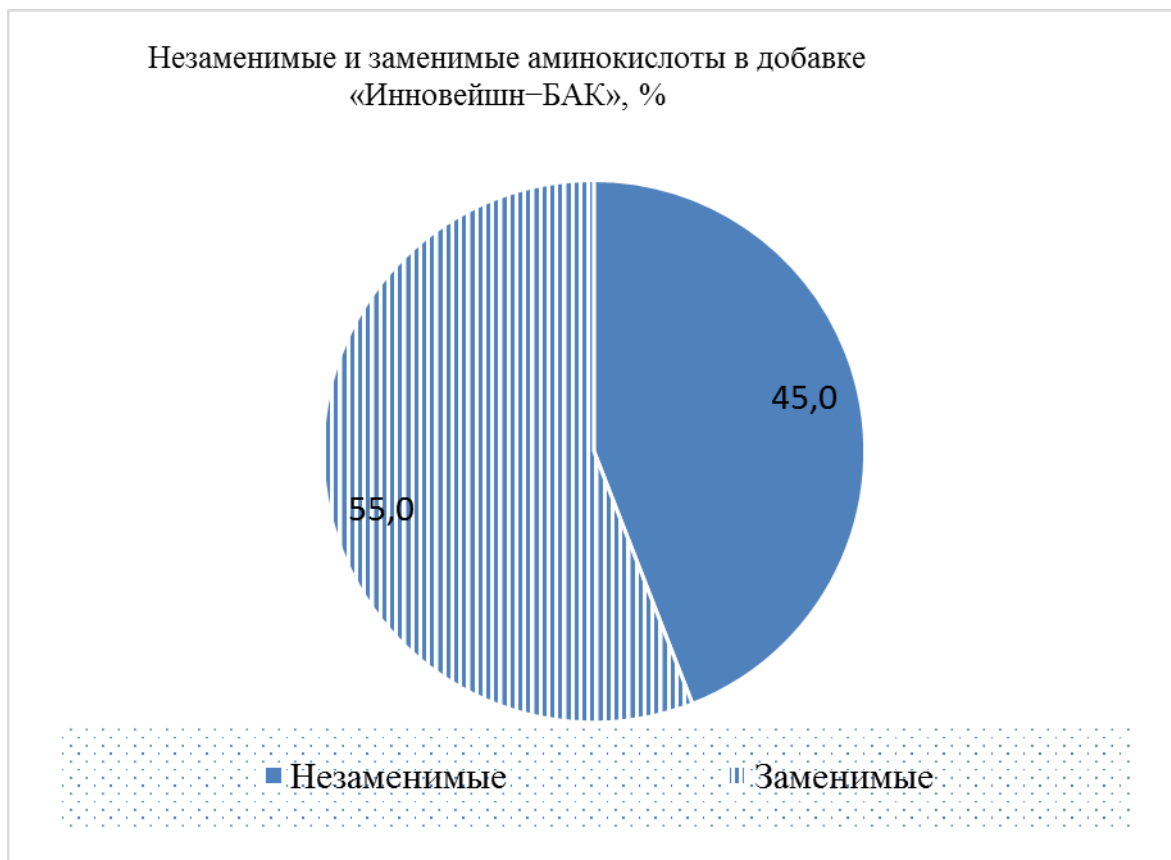


Рисунок 9 – Аминокислоты кавитационного кислотного гидролизата из личинок *Hermetia illucens* L.

Незаменимые аминокислоты, лизин, метионин, треонин, аргинин, валин, изолейцин, лейцин, фенилаланин и триптофан, составляют 45,0% от общего состава белка БВМД «Инновейшн–БАК».

Сбалансированность аминокислот белково-витамино-минеральной добавки для поения сельскохозяйственных животных и птицы мы сравнили с «идеальным» белком National Research Council (NRC, 1994).

Был рассчитан аминокислотный скор, разница сора (РАС) по отношению к незаменимым аминокислотам «идеального» белка (НАИБ) для бройлеров (таблица 11).

Таблица 11 – Сбалансированность аминокислот БВМД «Инновейшн – БАК»

Аминокислота	г/100 г белка (г/16 г N) гидролизата личинки <i>Hermetia illucens</i>	% к «идеальному» белку NRC, возраст		РАС* с «идеальным» белком, %	
		0-21 день	22-42 дня	0-21 день	22-42 дня
Лизин	5,5±0,2	100	100	0,0	0,0
Метионин	1,9±0,1	45	38	-10,5	-3,5
Треонин	4,9±0,1	73	74	16,1	15,1
Аргинин	6,3±0,2	114	110	0,5	4,5
Валин	6,1±0,2	82	82	28,9	28,9
Изолейцин	4,0±0,1	73	73	-0,3	-0,3
Лейцин	7,4±0,2	109	109	25,5	25,5
Фенилаланин	5,4±0,2	98	98	0,1	0,1
Триптофан	0,7±0,1	18	18	-5,3	-5,3
Гистидин	2,9±0,1	32	32	20,7	20,7

Примечание: ΔРАС – разница аминокислотного сора по отношению к «идеальному» белку для цыплят-бройлеров

Аминокислотный скор (АС) нашего продукта (П) по незаменимым аминокислотам (НАП) рассчитывали по формуле:

$$АС, \% = НАП / НАИБ * 100 \quad (2)$$

Количество незаменимых аминокислот гидролизата было приближено к «идеальному» белку. Незаменимые аминокислоты, валин, лейцин, гистидин и треонин, по количеству и отношению к лизину превышали необходимый уровень, соответственно, на 28,9; 25,5; 20,7 и 16,1-15,1%.

Несмотря на длительную историю безопасного использования, в ряде стран насекомые относятся к пищевой продукции нового вида, безопасность которой должна быть доказана до выхода на продовольственный рынок (Н.В. Тышко, В.М. Жминченко, Н.С. Никитин, 2021).

Безопасность белково-витаминно-минеральной добавки «Инновейшн–БАК» из термического кавитационного кислотного гидролизата личинок *Hermetia illucens* L. подтверждается нашими собственными исследованиями (на базе ИЦ «Аргус» «Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии», Кропоткинской зональной ветеринарной лаборатории, НИИ Биотехнологии и стандартизации ФГБОУ Кубанский аграрный университет, ИЦ «Премикс», г. Тимашевск), таблица 12.

Таблица 12 – Содержание токсических веществ в гидролизате из личинок *Hermetia illucens* L., мг/кг

Наименование показателей безопасности	Допустимые уровни	Результаты анализа
Токсичные элементы:		
Свинец	не более 0,1	0,05 ± 0,02
Мышьяк	не более 0,1	менее 0,0025
Кадмий	не более 0,03	0,01 ± 0,01
Ртуть	не более 0,01	менее 0,005
Антибиотики:		
Тетрациклиновой группы	не допускаются	менее 0,01
Бацитрацин	не допускается	менее 0,02
Левомецитин	не допускается	менее 0,0003
Пестициды:		
Гексахлорциклогексан (α, β, γ- изомеры)	не более 0,01	менее 0,004
ДДТ и его метаболиты	не более 0,01	менее 0,005
Другие пестициды (гептахлор, карбофос, метафос, базудин, фосфамид, гранозан, аминная соль 2,4-Д)	не допускаются	не обнаружено

В результате аналитических и инструментальных исследований в гидролизате из личинок *Hermetia illucens* L., установлено что уровни токсичных элементов (свинца, мышьяка, кадмия и ртути) не превышали предельно допустимых. Содержание запрещенных к применению антибиотиков и пестицидов находилось на уровнях ниже нижних пределов

методов их определения. При разработке технологического процесса учитывали запатентованные отечественными авторами способы получения хитина и хитозана из личинок насекомых. Авторы, А.Ш. Хайрова, С.А. Лопатин, О.А. Сеницына (2018), разработали способ получения аморфного хитина из личинок *Hermetia illucens* L. Исследуемый материал они получали из личинок *Hermetia illucens* L. на разных стадиях онтогенеза и при разных способах подготовки. В качестве образцов использовали личинки, оболочки куколок и подмор насекомых. Хитин получали путем экстракции концентрированной фосфорной кислотой. При этом другие соединения (белки, жиры, минеральные соли) в раствор не переходили. Исследователи из Оренбургского ГАУ установили преимущества кавитационного гидролиза целлюлозосодержащих отходов и полученных продуктов в питании сельскохозяйственных животных. Рассмотрено разрушение клеточной структуры растительного сырья при помощи кавитационных эффектов для повышения биодоступности компонентов сырья (А.В. Быков, С.А. Мирошников, Л.В. Межуева, 2009). При сопоставлении БВМД «Инновейшн–БАК», полученной нами путем кавитационного кислотного гидролиза на установке, с известными отечественными и зарубежными сухими и водорастворимыми добавками, применяемыми в кормлении цыплят-бройлеров, по химическому составу и способу введения в рацион, был установлен ряд преимуществ БВМД «Инновейшн–БАК»: гидролизат хорошо растворяется в питьевой воде; содержит аминокислоты, приближённые к «идеальному белку»; содержание хитина более, чем в 10 раз ниже за счет перехода хитина в хитозан через деацетилирование; содержание лауриновой кислоты с антибиотическими свойствами более, чем в 2 раза, выше, чем у аналогов. В силу того, что в составе БВМД «Инновейшн–БАК» присутствуют антимикробные пептиды (АМП), обладающие высокой антимикробной активностью, мы приняли решение добавлять ее в питьевую воду для птицы в микродозах, которые были определены в ходе поискового научно-хозяйственного опыта по определению оптимальных доз БВМД «Инновейшн–БАК» в соответствии с периодами выращивания.

3.2 Результаты научно–хозяйственного опыта по определению оптимальной дозы БВМД «Инновейшн–БАК» (опыт 1)

В результате первого опыта по определению дозы белково-витамино-минеральной смеси «Инновейшн–БАК» в составе питьевой воды по периодам роста сохранность цыплят-бройлеров за шесть недель выращивания по всем группам была на высоком уровне (94,0 – 96,0%), в пределах норм выживаемости (не менее 94,0%) для данного кросса «COBB 500 FF», таблица 13.

Таблица 13 – Сохранность бройлеров, n=50

Показатель	Группа			
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная	4 опытная
Пало голов 1-7 дней	3	3	2	2
Пало голов 8-14 дней	-	-	-	-
Пало голов 15-42 дня	-	-	-	-
Сохранность, %	94,0	94,0	96,0	96,0

Результаты проведенных исследований показали, что к завершению выращивания цыплята-бройлеры во всех группах достигли живой массы, соответствующей стандарту кросса.

При практически одинаковой начальной живой массе суточных цыплят, составившей в среднем 39,6 г, уже к 14-му дню в опытных группах отмечалось преимущество над контролем. Так, во 2, 3 и 4-й группах живая масса была выше контрольной, соответственно, на 10,6; 23,9 и 23,7%.

К 42-дневному возрасту различия между группами по живой массе сохранялись, хотя были менее выражены, чем в начальный период выращивания. По сравнению с контрольной группой живая масса во 2, 3 и 4-й опытных группах оказалась выше, соответственно, на 2,7; 10,8 и 8,6%.

От суточного возраста цыплят-бройлеров до 42 дня, включительно, т.е. за учетный период в 41 день, абсолютный прирост живой массы во 2, 3 и 4 опытных группах был достоверно выше, по сравнению с контролем, на 2,8; 11,0 и 10,9%, соответственно (таблица 14).

Таблица 14 – Живая масса и абсолютный прирост за опыт по периодам выращивания цыплят-бройлеров, г; % (n=50)

Возраст, дней	Группа			
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная	4 опытная
1	39,9±0,8	39,5±0,7	39,6±0,8	39,4±0,7
7	141,2±2,5	143,9±2,6	152,1±3,4*	151,4±3,2*
14	322,3±6,4	356,6±6,8*	399,5±8,1**	398,8±7,9**
%	100,0	110,6	123,9	123,7
21	646,0±12,2	726,1±13,2*	763,1±15,3**	756,3±15,1**
28	1068,3±21,2	1141,2±22,2*	1205,0±24,2**	1204,9±24,5**
35	1821,8±36,2	1925,0±38,5*	2071,5±40,8**	2068,7±41,4**
42	2357,9±47,2	2420,5±48,4	2612,8±52,3**	2610,1±52,2**
%	100,0	102,7	110,8	108,6
Абсолютный прирост ж.м. за опыт, г	2318,0±46,4	2381,8±47,6	2573,2±51,6**	2570,7±51,4**
%	100,0	102,8	111,0	110,9
Среднесуточный прирост ж.м. за опыт, г	56,54	58,09	62,76	62,70

Примечание: * – разница достоверна по отношению к контролю: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$

Среднесуточный прирост живой массы цыплят-бройлеров за весь опыт в группах 2, 3 и 4 составил, соответственно, 58,09; 62,76 и 62,79 г, и превышал контрольный показатель, соответственно, на 2,7; 11,0 и 10,9% (рисунок 10).

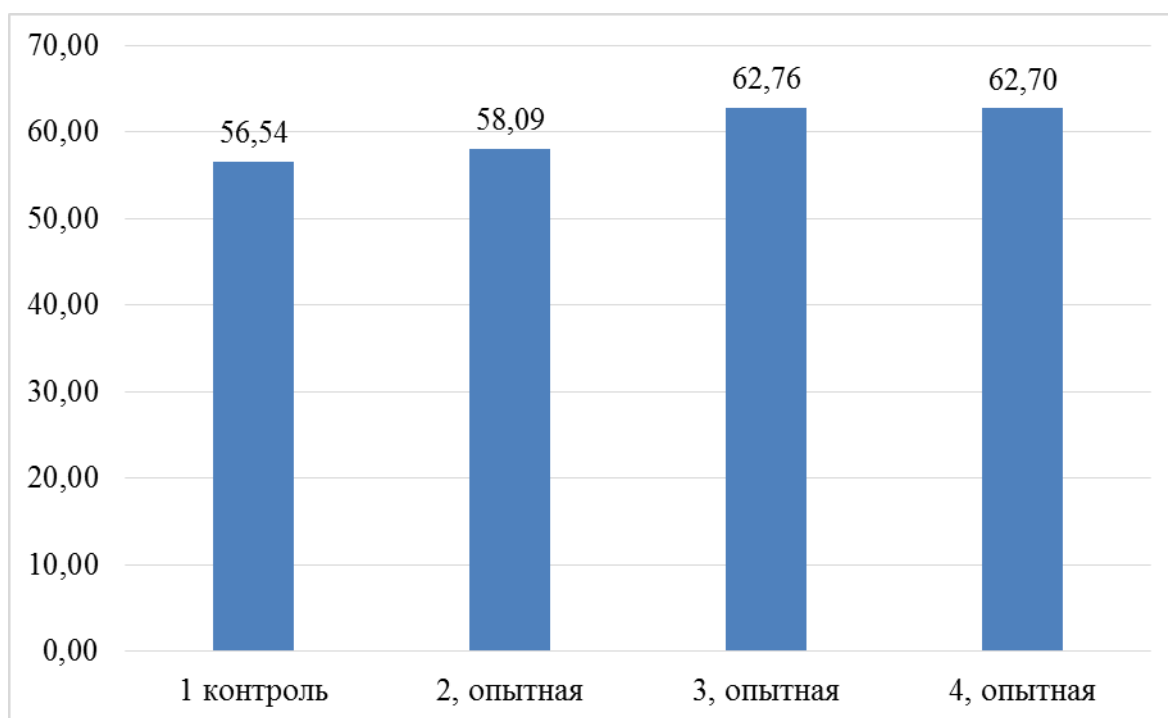


Рисунок 10 – Среднесуточный прирост живой массы цыплят-бройлеров за опыт, г

Во 2, 3 и 4 опытных группах цыплятам-бройлерам было скормлено достоверно меньше корма ($p < 0,05$), чем в контрольной группе, соответственно, на 4,2; 11,5 и 10,9% (рисунок 11).

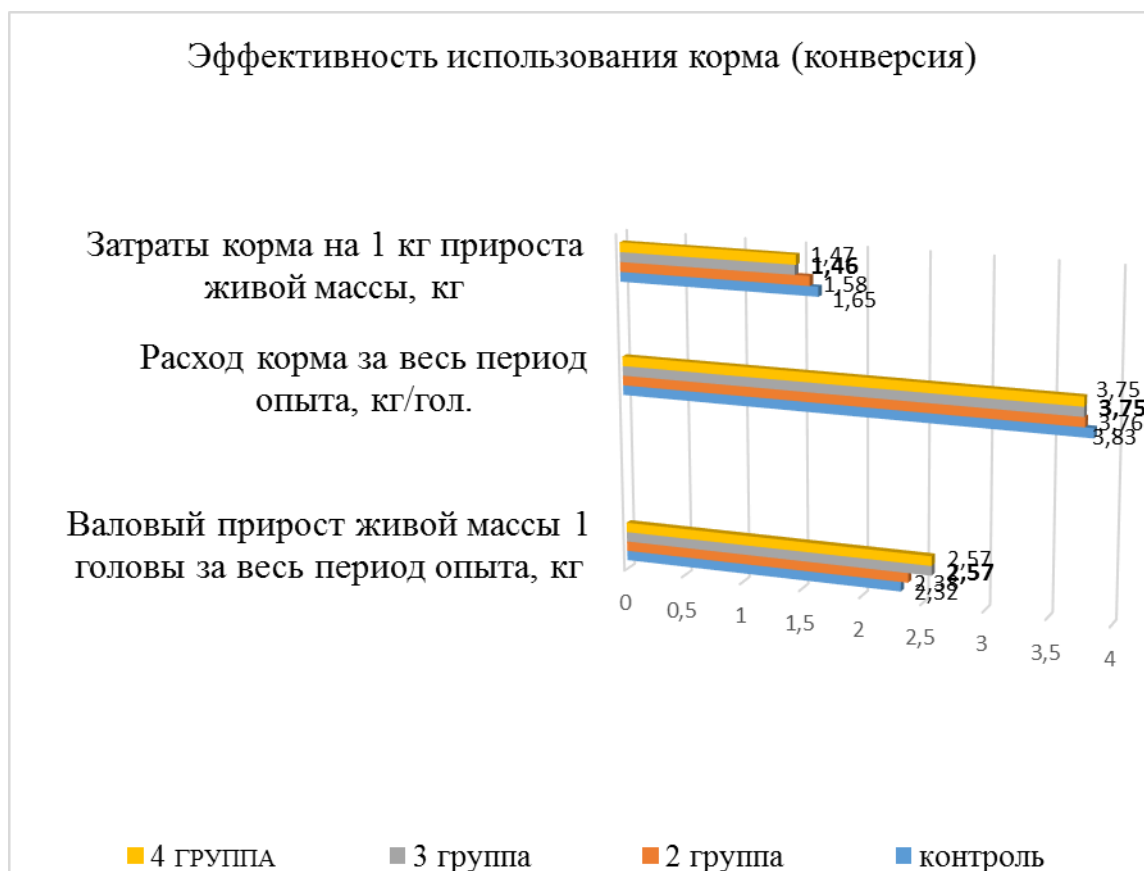


Рисунок 11 – Эффективность расхода корма

Это стало возможным благодаря использованию БВМД «Инновейшн–БАК» для поения в количестве 5,0 мл/10 л питьевой воды в период с 1 до 21 день и 10,0 мл/10 л – с 22 по 37 день выращивания цыплят-бройлеров.

3.3 Развитие микробиома слепых отростков у цыплят-бройлеров в зависимости от возраста

В период научно-производственного опыта, с целью изучения качественного и количественного состава микробиома слепых отростков кишечника в сравнительном аспекте, из контрольной и опытной групп были отобраны по 5 голов цыплят-бройлеров в возрасте 7 и 37. Исследовали

нормофлору (лактобациллы, бифидобактерии, молочные стрептококки, лактококки, условно-патогенную флору (эшерихии, энтерококки, протеи, кандиды и дрожжеподобные грибы фунги) и патогенную микрофлору (сальмонелла, стафилококк, кампилобактер, энтеропатогенные эшерихии, токсигенные клостридии, патогенные бактериоиды и микоплазмы), таблицы 15 и 16.

Таблица 15 – Качественный и количественный состав микробиома цыплят-бройлеров в контрольной группе, n=5

Качественный состав		Возраст, дней	
		7	37
		Количественный состав, КОЕ/г	
Полезная нормофлора			
1	<i>Lactobacillus spp.</i>	1,2*10 ⁵	2,0*10 ⁷
2	<i>Bifidobacterium spp.</i>	2,0*10 ³	5,0*10 ⁸
3	<i>Streptococcus spp.</i>	2,3*10 ⁴	2,0*10 ⁷
4	<i>Lactococcus spp.</i>	5,0*10 ²	3,0*10 ³
Условно-патогенная нормофлора			
5	<i>Escherichia coli</i>	1,3*10 ⁷	2,4*10 ⁶
6	<i>Enterococcus spp.</i>	3,2*10 ⁷	3,6*10 ⁴
7	<i>Proteus spp.</i>	4,5*10 ²	3,0*10 ³
8	<i>Candida spp.</i>	2,0*10	1,0*10 ²
9	<i>Fungi spp.</i>	2,4	3,5*10
Патогенная микрофлора			
10	<i>Salmonella sp.</i>	1,5*10 ²	2,0
11	<i>Staphylococcus spp.</i>	4,0*10 ²	1,0*10 ²
12	<i>Campylobacter sp.</i>	5,0*10 ⁷	3,0*10 ²
13	<i>Enteropathogenic escherichia coli</i>	2,0*10 ⁵	2,0*10 ⁴
14	<i>Toxigenic clostridium spp.</i>	2,0*10 ²	4,0*10 ⁴
15	<i>Bacteroides fragilis</i>	5,2*10 ²	1,2*10 ²
16	<i>Mycoplasma sp.</i>	25,0*10	5,0

Примечание: разница достоверна между результатами по всем 18 компонентам микрофлоры в 7 и 37 дней: $p < 0,001$

Было установлено, что введение в питьевую воду цыплятам-бройлерам опытной группы БВМД «Инновейшн-БАК» из термического кавитационного кислотного гидролизата личинки мухи *Hermetia illucens* L. повлекло существенное изменение качественного и количественного состава полезной, условно-патогенной и патогенной микрофлоры слепых отростков кишечника птицы. Эти существенные изменения в опытной группе, по сравнению с контрольной, касались как нормофлоры (лактобацилл, лактококков,

бифидобактерий), так и условно-патогенной и патогенной микрофлоры.

Таблица 16 – Качественный и количественный состав микробиома цыплят-бройлеров в опытной группе, n=5

Качественный состав		Возраст, дней	
		7	37
		Количественный состав, КОЕ/г	
Полезная нормофлора			
1	<i>Lactobacillus spp.</i>	5,0*10 ⁶	2,6*10 ⁹
2	<i>Bifidobacterium spp.</i>	5,0*10 ³	2,0*10 ¹⁰
3	<i>Streptococcus spp.</i>	2,3*10 ⁴	1,2*10 ⁸
4	<i>Lactococcus spp.</i>	5,0*10 ²	4,5*10 ⁵
Условно-патогенная нормофлора			
5	<i>E. coli</i>	4,3*10 ⁶	1,2*10 ⁴
6	<i>Enterococcus spp.</i>	3,2*10 ⁶	3,6*10 ²
7	<i>Proteus spp.</i>	1,5*10 ²	1,0*10
8	<i>Candida spp.</i>	10	5
9	<i>Fungi spp.</i>	1,5	0,0
Патогенная микрофлора			
10	<i>Salmonella spp.</i>	2,0	0,0
11	<i>Staphylococcus spp.</i>	2,7	1,0
12	<i>Campylobacter spp.</i>	1,2*10 ⁵	10,0
13	<i>Enteropathogenic escherichia coli</i>	2,4*10 ²	2,1
14	<i>Toxigenic clostridium spp.</i>	1,7	0,0
15	<i>Bacteroides fragilis</i>	1,2*10 ²	1,4
16	<i>Mycoplasma spp.</i>	2,2*10	0,0

Примечание: разница достоверна между результатами по всем 18 компонентам микрофлоры в 7 и 37 дней: $p < 0,001$

В возрасте 37 дней количество колониеобразующих единиц (КОЕ) полезной микрофлоры *Lactobacillus spp.*, *Bifidobacterium spp.*, *Streptococcus spp.*, *Lactococcus spp.*, *Bacteroidetes spp.* на 1 г содержимого слепых отростков, как в контроле, так и в опытной группе, было достоверно больше по сравнению с 7 дневным возрастом, соответственно, на 2 и 3; 5 и 7; 3 и 4; 1 и 3; 3 и 4 порядка.

Соотношение полезной микрофлоры в слепых отростках в контрольной и опытной группах отражено на рисунке 12.

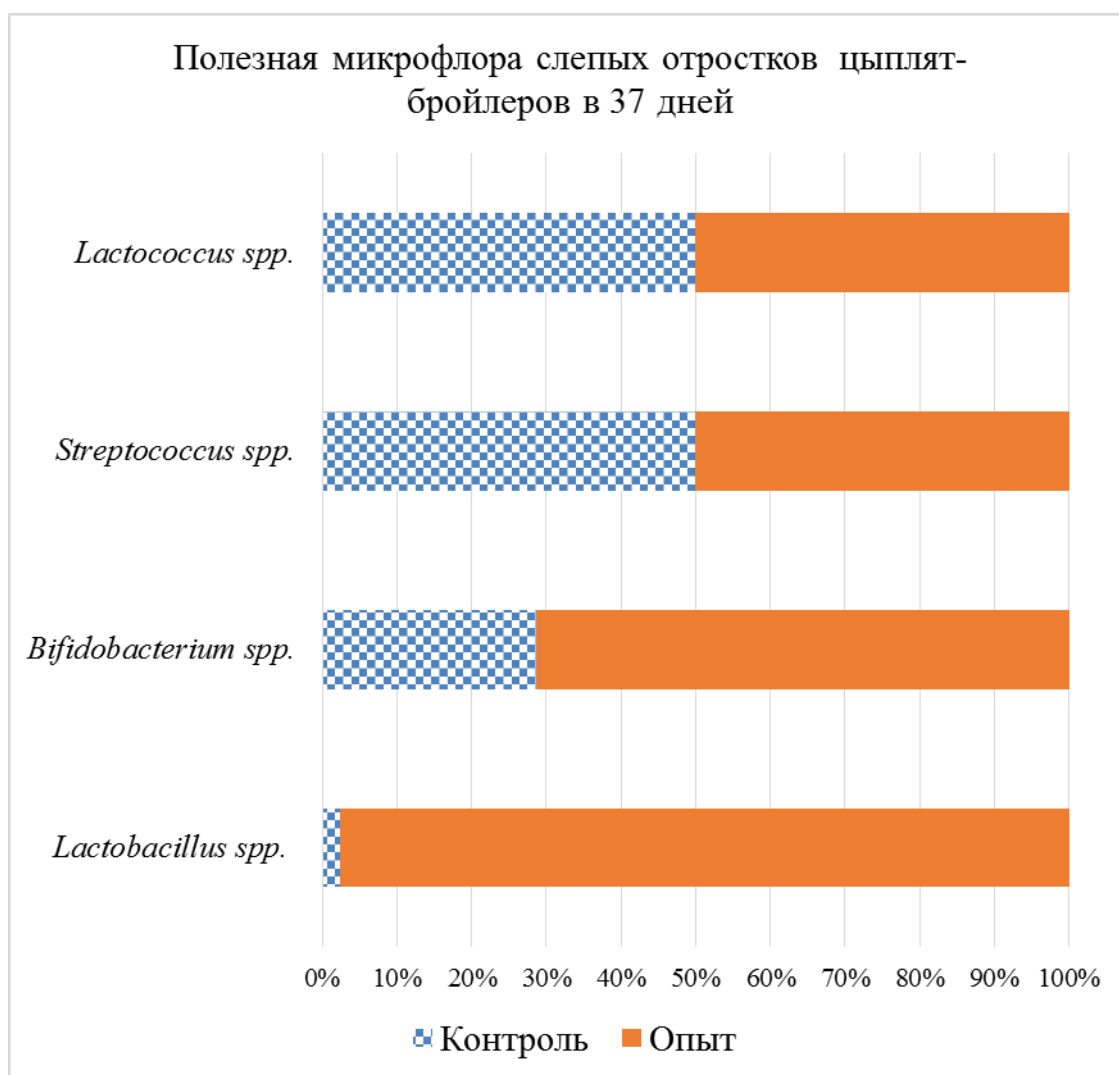


Рисунок 12 – Соотношение полезной микрофлоры в слепых отростках

Количество пяти видов условно-патогенной микрофлоры снизилось от недельного до 37 дневного возраста, как в контроле, так и в опытной группе, соответственно, в 10 и 100 (*E. coli*), 1000 и 10000 (*Enterococcus spp.*), 10 и 10 (*Proteus spp.*), 10 и 2 (*Candida spp.*), 15 и 1,5 (*Fungi spp.*) раза.

Патогенная микрофлора (*Salmonella spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Campylobacter spp.*, *Enteropathogenic escherichia coli*, *Toxigenic clostridium spp.*, *Bacteroides fragilis*, *Mycoplasma spp.*) существенно снизилась, от нескольких десятков до отсутствия колониеобразующих единиц к 37 дню, по сравнению с 7 дневным возрастом. Введение в питьевую воду БВМД «Инновейшн-БАК» оказало положительный эффект на снижение содержания патогенов в слепых отростках кишечника.

Таким образом, за счет большего количества полезной микрофлоры в слепых отростках цыплят-бройлеров опытной группы, была обеспечена устойчивость к заболеваниям и реализация генетического потенциала кросса.

Иммунный статус бройлеров опытной группы оказался существенно выше.

Отечественные и зарубежные исследователи также описывают иммунопротекторное действие продуктов переработки личинок *Hermetia illucens* L. через коррекцию микробиома (Т. Spranghers, J. Michiels, J. Vrancx, 2018; Y. Choi, J. Kim, H. Jun, 2020; M. Crosbie, 2020).

3.4 Результаты выращивания цыплят-бройлеров в научно-производственном опыте

В результате проведенного научно-производственного опыта применения белково-витаминно-минеральной добавки для поения сельскохозяйственных животных и птицы в опытной группе, по периодам роста, и в сравнении с контрольной группой без добавки к питьевой воде, сохранность бройлеров за шесть недель откорма по группам была на высоком уровне, соответственно, 97,0 и 98,0% (таблица 17).

Таблица 17 – Сохранность бройлеров, n=8000

Показатель	Группа	
	1 контрольная	2 опытная
Пало голов 1–7 дней	144	129
Пало голов 8–14 дней	85	28
Пало голов 15–42 дня	16	10
Пало голов всего	245	167
Сохранность, %	97,0	98,0

Птица обеих групп к концу выращивания достигла живой массы, соответствующей требованиям стандарта кросса «COBB 500 FF».

В результате научно-производственного опыта в опытной группе цыплят-бройлеров, получавших БВМД «Инновейшн–БАК» в количестве 0,5

л/т в течение первых трех недель и 1,0 л/т с 22 по 37 день живая масса в опытной группе в 42 дня была выше контроля на 10,6% (таблица 18).

Таблица 18 – Живая масса цыплят-бройлеров и ее абсолютный прирост, г (%) (n=100 учетных)

Период роста, дни		Группа	
		1 контрольная	2 опытная
1		45,3±0,9	44,8±0,8
7		148,4±3,0	160,3±3,2*
14		330,7±6,6	375,3±7,5**
21		699,5±14,0	802,3±16,0**
28		1097,3±21,9	1272,9±25,5**
35		1954,8±39,1	2198,4±44,0**
42		2352,7±50,3	2602,6±52,1**
%		100	111,5
Абсолютный прирост живой массы за весь опыт	г	2307,4±46,1	2557,8±51,2**
	%	100,0	110,85

Примечание: * – разница достоверна по отношению к контролю: * – $p < 0,05$;

** – $p < 0,01$

В опытной группе живая масса цыплят-бройлеров достоверно превышала контроль за первую неделю на 8,0%; за 2 недели живая масса в опытной группе превысила контрольную на 13,5%; в возрасте 3 недели – на 14,7%; в 28 дней – на 16,0%; в 35 дней – на 12,5%; в 42 дня – на 10,6% ($p < 0,01$).

Абсолютный прирост живой массы за весь опыт в опытной группе, где цыплята-бройлеры получали белково-витаминно-минеральную добавку, был достоверно выше контроля на 10,8%.

За весь период опыта среднесуточный прирост живой массы цыплят-бройлеров в опытной группе был на 6,1 г. (10,8%) выше, по сравнению с контролем, рисунок 13.

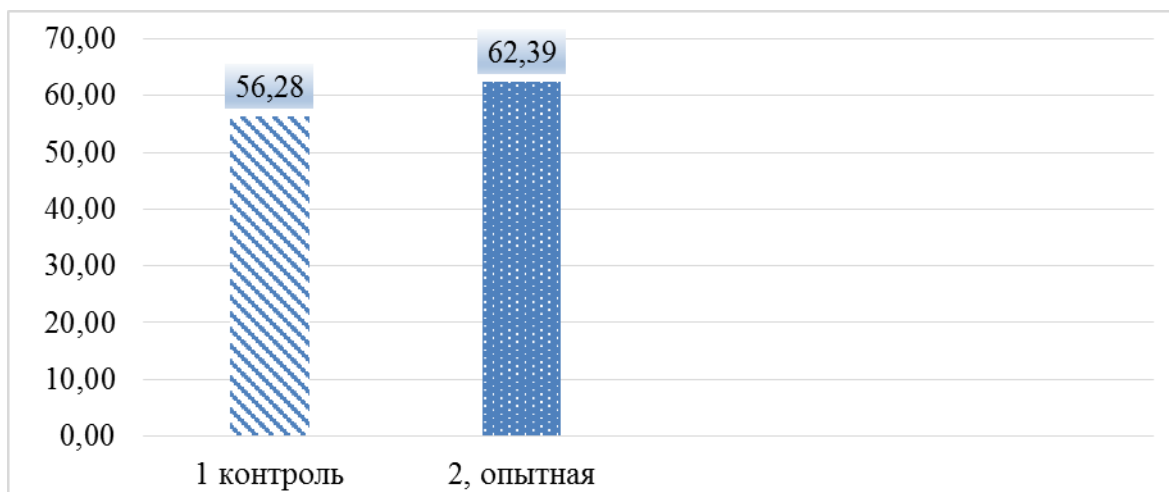


Рисунок 13 – Среднесуточный прирост цыплят-бройлеров в научно-производственном опыте, г

В опытной группе цыплятам-бройлерам на 1 кг прироста живой массы было скормлено корма на 110 г больше, чем в контрольной группе.

Конверсия корма повысилась в опытной группе на 7,9% (рисунок 14).

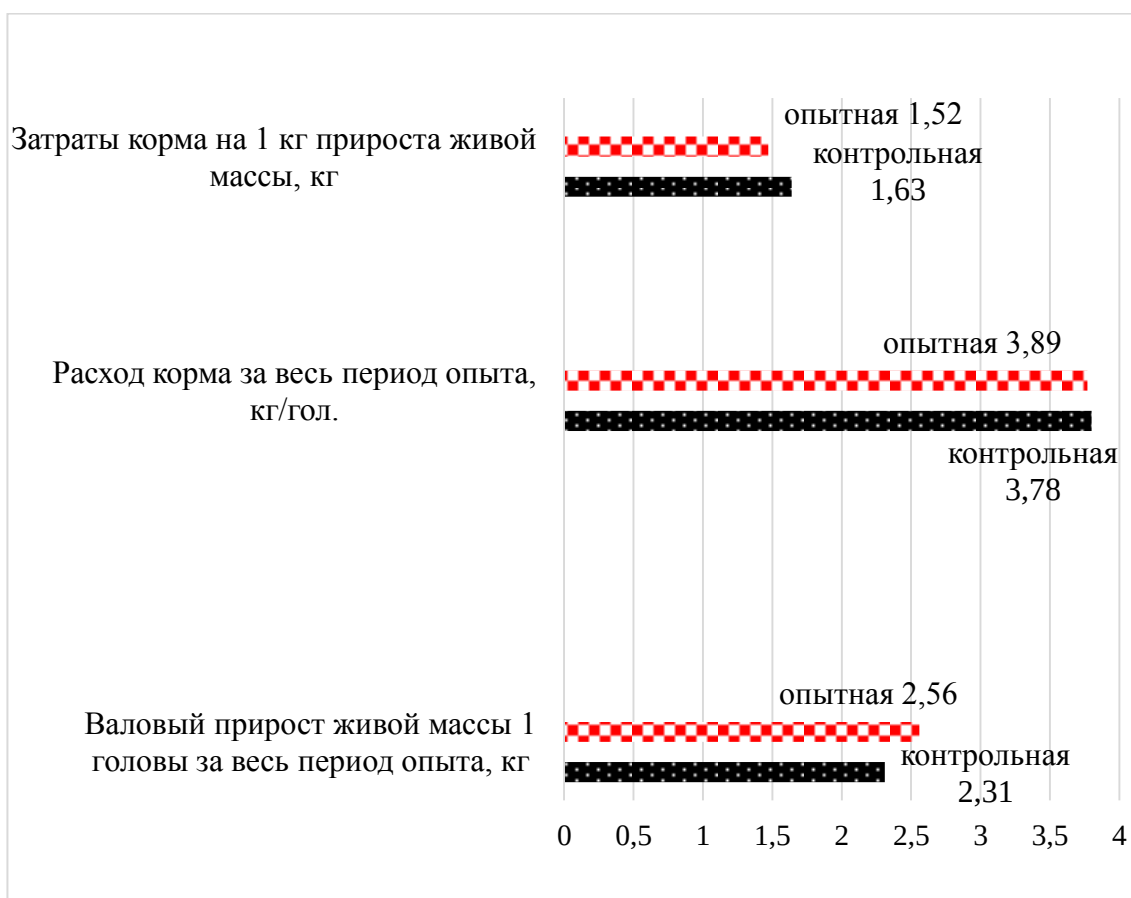


Рисунок 14 – Эффективность расхода корма (конверсия в живую массу), выраженная в кг корма на 1 кг прироста живой массы

3.5 Результаты исследования крови

Результаты исследований общего анализа крови, взятой в 7 и 37 дневном возрасте, за 5 дней до забоя, у цыплят-бройлеров из опытной группы установлены достоверные различия с контролем по всем показателям $p < 0,01$. По гемоглобину и количеству эритроцитов показатели выше в 7 и 37 дней, соответственно, на 10,3 и 19,2%; 7,5 и 28,1%. В семидневном возрасте, в сравнении с тридцати семидневным, как в контрольной, так и в опытной группе уровень гемоглобина в цельной крови был выше, соответственно, на 9,6 и 12,3% (таблица 19).

Таблица 19 – Гематологические показатели цыплят-бройлеров, $M \pm m$, $n=5$

Показатель	Группа				Рефе- ренсные значения ¹
	1 контрольная		2 опытная		
	Возраст, дней				
	7	37	7	37	
Гемоглобин цельной крови, г/л	87,84±1,2	80,12±1,3	96,88±1,1**	86,25±1,1**	75,0–120,0
Эритроциты, 10 ¹² /л	2,55±0,05	2,78±0,04	3,04±0,08**	3,56±0,04**	2,5–4,0
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	21,6±0,3	34,3±0,6	18,4±0,2**	30,2±0,6**	8,0–40,0
в т.ч. лимфоциты, 10 ⁹ /л	8,0±0,2	12,1±0,2	11,2±0,2**	14,0±0,3**	4,2–14,0

Примечание: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$ разница достоверна по отношению к контролю для 7 и 37 дневного возраста

У цыплят-бройлеров обеих групп в 7 и 37 дней лейкоцитарный уровень был в пределах физиологической нормы. Лейкоциты увеличивались количественно с возрастом и с достоверной разницей на сокращение в опытной группе по сравнению с контролем, соответственно, на 38,1 и 40,2% ($p < 0,01$). У цыплят-бройлеров опытной группы как в 7, так и в 37 дней, по данным лейкограммы, было меньше лимфоцитов, по сравнению с контролем, соответственно, на 19,0 и 33,3% ($p < 0,05$). Это свидетельствует о лучшей устойчивости организма животных в опытной группе.

Анализ биохимических показателей сыворотки крови в обеих группах подтвердил нормальное течение обменных процессов и физиологическое

состояние птицы в 7 дней и, за 5 суток до завершения опыта, в 37 дней (таблица 20).

Таблица 20 – Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров, n=5

№ п/п	Показатель	Группа				Рефе ренсные значения
		1 контрольная		2 опытная		
		7 дней	37 дней	7 дней	37 дней	
1	Бактерицидная активность сыворотки (БАСК) %	7,4±1,8	37,8±3,2	24,0±1,5**	56,4±2,1**	5,0-60,0
2	Лизоцимная. активность сыв-ки крови (ЛАСК) %	33,0±0,3	44,0±0,6	42,0±0,5**	48,0±0, 4*	30,0-80,0
3	ЦИК сыворотки (циркулирующие иммунные комплексы), у.е.	1,1±0,04	43,16±0,15	7,7±0, 5**	55,44±0,12**	0,1 –120,0
4	Мочевина, ммоль/л	2,3±0,02	1,5±0,05	1,6±0,03*	1,3±0,02*	1,0-7,1
5	Общий белок плазмы, г/л	38,8±0,2	42,6±0,4	43,9±0,7*	48,8±0,2*	21,0-59,0
6	в т.ч. альбумины, г/л	21,5±0,4	22,7±0,6	25,3±0,3*	32,3±0,2**	13,0-36,0
7	в т.ч. глобулины, г/л	17,3±0,3	19,9±0,8	18,6±0,2*	25,5±0,7*	10,0-30,0
8	Белковый индекс (А/Г)	1,2	1,1	1,4	1,3	0,6 –1,5
9	АсАТ, ед/л	116,7±5,4	145,7±10,5	111,5±6,5*	128,8±12,8*	110-220
10	АлАТ, ед/л	11,2±2,1	25,4±2,7	8,4±1,7*	18,1±1,9*	5,0-36,0
11	Глюкоза плазмы, ммоль/л	5,1±0,1	6,1±0,4	6,2±0,1*	7,0±0,1*	3,4-7,5
12	Общий кальций плазмы, ммоль/л	2,16±0,04	3,05±0,02	3,44±0,04**	3,98±0,03**	2,15-8,75
13	Фосфор плазмы неорганич, ммоль/л	1,54±0,1	2,54±0,02	2,15±0,1**	3,06±0,1**	1,2-3,4
14	Отношение Са / Р	1,4	1,2	1,6	1,3	1,1-1,6
15	Каротин плазмы, мкг/л	122,6±11,9	143,2±12,5	224,3±10,8**	285,3±15,2**	30,0-300,0

Примечание: * – p < 0,05, ** – p < 0,01 разница достоверна

При исследовании концентрации ЦИК в сыворотке крови цыплят-бройлеров в 7 и 37 дней установлено, что циркулирующие иммунные комплексы в опытной группе превышали контроль на 6,6 у.е. в 7 дней и на

12,3 у.е. в 37 дней. ЦИК состоят из специфических иммуноглобулинов, компонентов комплемента и антигена, что свидетельствует об активации неспецифического компонента иммунной системы у птицы о повышении элиминирующей способности антител и снижении антигенной нагрузки на организм птицы. Бактерицидная активность сыворотки крови (БАСК) в опытной группе была выше контроля на 16,6 и 18,6%, соответственно, в 7 и 37 дней. У бройлеров из опытной группы, по сравнению с контрольной, было обнаружено статистически значимое увеличение лизоцимной активности сыворотки крови (ЛАСК), который обеспечивает превентивную защиту организма птицы от нежелательных микробных агентов. Лизоцимная активность сыворотки крови (ЛАСК) в опытной группе была выше контроля на 27,3 и 9,1% в возрасте 7 и 37 дней, соответственно.

Таким образом, эти данные подтверждают активацию иммунитета у цыплят-бройлеров опытной группы по сравнению с контролем. Мочевина крови как индикатор затрат белкового фонда организма бройлеров отражал баланс между скоростью ее синтеза в печени и скоростью выведения почками с мочой. По полученным результатам показатели мочевины в контроле и опыте не превышали референсных значений.

Подтвердился высокий статус питания и метаболизма за период откорма цыплят-бройлеров как в опытной, так и в контрольной группе, судя по концентрации общего белка сыворотки крови. При этом в опытной группе уровень общего белка был выше на 13,1% в 7 ($p < 0,05$) и на 14,6% в 37 дней ($p < 0,05$). В ходе исследования было выявлено увеличение концентрации общего белка, альбуминов и глобулинов. Белковый индекс (А/Г) был выше в опытной группе на 16,7 и 18,2%, соответственно, в 7 и 37 дней, по сравнению с контролем. Это указывает на более интенсивные анаболические процессы в организме опытной группы птиц. АсАТ и АлАТ находилось в пределах референсных значений, что указывает на отсутствие разрушения клеток сердца и печени; оптимальное удовлетворение потребности в питательных веществах, включая витамины и минералы. Результаты исследования

сывороточной активности аспаратаминотрансфераз и аланинаминотрансфераз в опытной группе, по сравнению с контрольной группой, указывают на гепатопротекторное действие белково-витаминно-минеральной добавки для поения сельскохозяйственных животных и птицы. Повышение уровня глюкозы в крови опытной группы указывает на интенсификацию обменных процессов, требующих затрат энергии. Исследование уровня общего кальция в плазме крови контрольных и опытных цыплят-бройлеров в возрасте семи и тридцати семи дней показало, что в семь дней у них уровень кальция был ниже, чем у тридцати семи дневных. В опытной группе было обнаружено большее количество фосфора ($p < 0,01$). Плазма крови опытных цыплят-бройлеров в 7 и 37 дней была богаче каротином по сравнению с контролем, соответственно на 34,4% и 38,1%. Это подтверждает, что организм бройлеров из опытной группы лучше обеспечен витамином А.

3.6 Переваримость питательных веществ рациона

В рамках физиологического опыта на цыплятах-бройлерах контрольной и опытной групп (по 5 особей) получены результаты исследования переваримости сухого вещества, сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира рациона, включающего, соответственно, питьевую воду без добавок и с БВМД «Инновейшн-БАК» из кавитационного гидролизата личинок *Hermetia illucens* L., определенной в период с 30 по 37 день. У бройлеров опытной группы установлены более высокие, по сравнению с контролем, показатели переваримости сухого вещества – на 3,6%, сырого протеина – на 5,2%, сырой клетчатки – на 4,1%, сырого жира – на 7,5%. Таким образом, лучшая переваримость питательных веществ рациона была достигнута в опытной группе, где в питьевую воду цыплятам-бройлерам была добавлена через медикатор Dosatron D25 БВМД «Инновейшн-БАК» (рисунок 15).

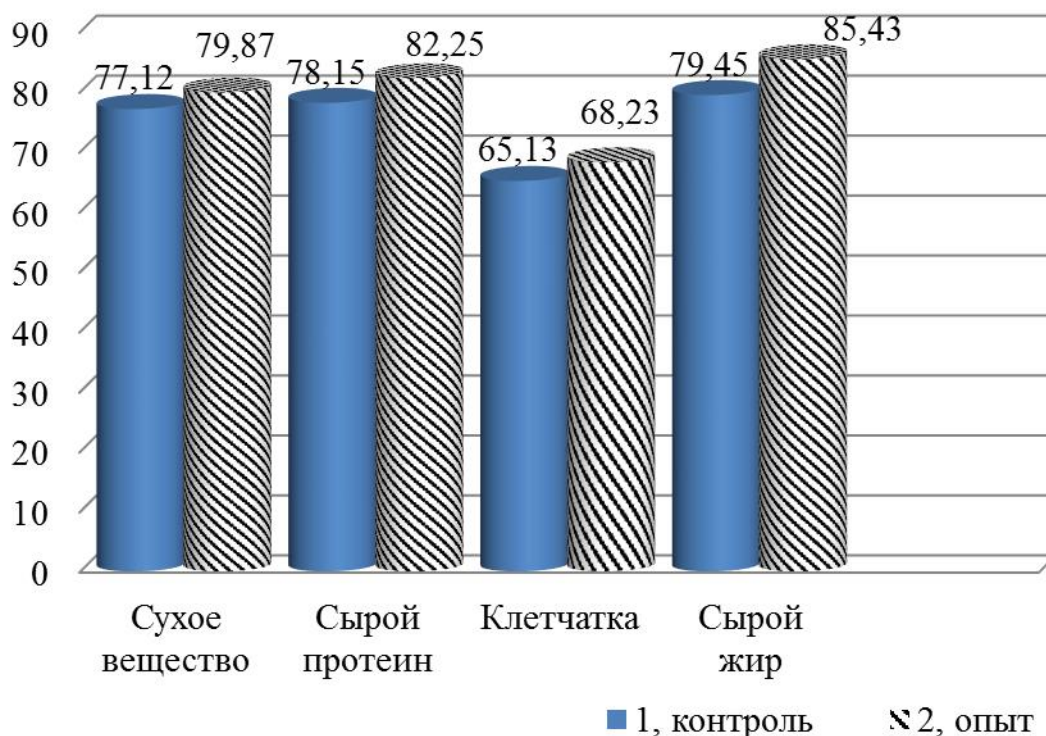


Рисунок 15 – Переваримость питательных веществ рациона цыплят-бройлеров, %

По результатам исследований авторов, А.Р. Горбулиной, К.Г. Кузнецовой и А.П. Письменной (2023) усвояемость белка из личинок составляет 90,0 – 95,0%, что значительно выше показателей белков растительного происхождения.

Аналогичные результаты исследования переваримости описаны М. Ottoboni, T. Sprangers, L. Pinotti (2017).

3.7 Результаты контрольного забоя цыплят-бройлеров

В результате контрольного забоя цыплят-бройлеров в 42 дня установлено, что выпойка БВМД «Инновейшн-БАК» цыплятам-бройлерам опытной группы способствовала, по сравнению с контролем, увеличению массы потрошеной тушки на 9,3% ($p < 0,01$) при одинаковом убойном выходе в группах (таблица 21).

Таблица 21 – Убойные показатели цыплят-бройлеров, n = 5

Показатель	Группа	
	1 контрольная	2 опытная
Живая масса в 42 дня, г	2352,7±50,3	2602,6±52,1**
Живая масса перед убоем, г	2308,1±45,6	2522,3±50,6**
Масса потрошеной тушки, г	1686,8±33,7	1844,3±36,8**
Убойный выход потрошеной тушки, %	73,1	73,1
Удельный вес основных мышц к массе потрошеной тушки, %:		
грудные	29,5	33,7
бедренные	26,4	26,2
голени	15,6	15,1
шеи, туловища и крыльев	6,0	5,0
Итого: мясо без костей и жира	77,5	80,0
кости и сухожилия	16,3	15,0
кожа с абдоминальным жиром	3,0	2,4
висцеральный жир	2,6	2,1
техзачистки	0,6	0,5
Показатель мясности (отношение массы мышц к массе костей и сухожилий)	4,7	5,3

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$

Показатель мясности, который зависит от наиболее ценной части мяса (мышц), в опытной группе был существенно выше на 7,3%, что указывает на более высокие мясные качества бройлеров опытной группы.

Установлены достоверно выше масса сердца на 7,7%; печени – на 20,6%; селезенки – на 8,3%; железистого желудка – на 11,5%; мышечного желудка – на 43,6%; почек – на 10,6% и кишечника – на 27,3% в опытной группе по сравнению с контрольной (таблица 22).

Таблица 22 – Масса органов в г; в % к предубойной массе, n= 5

Показатель	1 контрольная	2 опытная
Сердце, г	18,1±0,4	19,5±0,4**
% к предубойной массе	0,78	0,77
Печень, г	57,4±1,1	69,2±1,4**
% к предубойной массе	2,4	2,7
Селезенка, г	4,8±0,1	5,2±0,1
% к предубойной массе	0,2	0,2
Почки, г	16,0±0,3	17,7±0,4*
% к предубойной массе	0,7	0,7
Железистый желудок, г	7,8±0,2	8,7±0,2
% к предубойной массе	0,3	0,3
Мышечный желудок, г	48,4±1,0	69,5±1,4**
% к предубойной массе	2,1	2,7
Кишечник, г	224,2±4,5	285,5±5,7*
% к предубойной массе	9,7	11,3

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$

3.8 Химический состав фарша из мышц бедра, голени и грудки

Для проведения анализа химического состава мяса бескостного цыплят-бройлеров был использован фарш, полученный из мышц бедра, голени и грудки, который был объединен в одну пробу (таблица 23).

Таблица 23 – Химический состав фарша из объединенной пробы мышц, n=5

Показатель (в натуральном веществе)	Группа	
	1 контрольная	2 опытная
Влага, %	75,2±0,1	74,0±0,2*
Сырой протеин (N*6,25), %, в т.ч. небелковая фракция сырого протеина	20,8±0,1	21,7±0,1*
Триптофан, мг/100 г сырого мяса	2,2±0,3	1,9±0,4
Оксипролин, мг/100 г сырого мяса	258,0	324,0
Белковый качественный показатель (БКП)	49,6	57,9*
Сырой жир, %	5,2	5,6*
Зола, %	2,87±0,3	2,92±0,4
	0,9±0,1	1,0±0,1

Примечание: * - $p < 0,05$

Белковый качественный показатель (БКП) в опытной группе был выше по сравнению с контрольной группой на 7,7%, что послужило доказательством превосходства опытной группы по содержанию в мясе полноценных белков по сравнению с неполноценными.

Аминокислотный состав общей пробы фарша опытной группы цыплят-бройлеров имел некоторые различия по отношению к контрольной группе.

Содержание незаменимых аминокислот: лизина, триптофана, метионина +цистина, валина, треонина, лейцина, изолейцина+фенилаланина в мясе цыплят-бройлеров опытной группы было выше контроля на 11,5%.

В опытной группе было больше критической аминокислоты, лизина, на 13,2%. Заменимых аминокислот на 4,8% было больше в контрольной группе, по сравнению с опытной ($p < 0,05$).

По сравнению с контрольной группой в опытной группе было на 4,2% больше заменимых аминокислот (таблица 24).

Таблица 24 – Аминокислотный состав общей пробы фарша (грудка, бедро, голень), в % от сырого протеина, n=5

Аминокислота	Группа	
	1 контрольная	2 опытная
Незаменимые аминокислоты, %	38,8±0,2	44,6±0,1**
в том числе:		
Лизин	6,8±0,1	7,7±0,2*
Триптофан	1,1±0,2	1,2±0,2
Метионин	2,6±0,1	2,8±0,1
Цистин	1,0±0,1	2,5±0,1*
Валин	4,5±0,2	4,8±0,1
Треонин	3,8±0,1	4,6±0,1*
Лейцин	7,0±0,1	7,8±0,1*
Изолейцин	5,2±0,1	6,0±0,1*
Фенилаланин	3,7±0,1	3,7±0,1
Тирозин	3,1±0,1	3,5±0,1
Заменимые аминокислоты, %	50,4±0,2	52,5±0,2*
в том числе:		
Гистидин	2,3±0,1	2,8±0,1*
Аргинин	6,0±0,2	6,4±0,2
Глицин	5,5±0,2	5,4±0,2
Аспарагиновая кислота	10,7±0,2	10,8±0,2
Глутаминовая кислота	17,2±0,1	15,8±0,1*
Серин	3,1±0,2	3,8±0,2
Аланин	3,8±0,2	3,5±0,2
Пролин	3,8±0,2	4,0±0,1

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$

Содержание макро- и микроэлементов в объединенных пробах мяса бескостного грудных мышц, бедра и голени тушек цыплят-бройлеров не различалось достоверно в опытной и контрольной группах.

В кормлении цыплят-бройлеров калий, фосфор, сера, магний, натрий и кальций относятся к макроэлементам, играющим важную роль в поддержании жизнедеятельности, роста, обмена веществ.

Среди них содержание калия достоверно больше, по сравнению с другими элементами ($p < 0,001$). Калий сконцентрирован в клетках мышечной ткани сердца, в тканях мозга и в эритроцитах крови; участвует в осмотических и биохимических процессах, действует как активатор многих ферментов, поддерживает кислотно-щелочное равновесие в организме (таблица 25).

Таблица 25 – Минеральный состав объединенной пробы мышц (грудка, бедро, голень) цыплят-бройлеров натуральной влажности, n=5

Показатель	Единицы измерения	Группа	
		1 контрольная	2 опытная
Калий	г/кг	3,45±0,11	3,43±0,11
Фосфор	г/кг	1,87±0,09	1,86 ±0,08
Сера	г/кг	1,86±0,09	1,85±0,08
Магний	г/кг	0,84±0,02	0,83±0,05
Натрий	г/кг	0,55±0,04	0,57±0,04
Кальций	г/кг	0,08±0,02	0,09±0,03
Цинк	мг/кг	36,10±1,20	34,50±1,20
Железо	мг/кг	15,80±0,90	15,60±1,00
Медь	мг/кг	7,80±0,40	7,30±0,50
Марганец	мг/кг	0,34±0,06	0,35±0,04
Селен	мг/кг	0,32±0,02	0,33±0,01
Йод	мг/кг	0,60±0,01	0,62±0,01

Натрий играет важную роль в поддержании тонуса мышечной ткани и регуляции водно-солевого обмена (В.А. Медведский, М.В. Базылев, Л.П. Большакова, Х.Ф. Мунаяр, 2016). Сера входит в число макроэлементов, наряду с кальцием, фосфором, магнием, калием, натрием, хлором и другими. Фосфор в основном находится в костной ткани, однако и в мясе его достаточно много (1,87±0,09 г/кг).

Кальций участвует в развитии и минерализации костей, метаболизме других элементов, гомеостазе крови, энергетическом обмене и других биологических процессах.

Сера является компонентом аминокислот (метионин, цистеин), необходимых для синтеза белка – основы мышечной ткани. Магний участвует в метаболизме аминокислот, липидов и сахаров, регулирует минерализацию костей, обмен кальция, фосфора и витамина D.

3.9 Технологические свойства и показатели безопасности мяса

Не установлено существенных различий между контрольными и опытными показателями технологических свойств мяса цыплят-бройлеров.

Они соответствовали межгосударственному стандарту ГОСТ 31470-2012.

Кислотность (рН) мышц может изменяться из-за накопления молочной кислоты в тканях мышц тушек бройлеров в процессе созревания мяса.

Через сутки после забоя рН мяса цыплят-бройлеров в обеих группах была в допустимых пределах межгосударственного стандарта (5,9), чем были обеспечены его качество, вкус и текстура.

В мышцах тушек птицы вода находится в свободном и связанном состояниях.

Гидратно связанная вода составляет 6–15% от массы мышечной ткани и прочно удерживается химическими компонентами клетки.

В процессе исследования влагосвязывающей способности (ВСС) в опыте и в контроле установлена высокая степень связи белка мяса с иммобилизованной и свободной водой, определяющей сочность, консистенцию, пластичность, напряжение среза и качество фарша.

Мышцы тушек обеих групп были плотной консистенции, упругие, влажные на разрезе, светло-розового цвета, при надавливании пальцем ямка исчезала в течение 4 секунд.

Отсутствие аммиака и солей аммония, количество гидроокиси калия, и положительная реакция на пероксидазу в соответствии с слабокислой рН, соответствовали свежему мясу.

Установлена невысокая увариваемость (У) у обеих групп, а кулинарно-технологический показатель (ВСС/У), определяющий качество мяса при технологической и кулинарной обработке, в обеих группах был оптимальным, 1,8 и 1,9%, соответственно, в контроле и опыте.

Проведены аналитические исследования на содержание токсичных веществ, тяжелых металлов, таких как свинец, мышьяк, кадмий и ртуть, а также патогенных и условно патогенных микроорганизмов и генетически модифицированных источников (ГМИ) в бескостном мясе цыплят-бройлеров кросса «СОВВ 500 FF» (таблица 26).

Таблица 26 – Технологические показатели и безопасность
мяса бескостного, n=5

Показатель	Допустимый уровень по действующим национальным стандартам	Группа	
		1 контрольная	2 опытная
Технологические показатели мяса			
Кислотность, pH	–	5,9	5,9
Влагосвязывающая способность (ВСС), %	–	62,8±0,3	63,2±0,5
Увариваемость (У), %	–	34,5	33,8
Летучие жирные кислоты (мг КОН/г)	–	3,49 ± 0,05	3,42 ± 0,05
Реакция на пероксидазу	–	+	+
Содержание аммиака и солей аммония	–	–	–
Кулинарно-технологический показатель (ВСС/У)	–	1,8	1,9
Энергетическая ценность, МДж в 1 кг	–	8,5±0,2	8,6±0,3
Показатели безопасности			
Массовая доля общ. фосфора, %	≤0,2	0,15	
Свинец, мг/кг	≤0,1	0,058±0,02	
Мышьяк, мг/кг	≤0,1	< 0,0025*	
Кадмий, мг/кг	≤0,03	< 0,01*	
Ртуть, мг/кг	≤0,01	< 0,005*	
Левомецитин, (мг/кг)	<0,0003	< 0,0003*	
Тетрациклиновая группа (ед./г)	<0,01	не обнаружены	
ГХЦГ (α, β, γ-изомеры), мг/кг	≤0,01	< 0,004*	
ДДТ и его метаболиты, мг/кг	≤0,01	< 0,005*	
Другие пестициды	не допуск.	не обнаружены	
КМАФАнМ, КОЕ/г	≤1,0х10 ⁵	2,8х10 ²	2,0х10 ²
БГКП (колиформы) в 0,01 г	не допуск.	не обнаружены	
Сальмонеллы в 25,0 г	не допуск.	не обнаружены	
<i>L. monocytogenes</i> в 25 г	не допуск.	не обнаружены	
Бактерии р. <i>Proteus</i> , в 1,0 г	не допуск.	не обнаружены	
ГМИ (по ГОСТ Р 52173, ГОСТ Р 52174)	не допуск.	не обнаружены	

Примечание: * – ниже пределов обнаружения метода

Результаты показали, что содержание этих веществ не превышает допустимые пределы или находится ниже порога обнаружения метода.

Все образцы общего фарша, полученные из грудки, бедра и голени цыплят-бройлеров, соответствовали установленным нормам для мяса птицы.

3.10 Дегустационная оценка мяса и бульона

В ходе органолептического исследования нами было установлено, что тушки опытной птицы, беловато-желтоватого цвета, были обескровлены в достаточной степени, отличались чистотой и сухой поверхностью, без пера, пуха, пеньков и повреждений.

Дегустационная оценка мяса и бульона от цыплят-бройлеров контрольной и опытной групп (n=5) на соответствие нормативным требованиям стандарта была проведена в соответствии с ГОСТ 9959-2015 по 9-ти бальной шкале.

При проведенной оценке вареного мяса цыплят-бройлеров установлено преимущество органолептических показателей опытной группы.

Введение в питьевую воду цыплятам-бройлерам кросса «СОВВ 500 FF» опытной группы белково-витаминно-минеральной добавки «Инновейшн-БАК» из гидролизированных личинок африканской мухи черная львинка (*Hermetia illucens* L.) положительно повлияло на дегустационные показатели, выраженные в баллах (таблица 27).

Таблица 27– Дегустационная оценка мяса и бульона бройлеров, n=5

Органолептические показатели	Группа	
	1 контрольная	2 опытная
Мясо		
Вкус, запах	8,3	8,9*
Жесткость	7,1	8,5*
Сочность	7,8	8,7*
Сумма баллов	23,2	26,1*
Бульон		
Вкус, запах	8,7	9,0*
Цвет	8,5	9,0*
Наваристость	7,5	8,4*
Сумма баллов	24,7	26,4*

Примечание: * – $p < 0,05$

В опытной группе отмечено улучшение качественных дегустационных показателей, как мяса, так и бульона.

Дегустационная оценка по мясу была лучше, по сравнению с контролем, на 12,5%, по бульону – на 6,9%.

А.А. Basharov, Je.M. Andrijanova, I.F. Jumaguzin (2022), оценивая продуктивное действие личинок *Hermetia illucens* L. при скормливании цыплятам-бройлерам в составе полнорационных комбикормов, установили, что при дегустации мяса и бульона, исследуемые характеристики контрольной и опытных групп достоверно не отличались, что подчеркивает отсутствие отрицательного воздействия личинки на вкусовые качества мяса цыплят-бройлеров.

3.11 Экономическая эффективность применения

БВМД «Инновейшн-БАК»

По результатам диссертационных исследований была установлена экономическая эффективность откорма цыплят-бройлеров кросса «COBB 500 FF» при использовании БВМД «Инновейшн-БАК» в составе питьевой воды (таблица 28).

Таблица 28 – Экономическая эффективность откорма цыплят-бройлеров кросса «COBB 500 FF» (n=7755 в контрольной группе, n=7833 в опытной группе)

Экономические критерии	Группа	
	1 контрольная	2 опытная
Живая масса (ж.м.) 1 птицы в 42 дня, кг	2,353	2,603
Абсолютный прирост ж.м. 42 дневной птицы, кг	2,307	2,558
Оптовая цена 1 кг ж.м., руб.	130,0	130,0
Выручка от реализации 1 птицы в живой массе, руб.	305,89	338,39
Расход кормов на 1 птицу за период опыта, кг	3,78	3,89
Расход добавки «Инновейшн-БАК» на 1 птицу за период опыта, мл	-	7,5
Общие затраты на 1 птицу, руб.	248,27	258,85
в том числе на питьевую добавку для 1 птицы, руб.	-	5,22
Общие затраты на 1 кг прироста ж.м., руб.	107,62	99,44
Прибыль от реализации 1 птицы в живой массе, руб.	57,62	79,54
Рентабельность, %	23,2	30,7

Рисунок 10 Птица из опытной группы достигла большей живой массы к 42 дням: 2,603 кг против 2,353 кг в контроле.

Птица опытной группы продемонстрировала более высокую живую массу к 42 дням – 2,603 кг против 2,353 кг в контрольной группе.

Общие затраты на получение 1 кг прироста живой массы в опытной группе составили 99,44 рубля, тогда как в контрольной – 107,62 рубля.

Таким образом, затраты на выращивание одного бройлера в расчете на 1 кг прироста живой массы в опытной группе, с введением в питьевую воду белково-витаминно-минеральной добавки для поения сельскохозяйственных животных и птицы, были ниже, чем в контроле на 4,3%.

Прибыль от реализации одной птицы в опытной группе была выше контроля на 38,0% и составила 79,54 рубля, в то время как в контрольной – 57,62 рубля.

При реализации живой массы птицы обеих групп по 130 руб. за 1 кг, прибыль от выручки 1 птицы из опытной группы была на 21,92 руб. или на 38,0%. больше, чем в контроле.

Рентабельность производства в опытной группе достигла 30,7%, что значительно, на 7,5 абс. %, превышает показатель рентабельности контрольной группы в 23,2%.

Таким образом, при выпойке цыплятам-бройлерам белково-витаминно-минеральной добавки «Инновейшн-БАК» из термического кавитационного кислотного гидролизата личинок мухи *Hermetia illucens* L. удалось существенно увеличить рентабельность производства в сравнении с контрольным показателем.

Сделан вывод, что применение белково-витаминно-минеральной добавки "Инновейшн-БАК", полученной из кавитационного кислотного гидролизата личинок *Hermetia illucens* L., является экономически обоснованным и выгодным решением для производства бройлеров кросса «COBB 500 FF» на мясо.

4 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Вопрос влияния кормовых средств и биологически активных добавок из полножирных, обезжиренных и переработанных личинок насекомых на снижение затрат кормов на единицу прироста живой массы, сохранность животных, их устойчивость к заболеваниям, мясную продуктивность и иммунитет актуальна и активно изучается как в России, так и за рубежом.

За последние два десятилетия произошел всплеск интереса к изучению использования насекомых в качестве корма, о чем свидетельствует экспоненциальный рост числа публикаций (693%) и цитирований (71 477%) (М.М. Seyedalmoosavi, e.a., 2022).

Однако результаты работ нередко противоречивы. Тем не менее во всех работах подчеркивается экологическая значимость использования личинки *Hermetia illucens* L. в качестве эффективного инструмента для переработки органических отходов. Выращивание насекомых не конкурирует с пищевыми ресурсами или землепользованием и максимизирует преимущества управления отходами за счет использования «питательных веществ из отходов» для роста насекомых. Кроме того, использование насекомых способствует естественной переработке питательных веществ (И.А. Крючков, 2025).

Личинки *Hermetia illucens* L. способны утилизировать пищевые и кормовые отходы, отходы животноводства, фрукты, овощи и другие органические материалы.

В процессе жизнедеятельности они превращают их в ценный белок, жиры, минералы и органические удобрения (зоокомпост). Это позволяет снизить нагрузку на свалки, сократить эмиссию парниковых газов и перейти к экономике замкнутого цикла (Е.А. Пендюрин, С.Ю. Рыбина, Л.М. Смоленская, 2020; И.А. Крючков, 2025). Кроме того, при переработке отходов личинки снижают рН среды до 4 и с помощью ферментов разлагают не только биологические, но и некоторые другие загрязнения, например,

нефтезагрязнения. Выращивание чёрной львинки относительно неприхотливо в питании, может вестись в искусственных условиях и не требует антибиотиков, гормонов роста или химических добавок. При этом производство белка из личинок часто обходится дешевле, чем производство традиционных белковых концентратов (например, мясокостной или рыбной муки).

Таким образом, тема применения гидролизатов личинок чёрной львинки сочетает экологические, сельскохозяйственные, медицинские и технологические аспекты, что делает её актуальной в современных условиях.

Тема применения в рационе животных гидролизатов личинок мухи чёрной львинки (*Hermetia illucens* L.) остаётся актуальной по ряду причин, связанных с глобальными вызовами в области экологии, биотехнологии, ветеринарии, энергетического и белкового питания животных. Р.В. Некрасов и др. (2023) подчеркивают, что получение биологически активных добавок из различных видов насекомых создает альтернативу в кормлении животных.

Гидролизаты имеют преимущество по сравнению с липидно-белковыми концентратами из личинки *Hermetia illucens* L.: гидролизат личинок *Hermetia illucens* L. хорошо растворяется в питьевой воде; дополняет рацион биологически активными компонентами: антимикробными короткоцепочечными пептидами (АМП), качественный и количественный состав аминокислот приближен к «идеальному белку». Этот вывод перекликается с мнением других исследователей (Н.Ю. Мезенова, Д.С. Пьянов, О.Я. Мезенова, 2021; М.А. Фролова, А.И. Албулов, Э.И. Зелинская, 2023; О.Я. Мезенова, А.Б. Дельмухаметов, С.В. Агафонова и др., 2025).

Разработанная водорастворимая (БВМД) «Инновейшн–БАК» из кавитационного кислотного гидролизата личинки *Hermetia illucens* L. имеет значительный потенциал для применения в птицеводстве. Полученные результаты подтверждают её эффективность в повышении продуктивности и улучшении здоровья цыплят-бройлеров кросса «COBB 500 FF».

Диссертационное исследование по изучению влияния (БВМД) «Инновейшн–БАК» из водорастворимого кислотного кавитационного гидролизата личинок *Hermetia illucens* L. собственного производства, включающего хитозан (деацетилированный хитин), 60,0% лауриновой кислоты, короткоцепочечные пептиды и свободные аминокислоты, макро- и микроэлементы, витамины заполняет несколько пробелов в существующих знаниях. Получен патент RU № 2 840 844, 2025 «Белково-витаминно-минеральная добавка для поения сельскохозяйственных животных и кур».

Результаты исследования позволили комплексно оценить содержание и соотношение различных компонентов (белки, аминокислоты, жирные кислоты, витамины, минеральные вещества) в гидролизате, что важно для понимания его питательной ценности и потенциальных областей использования. В подобных исследованиях О.Я. Мезенова с соавторами (2025) изучали водорастворимую добавку в сухой форме из высокотемпературного гидролизата личинки *Hermetia illucens* L. в биологических испытаниях по выращиванию молоди радужной форели. Был изучен химический состав добавки.

Полученная высокотемпературным гидролизом и высушенная сублимированием водорастворимая добавка содержала сырого протеина 43,4% (БВМД) «Инновейшн–БАК» – 46,6%), жира 4,5 % (БВМД) «Инновейшн–БАК» – 10,1, из них 61,0 % составила лауриновая кислота с бактерицидными свойствами, а также 10,8% моновенесыщенных цис-олеиновой и октадекадиеновой кислот (омега-9 и омега-6), хитин в добавке авторов практически отсутствовал, а у нас он перешел в хитозан (0,5 %). У авторов в добавке меньше лимитирующей незаменимой аминокислоты лизина 2,3 % (у нас 5,5%).

По данным результатов исследований авторов J. Wang, Y. Wang, (2013), незаменимые аминокислоты в гидролизате личинок *Hermetia illucens*

L. составляли 43,0% от общего количества аминокислот, а в нашем гидролизате (БВМД) «Инновейшн–БАК» они составили 45,0%.

В отличие от кормовой муки из липидно-белковых концентратов личинки *Hermetia illucens L.* в гидролизатах практически нет хитина (О.Я. Мезеновой и др. (2025), или (как в (БВМД) «Инновейшн–БАК»)) хитин превращен в хитозан (продукт деацетилирования хитина, растворимый в воде) с ценными свойствами. По данным А. Guarnieri, М. Triunfo, С. Scieuzo e.a., (2022) хитозан из личинки *Hermetia illucens L.* обладает повышенной антиоксидантной активностью и антимикробными свойствами.

В диссертационной работе получены результаты опытных исследований (БВМД) «Инновейшн–БАК» на цыплятах-бройлерах кросса «COBB 500 FF». Оптимальные дозировки введения БВМД «Инновейшн» в питьевую воду для цыплят-бройлеров, установленные опытным путем, составили в период с 1 по 21 день 5,0 мл/10 л (0,5 л/т), и с 22 по 37 день – 10,0 мл/10 л (1,0 л/т).

Установленные оптимальные дозировки согласуются с выводами ряда исследований о необходимости дифференцированного подхода к кормлению цыплят-бройлеров на разных этапах роста (В.А. Овсепьян, и др., 2023).

БВМД «Инновейшн» способствовала увеличению переваримости: сухого вещества – на 3,6%; сырого протеина – на 5,2%; сырой клетчатки – на 4,1%; сырого жира – на 7,5%.

Эти результаты соотносятся с выводами И.А. Крючков, А.А. Никишов (2025) об улучшении усвояемости питательных веществ при включении в рацион цыплят-бройлеров муки из личинок *Hermetia illucens L.*, где переваримость протеина улучшилась на 1,9%.

Рост абсолютного и среднесуточного прироста живой массы на 10,8% и снижение затрат корма на единицу прироста (7,9%) подтверждают эффективность БВМД «Инновейшн». Аналогичные данные приводят М. Cullere et al. (2016), отмечая, что использование личинок *Hermetia illucens* в кормлении бройлеров повышает прирост массы от 8,0 до 12,0% при снижении

конверсии корма.

Положительная динамика микрофлоры слепых отростков и снижение уровня условно-патогенных микроорганизмов более чем в 10 раз свидетельствуют о пребиотическом эффекте добавки. Этот вывод перекликается с данными отечественных исследователей (К.Ю. Смирнова, Л.С. Крылова, Е.К. Ремизов, 2020; Е.К. Ремизов, 2023), которые отмечают, что белковые компоненты (антимикробные пептиды АМП) из личинок насекомых могут стимулировать рост полезной микрофлоры и подавлять патогены за счет улучшения баланса питательных веществ в слепых отростках тонкого кишечника.

Активация иммунной системы (повышение ЦИК на 12,3 у. е., БАСК на 18,6%, лизоцима на 9,1%) согласуется с данными авторов (А.И. Бастратов, Н.А. Ушакова, Д.С. Павлов, 2015; J.S. Vilela, N.M. Andronicos, et al., 2021; А.В. Степовой, и др., 2023), которые связывают подобные изменения с улучшением микробиоценоза кишечника и наличием в составе БВМД «Инновейшн» биологически активных пептидов и хитозана, обладающих иммуномодулирующим действием.

Увеличение массы потрошёной тушки на 9,3%, грудных мышц на 4,2% и выхода съедобных частей на 2,5% подтверждает влияние добавки на мясные качества птицы.

Повышение содержания белка в мышцах на 0,9% и улучшение дегустационных характеристик мяса и бульона (на 12,5% и 6,9%, соответственно) так же отмечалось в работах отечественных учёных, изучавших альтернативные источники белка насекомых в кормлении птицы (И.А. Крючков, А.А. Никишов, 2025).

Экономическая эффективность применения БВМД «Инновейшн» (снижение затрат корма на 8,3%, увеличение прибыли на 38,0%, повышение рентабельности на 7,5 абс. %) подтверждает целесообразность её внедрения в промышленное птицеводство. Эти данные согласуются с расчётами зарубежных исследователей (Чала, В.В. Верхотуров, Е.В. Ульрих, 2023),

показавших, что использование насекомых в кормлении птицы может снизить себестоимость продукции на 5–10% за счёт улучшения конверсии корма и продуктивности.

На данный момент в исследованиях влияния гидролизатов личинки *Hermetia illucens* L. на цыплят-бройлеров остаётся ряд нерешённых вопросов и направлений для дальнейшего изучения. До сих пор не до конца изучены конкретные вещества в составе гидролизатов, которые обеспечивают иммуностимулирующий эффект, антимикробную активность или влияют на обменные процессы. Понимание этих механизмов могло бы помочь более эффективно использовать гидролизаты в кормлении животных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследований можно сделать следующие основные выводы.

1. Разработан оригинальный способ получения водорастворимой биологически активной добавки «БВМД «Инновейшн–БАК» путем глубокой термической переработки сырья из личинки *Hermetia illucens* L. кавитационным кислотным двухступенчатым гидролизом с одновременным превращением хитина в хитозан, давший возможность достижения оптимального химического состава добавки и её безопасности для выпаивания цыплятам-бройлерам. Органолептические показатели, растворимость, химический состав, показатели безопасности водорастворимой добавки БВМД «Инновейшн–БАК» соответствовали требованиям ГОСТ Р 51551-2000, ТУ 10.91.10-001-56743948-24.

2. Оптимальные дозировки введения БВМД «Инновейшн» в питьевую воду для цыплят-бройлеров кросса «СОВВ 500 FF», установленные опытным путем, составили в период с 1 по 21 день 5,0 мл/10 л (0,5 л/т), и с 22 по 37 день – 10,0 мл/10 л (1,0 л/т).

3. БВМД «Инновейшн» способствовала увеличению переваримости сухого вещества на 3,6%, сырого протеина – на 5,2%, сырой клетчатки – на 4,1%, сырого жира – на 7,5%, абсолютного прироста живой массы – на 10,8%, среднесуточного прироста живой массы – на 10,8%, затрат корма на единицу прироста живой массы – на 7,9% (конверсия корма составила 1,5 кг против 1,6 кг/кг прироста ж. м. в контрольной группе).

4. Микрофлора слепых отростков в опытной группе изменилась в положительную сторону. В возрасте 37 дней количество полезной микрофлоры как в контроле, так и в опытной группе, было достоверно больше по сравнению с 7 дневным возрастом, соответственно, на 2 и 3; 5 и 7; 3 и 4; 1 и 3; 3 и 4 порядка. Уровень условно-патогенных и патогенных микроорганизмов снизился более, чем в десять раз.

5. Показатели крови цыплят-бройлеров были в пределах нормы. В опытной группе, по сравнению с контрольной, в количественном отношении гемоглобин и эритроциты были выше на 7,5% и 28,1%; лейкоциты – ниже на 17,4% (в 7 дней) и на 13,6% (в 37 дней); лимфоциты – ниже на 19,0% и 33,3%. В 37 дней отмечена активация иммунной системы: концентрация ЦИК (циркулирующие иммунные комплексы) была выше в опытной группе на 12,3 у.е., БАСК (бактерицидная активность сыворотки крови) – на 18,6%, Л (лизоцим) – на 9,1%, что указывает на повышенную устойчивость к инфекции.

6. БВМД «Инновейшн» способствовала увеличению массы потрошеной тушки на 9,3% (при убойном выходе 73,1%), грудных мышц на 4,2% и выхода съедобных частей на 2,5%. Содержание белка в мышцах повысилось на 0,9%.

7. Использование БВМД «Инновейшн» в системе водопоения цыплят-бройлеров позволило снизить на 8,3% затраты корма на 1 кг прироста живой массы; увеличить прибыль на 38,0%; повысить рентабельность на 7,5 абс. %, по сравнению с контролем без добавки.

Предложения производству

Новая белково-витаминно-минеральная добавка «Инновейшн–БАК», полученная из гидролизированных личинок *Hermetia illucens* L., используемая в системе водопоения цыплят-бройлеров, подтверждена тремя патентами и имеет товарный знак «Инновейшн».

Включение в рацион цыплят-бройлеров малых доз БВМД «Инновейшн–БАК» способствует увеличению их биомассы, оказывает благотворное воздействие на микробиом слепых отростков кишечника и улучшает гематологические показатели и факторы гуморального иммунитета.

Для достижения высокой сохранности, прироста живой массы; снижения затрат корма, получения мяса птицы с высокой питательной ценностью предлагаем использовать БВМД «Инновейшн–БАК» в составе питьевой воды для цыплят-бройлеров в дозировке:

- 0,5 л/т – в период с 1 по 21 день;
- 1,0 л/т воды – в период с 22 по 37 день выращивания.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Дальнейшие исследования будут направлены на изучение применения БВМД «Инновейшн–БАК» в комплексе с пробиотиками для животных.

Параллельно продолжится разработка новых белково-липидных, хитозан-меланиновых комплексов.

Результаты проведенных исследований могут служить основой при разработке новых эффективных биологически активных добавок, направленных на оптимизацию микробиоты пищеварительного тракта птицы и ее мясной продуктивности.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

А/Г – белковый индекс, отношение альбуминов к глобулинам сыворотки крови

АС – аминокислотный скор

АМР – антимикробные пептиды

БАСК – бактерицидная активность сыворотки крови

БВМД - белково-витамино-минеральная добавка. БВМД Инновейшн-БАК» – рабочее название «Белково-витамино-минеральной добавки для поения сельскохозяйственных животных и кур» из гидролизата личинок *Hermetia illucens* L. (БАК – Биологически Активный Комплекс)

БКП – белковый качественный показатель, триптофан / оксипролин

ВСС – влагосвязывающая способность мышечной ткани мяса; У – увариваемость

ВСС/У – кулинарно-технологический показатель мяса в % (степень связи мясного белка с иммобилизованной (связанной с белком) и свободной водой)

ГМИ – генетически модифицированные источники

З – масса золы, % (сжигание при 550 °С)

ИФА – иммуно ферментный анализ

КОЕ/г – колониеобразующие единицы (споры) в 1 г носителя (зерна, комбикорма и т.п.)

Л – лизоцим сыворотки крови

ЛАСК – лизоцимная активность сыворотки крови в %

НАИБ – незаменимые аминокислоты идеального белка

НАП – незаменимые аминокислоты продукта

П – продукт, содержащий аминокислоты

ПЗА – полный зоотехнический анализ

РАС – разница аминокислотного сора

СВ – сухое вещество

ЦИК – циркулирующие иммунные комплексы

ЭВ – масса безазотистых и азотсодержащих экстрактивных веществ

ЭЦ – энергетическая ценность

BSFL – личинки черной мухи-солдатика (black soldier fly larvae) или черной львинки (*Hermetia illucens* L.)

COBB 500 FF – кросс бройлеров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акканина, М.А. Биоэкономика - экономика нового технологического уклада / М.А. Акканина, Н.
2. В. Романюк // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 5. (47). – С. 11-16. – DOI: 10.18454.
3. Антонов, А. М. Адаптация и перспектива разведения мухи Черная львинка (*Hermetia illucens*) в циркумполярном регионе / А.М. Антонов, Е. Lutovinovas, Г. А. Иванов. // Принципы экологии. – 2017. – № 3. – С. 4-19. – DOI 10.15393/j 1.art.2017.6302.
4. Артахов, А. Б. Энтомоиндустрия черной львинки / А.Б. Артахов. // Вестник Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова. – 2021. – Т. 18, № 4 (118). – С. 61-70. – DOI 10.21686/2413-2829-2021-4-61-70.
5. Бастраков, А.И. Высокоэффективная биоконверсия органических субстратов личинками Черной львинки (*Hermetia illucens*) / А. И. Бастраков, А.А. Загоринский, А.А. Козлова // Биотехнология и качество жизни: международная научно-практическая конференция. – Москва, 2014. – С. 418-419. – EDN: STCXIT.
6. Бастраков, А.И. Получение биомассы личинок мухи черная львинка *Hermetia illucens* использование ее как кормовой добавки и в составе комплексного пробиотического препарата для животных / А.И. Бастраков, Н.А. Ушакова, Д.С. Павлов // Проектная культура и качество жизни. – 2015. – № 1. – С. 538-547. – EDN: YTZOLR.
7. Бастраков, А.И. Муха черная львинка *Hermetia illucens* в условиях искусственного разведения - возобновляемый источник меланин-хитозанового комплекса / А.И. Бастраков, А.Е. Донцов, Н.А. Ушакова // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2016. – № 4. – С. 77-79. – EDN: XEGHVX.
8. Бастраков, А.И. Основы биоконверсии органических субстратов с использованием личинок *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae): специальность 1.5.6 «Биотехнология»: диссертация на соискание ученой

степени кандидата биологических наук / А. И. Бастратов. – Московский ГУ имени М.В. Ломоносова. – Москва, 2023. – 146 с. – EDN: KOSDPD.

9. Бочкарев, А.К. Влияние температурно-влажностного режима на рост и развитие личинок мух Черной львинки / А.К. Бочкарев, Д.С. Брюханов, С.М. Ермолов // Актуальные вопросы биотехнологии и ветеринарной медицины: теория и практика: материалы национальной научной конференции / Институт ветеринарной медицины. – Челябинск, 2018. – С. 17-21. – EDN: XWTIXR.

10. Быков, А.В. К пониманию действия кавитационной обработки на свойства отходов производств / А.В. Быков, С.А. Мирошников, Л.В. Межуева // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – № 12(106). – С. 77-80. – EDN URHEEJ.

11. Власова, О.А. Переработка пищевых отходов личинками мухи черная львинка в искусственных условиях / О.А. Власова, Ю.В. Матросова // Инновационные технологии защиты окружающей среды в современном мире: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, г. Казань, 18-19 марта 2021 г. – Казань, 2021. – С. 1803-1809. – EDN: MACDBH.

12. Вертипрахов В.Г. Морфо-биохимические исследования крови у сельскохозяйственной птицы / В.Г. Вертипрахов, Д.А. Ксенофонтов, Е.А. Колесник, Н.В. Овчинникова // М. – 2022. – 135 с. – EDN: RIUBDQ.

13. Горбулина А.Р. Получение кормового белка из личинок мухи вида черная львинка (*Hermetia illucens*) / А.Р. Горбулина, К.Г. Кузнецова, А.П. Письменная // Альманах научных работ молодых ученых. - ЛП научная и учебно-метод. конф. УИТМО. Санкт-Петербург. – Т.2. – 2023. – С. 245-248. – EDN: ZNMUUL.

14. Гусева, Ю.А. Химический и аминокислотный состав личинок *Zophobas morio* / Ю.А. Гусева, М.З.Д. Ермаков // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения: сборник трудов научно-практической

конференции / ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА им. К. И. Скрябина. – Москва, 2022. – С. 446-447. – DOI: 10.33920/sel-03-2309-04.

15. Егоров, И.А. Руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы: рекомендации / И.А. Егоров, В. А Манукян, Т.Н. Ленкова; под общей редакцией В. И. Фисинина, И.А. Егорова. – Сергиев Посад: ООО «Лика», 2019. – 215 с. – EDN: YWTXSP.

16. Егоров, И.А. Методическое пособие по кормлению сельскохозяйственной птицы / И.А. Егоров, В.А. Манукян, Т.Н. Ленкова [и др.]. - Под общ. ред. В.И. Фисинина и И.А. Егорова. - Сергиев Посад: ВНИТИП, 2021. - 357 с. - EDN: UIFSXZ.

17. Егорова, Т.А. Влияние пробиотиков на основе *Saccharomyces* sp. И *Bacillus subtilis* на бактериальное сообщество слепых отростков кишечника и продуктивность цыплят-бройлеров/ Т.А. Егорова, Т.Н. Ленкова, Л.А. Ильина. // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51, № 6. – С. 891-902. – DOI 10.15389/agrobiology.2016.6.891.

18. Забашта, Н.Н. Белково-витаминно-минеральная смесь "Инновейшн-БАК" в системе водопоеения цыплят-бройлеров/ Забашта Н.Н., Зазимко М.А., Головки Е.Н., Лисовицкая Е.П., Синельщикова И.А. // Ветеринария и кормление. 2025. № 5. С. 40-43.

19. Забашта, Н.Н. Кормовая добавка «Инновейшн-БАК» для цыплят-бройлеров / Н.Н. Забашта, Е.Н. Головки, М.А. Зазимко, И.А. Синельщикова, Е.Н. Аракчеева, А.Н. Андросова, Н.Г. Ижевская, Н.В. Быченко, А.Ю. Марченко. // XVIII международная науч.-практ. конф. «Научные основы повышения продуктивности, здоровья животных и продовольственной безопасности», посвященная 55-летию учреждения. Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2024. – Т. 13, № 1. – С. 61-65. – DOI 10.48612/sbornik-2024-1-15.

20. Зазимко, М. А. Белково-витаминно-минеральная смесь при поении сельскохозяйственной птицы / М. А. Зазимко, Н. Н. Забашта, Е. Н.

Головко, Е.П. Лисовицкая, И.А. Синельщикова. // Кормопроизводство. – 2025. – № 5. – С. 29-34. – DOI: 10.30906/1562-0417-2025-5-29-34.

21. Зазимко М.А. Белок и жир насекомых в практике животноводства / М.А. Зазимко, Н.Н. Забашта, Е.Н. Головко, И.А. Синельщикова и др. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2025. № 119. С. 222-228. – DOI: 10.21515/1999-1703-119-222-228.

22. Зазимко М.А. Биологически активная питьевая добавка для цыплят-бройлеров / М.А. Зазимко, Н.Н. Забашта, Е.Н. Головко, И.А. Синельщикова // Сельскохозяйственный журнал. 2025. №4(18). С. 123-135. – DOI: 10.48612/FARC/2687-1254/012.4.18.2025.

23. Зазимко, М.А. Биологически активный комплекс «Инновейшн-БАК» для цыплят-бройлеров / М.А. Зазимко, Н.Н. Забашта, Е.Н. Головко, И.А. Синельщикова // Главный зоотехник. – №6. – 2026. – С. 3 – 16. – DOI: 10.33920/sel-03-2606-01.

24. Зазимко, М.А. Гематологические показатели бройлеров «COBB 500 FF» при введении в рацион питьевой добавки из гидролизата личинок *Hermetia illucens* L. / М.А. Зазимко, Н.Н. Забашта, Е.Н. Головко. // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2024. – Т. 13, № 2. – С. 28-32. – DOI 10.48612/sbornik-2024-2-6.

25. Зазимко, М.А. Гидролизованная личинка *Hermetia Illucens* L. в рационе бройлерной птицы / М.А. Зазимко, Н.Н. Забашта, Е.Н. Головко, И.А. Синельщикова, Н.Г. Ижевская, Н.В. Быченко, А.Н. Андросова, Е.Н. Аракчеева // XVIII международная науч.-практ. конф. «Научные основы повышения продуктивности, здоровья животных и продовольственной безопасности», посвященная 55-летию учреждения. Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2024. Т. 13. № 2. С. 32-40. – DOI: 10.48612/sbornik-2024-2-7.

26. Зазимко М.А. Гидролизат личинок черной львинки бвмс «Инновейшн-БАК». Химический состав / М.А. Зазимко, Н.Н. Забашта, Е.Н. Головко, И.А. Синельщикова, Н.Г. Ижевская, Н.В. Быченко, А.Ю. Марченко,

А.Ю. Шахнюк // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2025. Т. 14. № 1. С. 99-104. – DOI: 10.48612/sbornik-2025-1-22.

27. Зазимко, М. А. Коррекция микробиома цыплят-бройлеров / М.А. Зазимко, Н.Н., Забашта, Е.Н. Головки. // Ветеринария и кормление. – 2025. – № 3. – С. 60-63. – DOI Cross Ref: 10.30917/ АТТ-VK-1814-9588-2025-3-12.

28. Зазимко, М.А. Микробиом цыплят-бройлеров/ Зазимко М.А., Забашта Н.Н., Головки Е.Н., Синельщикова И.А., Лисовицкая Е.П.// В сборнике: Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Сборник статей по материалам VIII Международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию со дня образования общероссийской общественной организации "Российская инженерная академия". Краснодар, 2025. С. 158-163.

29. Зазимко М.А. Микрофлора слепых отростков цыплят-бройлеров/ М.А. Зазимко, Н. Н. Забашта, Е. Н. Головки [и др.] // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2025. – Т. 14, № 1. – С. 225–228. – DOI 10.48612/sbornik–2025–1–53.

30. Зазимко М.А. Потенциал иммунного состояния цыплят-бройлеров / М.А. Зазимко, Н. Н. Забашта, Е. Н. Головки [и др.] // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2025. – Т. 14, № 1. – С. 275–278.

31. Зазимко, М.А. Рекомендации «Применение пробиотика и гидролизата личинок насекомых в системе водопоения цыплят – бройлеров». / М.А. Зазимко, Н.Н. Забашта, Е.Н. Головки, И.А. Синельщикова, А.Ю. Шахнюк, А.В. Богатырь, Н.Г. Ижевская, Н.В. Быченко, А.Н. Андросова, Е.Н. Аракчеева, А.Ю. Марченко, Н.Е. Кузнецова, Т.В. Коломасова, М.В.Гуськова –Краснодар КНЦЗВ, 2025. – 60 с.

32. Зазимко, М.А. Эффективность Белково-витаминно-минеральной смеси «Инновейшн-БАК» в системе водопоения цыплят-бройлеров на продуктивность, качество и безопасность мясного сырья / М.А. Зазимко, Н.Н.

Забашта, Е.Н. Головки, И.А. Синельщикова, Н.Г. Ижевская, Н.В. Быченко, А.Н. Андросова, Е.Н. Аракчеева // XVIII международная науч.-практ. конф. «Научные основы повышения продуктивности, здоровья животных и продовольственной безопасности», посвященная 55-летию учреждения. Сб. науч. тр. Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2024. Т. 13. № 2. С. 62-70. – DOI: 10.48612/sbornik-2024-2-12.

33. Капитонова, Е.А. Применение синбиотиков в бройлерном птицеводстве / Е.А. Капитонова, А.В. Сенько // Сельское хозяйство - проблемы и перспективы: сборник научных трудов / Гродненский государственный аграрный университет. В 2-х томах. Т. 2. Агрономия. Ветеринария. – Гродно, 2010. — С. 251-258. – ISBN 978-985-6784-78-4.

34. Карагодин, А.П. Формирование биомассы личинок мухи *Hermetia illucens*, культивируемых на растительных субстратах с высоким содержанием клетчатки / А.П. Карагодин, Н.А. Ушакова // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2017. – № 12. – С. 9-17. – ISSN: 2075-1524.

35. Корнева, А.В. Оптимизация состава и технологии подготовки субстрата для выращивания личинок *Hermetia illucens* / А.В. Корнева, О.И. Еремина, Е.А. Фауст // Инновации в пищевой технологии, биотехнологии и химии: материалы Международной научно-практической конференции / Саратовский государственный аграрный университет. – Саратов, 2017. – С. 158-160. EDN: – YQUCDJ.

36. Крючков, И.А. Потенциал и перспективы использования личинок черной львинки в современных сельскохозяйственных кормовых системах / И.А. Крючков // Международный научно-исследовательский журнал. – 2025. – № 1 (151). – С. 1-6. – DOI: 10.60797/IRJ.2025.151.65.

37. Крючков, И.А. Влияние белкового концентрата из личинок черной львинки *Hermetia illucens* L. на продуктивные показатели цыплят-бройлеров / И.А. Крючков, А.А. Никишов // Аграрная наука. – 2025; 393(04). – С. 108–112. – DOI: 10.32634/0869-8155-2025-393-04-108-112.

38. Кузнецова, К.Г. Влияние белковой добавки в рационе личинок *Hermetia illucens* на аккумуляцию белка и прирост биомассы / К.Г. Кузнецова, Е.В. Мечтаева, А.А. Мещеряков, А.З. Журавлева, А.Д. Чернов, Г.П. Котова, В.Ю. Ситнов, Д.С. Рябухин // «Вестник НГАУ» – 4 (69). - 2023. – С. 213-224. - DOI: 10.31677/2072-6724-2023-69-4-213-224.
39. Лагуткина, Л.Ю. Перспективное развитие мирового производства кормов для аквакультуры: альтернативные источники сырья / Л.Ю. Лагуткина // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия Рыбное хозяйство. – 2017. – № 1. – С. 67-78. – ISSN: 2073-5529.
40. Лаптев, Г.Ю. Анализ накопления микотоксинов в кормовом растительном сырье и силосе / Г.Ю. Лаптев, Н.И. Новикова, Е.Г. Дубровина // Кормопроизводство. – 2014. – № 10. – С. 35-38. – ISSN: 1562-0417.
41. Лунегова, И.В. Антиоксиданты против микотоксинов / И.В. Лунегова, А.В. Святковская // Птицеводство. – 2014. – № 2. – С. 35. – ISSN: 0033-3239.
42. Лысенко, М.А. Методика проведения анатомической разделки тушек, органолептической оценки качества мяса и яиц сельскохозяйственной птицы и морфологии яиц / М.А. Лысенко, Т.А. Столляр, А.Ш. Кавтарашвили; Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства РАСХН. – Сергиев Посад: ВНИИТиП и РСХА, 2013. – 35 с. – EDN: SDOKZT.
43. Лютых, О. Улучшение конверсии кормов - залог качества и оптимальной цены птицеводческой продукции / О. Лютых // Эффективное животноводство. – 2020. – № 7. – С. 87-91. – EDN: WPOTDL.
44. Лящев, А.А. Переработка отходов в биомассу и эффективное сокращение *Salmonella spp.* с использованием черной львинки (*Hermetia illucens* L.) / А.А. Лящев, Е.В. Коваль, И.А. Прок. // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 12(126). – С. 1-7. – DOI 10.23670/IRJ.2022.126.123.

45. Марцев, А. А. Перспективы разведения мухи *Hermetia illucens* в России для утилизации органических отходов сельскохозяйственных предприятий / А.А. Марцев, А.А. Подолец // Владимирский земледелец. – 2017. – № 4 (82). – С. 36-38. ISSN: 2225-2584.

46. Матвеев, М.В. Экономические причины использования биотехнологий для обеспечения сбалансированного питания в XXI в. / М.В. Матвеев // Вестник Российской экономической академии имени Г. В. Плеханова. – 2005. – № 3. – С. 80-85.

47. Медведский В.А. Биологические основы минерального питания сельскохозяйственной птицы / В.А. Медведский, М.В. Базылев, Л.П. Большакова, Х.Ф. Мунаяр // Научное обозрение. Биологические науки. 2016. № 2 С. 93-108 URL: <https://science-biology.ru/ru/article/view?id=998> (дата обращения: 19.05.2026).

48. Мезенова, Н.Ю. Обоснование применения биопродуктов глубокого гидролиза побочного рыбного сырья в комбикормах для индустриальной аквакультуры / Н.Ю. Мезенова, Д.С. Пьянов, О.Я. Мезенова. // Актуальная биотехнология. – 2021. – № 1. – С. 347-351. – DOI 10.20914/2304-4691-2021-1-347-351.

49. Мезенова, О.Я. Биологические испытания гидролизата личинки *Hermetia illucens* L. в составе комбикорма для форели в индустриальной аквакультуре / О.Я. Мезенова, А.Б. Дельмухаметов, С.В. Агафонова и др. // Вестник Астраханского государственного технического университета. серия: рыбное хозяйство. – том 2025 № 1. – 2025. – DOI: 10.24143/2073-5529-2025-1-56-65. С. С. 56–65

50. Мельник, А.Д. Альтернативный источник белка в пищевой промышленности / А.Д. Мельник, Д.В. Рудой, С.Р. Саакян, Д.А. Белько, Е.А. Дроздов, С.С. Гончаров, Т.Н. Маматов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2019. – № 152 (08). – С. 68-76. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2019/08/pdf/>. – Дата публикации: 31.10.2019.

51. Салеева И.П. Методика проведения исследований по технологии производства мяса и яиц / И.П. Салеева, В.П. Лысенко, В.Г. Шоль [и др.]; Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2015. – 103 с. – ISBN 978-5-980-20-154-8.
52. Некрасов, Р.В. Меланиновая белково-энергетическая добавка из личинок *Hermetia illucens* в питании телят / Р.В. Некрасов, А.А. Зеленченкова, М.Г. Чабаев. // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53, № 2. – С. 374-384. – DOI 10.15389/agrobiology.2018.2.374.
53. Некрасов, Р.В. Питательные свойства личинок *Hermetia illucens* L. - нового кормового продукта для молодняка свиней (*Sus scrofa domestica* Erxleben) / Р.В. Некрасов, М.Г. Чабаев, А.А. Зеленченкова. // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – Т. 54, № 2. – С. 316-325. – DOI 10/15389/agrobiology.2019.2.316.
54. Некрасов Р.В. Влияние липидной фракции личинок черной мухи на продуктивность, резистентность и метаболические процессы у телят молочного периода откорма / Р.В. Некрасов, М.Г. Чабаев, Е.В. Туаева [и др.] // Аграрная наука. — 2023. — № 11. — С. 64–69.
55. Нефедов, П.В. Роль и место раздела нутрициологии «функциональное питание» в системе высшего медицинского образования / П.В. Нефедов, Л.В. Нефедова, Г.А. Макарова // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 4. – С. 200-204. – URL: <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=4766> (Дата обращения: 21.05.2025).
56. Овсепьян В.А. и др. Применение кормовых добавок в рационах цыплят-бройлеров / В.А. Овсепьян, Н.А. Юрина, И.Р. Тлецерук, Д.А. Юрин // Монография. – Майкоп, Изд-во «ИП Кучеренко В.О.». – 2023. – 167 с. – DOI: 10.48612/monograph-2023-1.
57. Патент № 2390255 С 1 Российская Федерация, МПК А 23 К 1/00 (2006.01). Способ переработки отрубей зерновых растений личинками насекомых с получением кормопродукта (варианты): 2008145648/13: заявл.

20.11.2008: опубл. 27.05.2010, Бюл. 15 / Эрнст Л.К. (RU), Халменов С.К. (KZ), Хегай И.В. (KZ); патентообладатели: Эрнст Л.К., Халменов С.К., Хегай И.В. – 6 с.

58. Патент № 2840844 С 1 Российская Федерация, МПК Ф 23К 10/20 (2016.01), А 23J 3/00 (2006.01). Белково-витаминно-минеральная добавка для поения сельскохозяйственных животных и кур: 2024126065: заявл. 04.09.2024: опубл. 28.05.2025, Бюл. 16 / Забашта Н.Н., Зазимко М.А.; патентообладатель ООО НПО «Инновейшн».

59. Патент № 2840845 С 1 Российская Федерация, МПК Ф 23К 10/20 (2016.01), А 23J 3/00 (2006.01). Способ производства белково-витаминно-минеральной добавки для поения сельскохозяйственных животных и кур: 2024126438: заявл. 06.09.2024: опубл. 28.05.2025, Бюл. 16 / Забашта Н.Н., Зазимко М.А.; патентообладатель ООО НПО «Инновейшн».

60. Патент № 2853487 С 1 Российская Федерация, СПК А23К 50/75 (2025.08); А23К 50/60 (2025.08); А23К 10/20 (2025.08); А23К 20/10 (2025.08) Способ повышения продуктивности цыплят-бройлеров: 2025110530, заявл. 23.04.2025: опубл. 23.12.2025 Бюл. № 36 / Забашта Н.Н., Зазимко М.А., Нестеренко А.А., Сарбатова Н.Ю., Востриков В.В.; патентообладатель ФГБОУ ВО «КубГУ им. И.Т. Трубилина».

61. Пахомов, В.И. Результаты экспериментальных исследований экструдирования кормов, содержащих зерно пшеницы и биомассу личинок черной львинки / В.И. Пахомов, С.В. Брагинец, О.Н. Бахчевников // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2020. – №21(1). – С. 28-42. – DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.1.28-42.

62. Пендюрин, Е.А. Использование зоокомпоста Черной львинки в качестве органического удобрения / Е.А. Пендюрин, С.Ю. Рыбина, Л.М. Смоленская // Аграрная наука. – 2020. – № 7-8. – С. 106-110. DOI: 10.32634/0869-8155-2020-340-7-106-110.

63. Песцов Г.В. Изучение влияния факторов окружающей среды на рост и развитие насекомого вида *Hermetia illucens* (черная львинка) / Г.В.

Песцов, А.В. Третьякова, О.В. Прокудина, С.А. Бутенко // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, Vol. 15, №2, 2023. - С. 24- 40. - DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-2-24-40.

64. Попов, М.С. Основания и принципы применения санитарных и фитосанитарных мер в практике Всемирной торговой организации / М.С. Попов, А.Ю. Попова // *Анализ риска здоровью*. – 2013. – № 1. – С. 36-40. – ISSN: 2308-1155.

65. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2025: Р32 Стат. сб. / Росстат. - М., 2025. – 1035 с.

66. Ремизов, Е.К. Антимикробная активность пептидов, выделенных из насекомых, и перспектива их использования в качестве противомикробных препаратов: 4.2.3 «Инфекционные болезни и иммунология животных»: диссертация на соискание уч. степени канд. биол. н. Диссовет 35.2.035.01 (Д 220.061.07) / Ремизов Евгений Кириллович; Саратовский университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова. – Саратов, 2023. – 115 с.

67. Романенко, Е. Протеиновый корм на основе личинок мух в рационах животных / Е. Романенко, А. Истомин, И. Жуков // *Комбикорма*. – 2018. – № 7–8. – С. 79–81. – DOI: 10.25741/2413-287X-2018-07-4-014.

68. Романенко, Е.А. Влияние муки из личинок мух *Lucilia Caesar* на мясную продуктивность и качественные показатели мяса индеек кросса BIG-6 / Е.А. Романенко, А.И. Истомин // *Национальная ассоциация ученых*. – 2019. – Т. 3, вып. 50. – С. 15–19.

69. Романенко, Е.А. Интенсивность роста и развития индюшат-бройлеров кросса BIG-6 при использовании белка из личинок мух популяции *Lucilia Caesar* / Е.А. Романенко, А.И. Истомин // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ)*. – 2020. – № 157 (03). С. 15-19. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2020/03/pdf/>. – Дата публикации: 31.03.2020.

70. Садыкова, Э.О. Пищевая и биологическая ценность биомассы личинок *Hermetia illucens* / Э.О. Садыкова, А.А. Шумакова, С.И. Шестакова. // Вопросы питания. – 2021. – Т. 90, № 2. – С. 73-82. – DOI 10.33029/0042-8833-2021-90-2-73-82.

71. Сергеевкова, Н.А. Применение технологий welfare в органическом птицеводстве / Н.А. Сергеевкова, А.П. Олесюк // Материалы межд. научн. конф. молодых ученых и специалистов, посвященной 160-летию Тимирязевской академии (г. Москва, 2-4 июня 2025 г.): сб. ст. Том 2 / Коллектив авторов [Электронный ресурс]. – Москва: Издательство РГАУ - МСХА, 2025. – С. 88-92.

72. Серебрянский, Д.Н. Промышленная технология производства личинок мух *Hermetia Illucens* (Black Soldier Fly, черная львинка, черный солдат) и зоокомпоста на различных видах отходов сельского хозяйства и пищевой промышленности. Бизнес по продаже личинок черной львинки. Изготовление кормового белково-липидного концентрата из личинок мух *Hermetia Illucens* / Д.Н. Серебрянский. – Белгород, 2015. – 273 с. – www.nasadki.net/index/cher...

73. Смирнова, К.Ю. Выделение антимикробных пептидов из личинок *Hermetia illucens*, и перспектива их использования / К.Ю. Смирнова, Л.С. Крылова, Е.К. Ремизов // Международный вестник ветеринарии. – 2020. – № 2. – С. 58-62. – ISSN: 2072-2419.

74. Соколов И. Свойства кормовых добавок из биомассы личинок в зависимости от субстрата / И. Соколов, И. Абалакин, А. Бастратов // Комбикорма. - №10. – 2020. – С. 41-43. – DOI 10.25741/2413-287X-2020-10-3-120.

75. Степовой А.В., Забашта Н.Н., Данильченко О.Б., Лисовицкая Е.П., Аракчеева Е.Н., Головки Е.Н. Эффективность применения новой белково-витаминной минеральной кормовой добавки для корректировки рациона индейки. Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2023. № 106. С. 363-367.

76. Сычева, М.В. Антимикробные пептиды тромбоцитов разного происхождения как эффекторы врожденного иммунитета: характеристика и активность / М.В. Сычева, И.В. Жерар, О.Л. Карташова // Бюллетень Оренбургского научного центра / УрО РАН. – 2019. – № 3. – С. 20.

77. Теймуразов, М.Г. Антимикробная активность личинок *Lucilia Caesar* в отношении бактерий, патогенных для человека и птицы / М. Г. Теймуразов, Э.А. Светоч, О.Ю. Манзенюк // Ветеринария. – 2018. – № 2. – С. 9-13. – ISSN: 0042-4846

78. Ткачев, А.Д. Антимикробные пептиды насекомых, как перспективная альтернатива антибиотикам / А.Д. Ткачев // Проблемы биологии, зоотехнии и биотехнологии: сборник трудов научно-практической конференции научного общества студентов и аспирантов биолого-технологического факультета / Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск, 2022. – С. 227-230. – EDN: QFFDVS.

79. Труханова, К.А. Влияние добавки гуминовых и фульвовых кислот в кормовой субстрат на основе пшеничных отрубей на сохранность и рост личинок Черная львинка (*Hermetia illucens*) / К.А. Труханова, С.И. Лоскутов, М.В. Новикова, Е.В. Мечтаева, Д.С. Рябухин // Все о мясе. - №5. – 2022. - С.50-53. - DOI: 10.21323/2071-2499-2022-5-50-53.

80. ТУ 10.91.10-001-56743948-24 Декларация о соответствии продукции, включенной в Единый перечень продукции Российской Федерации Белково-витаминно-минеральные и амидо-витаминно-минеральные концентраты Регистрационный номер декларации о соответствии РОСС RU Д- RU.PA01.B.04853/24. М. – 2024.

81. Туйчиев, К.С. Выращивание личинок черной львинки (*Hermetia illucens* Linnaeus) на пшеничных отрубях и показатели их продуктивности / К.С. Туйчиев, Е.Н. Гинатуллина // Universum: химия и биология: электронный научный журнал. – 2023. – 6(108). – С. 40-42. – URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/15592> (дата обращения: 14.04.2025). – DOI 10.32743/UniChem.2023.108.6.15592

82. Туйчиев, К.С. Эффективность кормления личинки *Hermetia illucens* отрубями зерновых культур / К.С. Туйчиев. // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. 2024;1(40):162-176.

83. Тышко, Н.В. Комплексные исследования биологической ценности белка личинки *Hermetia Illucens* / Н.В. Тышко, В.М. Жминченко, Н.С. Никитин // Вопросы питания. – 2021. – Т. 90. – № 5 (537). – С 49-58. – DOI: 10.33029/0042-8833-2021-90-5-49-58.

84. Улитина, Е.А. Новый антимикробный пищевой пептид: характеристика, свойства и оценка эффективности / Е.А. Улитина, Ш.С. Валиева, С.Л. Тихонов. // Аграрная наука. – 2024. – Т. 381, № 4. – 132-137. – DOI 10.32634/0869-8155-2024-381-4-132-137.

85. Ушакова, Н.А. Перспективы использования насекомых в кормлении сельскохозяйственных животных. Биотехнология: состояние и перспективы развития / Н.А. Ушакова, Р.В. Некрасов // Материалы VIII Московского международного конгресса / ЗАО «Экспо-биохим-технологии»; РХТУ им. Д. И. Менделеева, г. Москва, 17–20 марта 2015 г. – Москва, 2015. – С. 147-149.

86. Ушакова, Н.А. Особенности липидной фракции личинок черной львинки *Hermetia illucens* / Н.А. Ушакова, Е.С. Бродский, А.А. Коваленко. // Доклады Академии наук. – 2016. – Т. 468, № 4. – С. 462-462. – DOI 10.7868/S0869565216160258.

87. Ушакова, Н.А. Особенности биоконверсии органических отходов личинками мухи *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae, Linnaeus, 1758) / Н. А. Ушакова, А.И. Бастраков, В.П. Карагодин. // Успехи современной биологии. – 2018. – Т. 138(2). – 172-182. – DOI 10.7868/S0042132418020060.

88. Ушакова, Н. А. Использование протеин-хитинового концентрата личинок черной львинки *Hermetia illucens* в рационе всеядных рыб на примере красной тиляпии / Н.А. Ушакова, С.В. Пономарев, Ю.В. Федоровых. // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2018. – № 3(3). – С. 41-45. – DOI 10.31040/2222-8349-2018-3-3-41-45.

89. Ушакова, Н.А. Физиологические основы питательной ценности концентрата личинок *Hermetia illucens* в рационе рыб / Н.А. Ушакова, С.В. Пономарев, Ю.В. Федоровых // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2020. – № 3. – С. 293-300. – DOI: 10.31857/S0002332920030108.
90. Ушакова, Н.А. Кутикула куколок черной львинки *Hermetia illucens* как биосорбент для пробиотиков / Н.А. Ушакова, С.В. Свергузова, И.Г. Шайхиев // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2023. – № 3. – С. 332-336. DOI: – 10.31857/S1026347022601072.
91. Федорова, В.В. Использование кормовой добавки из личинок мух *Lucilia Caesar* в кормлении индюшат / В.В. Федорова, В.А. Бараников, Е.А. Романенко. // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2022. – №4. – С. 44-45. – DOI 10.33920/sel-05-2204-05.
92. Фисинин, В.И. Научные основы кормления с-х птицы / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, Т.М. Околелова. – Сергиев Посад: Типография Россельхозакадемии, 2011. – 350 с. – EDN: UCKCAF.
93. Фисинин, В.И. Иммуитет в современном животноводстве и птицеводстве: от теории к практике иммуномодуляции / В.И. Фисинин, П.Н. Сурай // Птицеводство. – 2013. – №5. – С. 4-10. – EDN: RBQGER.
94. Фролова, М.А. Сорбционные и нейтрализующие свободные радикалы свойства меланина из подмора мухи черная львинка *Hermetia illucens* / М.А. Фролова, Э.И. Зелинская, А.И. Албулов. // Ветеринарный врач. – 2022. – № 4. – С. 66-71. – DOI 10.33632/1998-698X-2022-5-66.
95. Фролова, М.А. Получение белкового гидролизата из личинок мухи черная львинка методом ферментативного гидролиза / М.А. Фролова, А.И. Албулов, Э.И. Зелинская // Пищевая промышленность. – 2023. – № 5. – С. 64-66. – DOI: 10.52653/PPI.2023.5.5.018.
96. Хайрова, А.Ш. Получение хитина из черной львинки *Hermetia illucens* путем прямой экстракции / А.Ш. Хайрова, С.А. Лопатин, О.А.

Синицына // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2018. – № 3-2. – С. 84-87. – DOI: 10.31040/2222-8349-2018-2-3-84-87

97. Хатунцев, А.И. Перспективы использования муки из личинок мух в животноводстве / А.И. Хатунцев, В.П. Старухин, В.А. Саакян // Инновационные технологии и технические средства для АПК: материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов / Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I. – Воронеж, 2016. – С. 174-176. – EDN: YEULHX.

98. Чала, Э. Роль насекомых как альтернативного источника белка в кормлении птицы: обзор / Э. Чала, В.В. Верхотуров, Е.В. Ульрих // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 3(63). – С. 155-160. – DOI 10.18286/1816-4501-2023-3-155-160.

99. Шайхиев, И.Г. Использование личинок мухи *Hermetia Illucens* в рационах кормов для выращивания поросят и взрослых свиней / И.Г. Шайхиев, С.В. Свергузова, Ж.А. Сапронова // Sciences of Europe. – 2020. – № 59. – С. 12-19. – EDN: DJOZXF.

100. Шевченко, Н.И. Альтернатива антибиотиков – антимикробные пептиды черной львинки (*Hermetia Illucens*) (обзор) / Н.И. Шевченко, Ю.А. Гусева, А.А. Васильев. // Известия нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2024. – № 1(73). – С. 201-210. – DOI 10.32786/2071-9485-2024-01-23.

101. Яковлев, Д.А. Биотехнология переработки органических отходов с получением белковых продуктов / Д.А. Яковлев, Т.И. Тупольских, Д.В. Рудой. // Современная наука и инновации. – 2019. – № 1(25). – С. 148-153. – DOI: 10.33236/2307-910X-2019-25-1-147-152.

102. Aepli, A. Industrializing the production of Black Soldier Fly larvae for animal feed / A. Aepli // Proc. IN-SECTA Conference. – Berlin; Potsdam, 2017. – S. 94.

103. Alabi, O.J. Antibiotics in broilers chicken production: a review of impacts, challenges and potential alternatives / O.J. Alabi, O.J. Makinde, S.S.A.

Egena. // Veterinary Integrative Sciences. – 2023. – Vol. 22(2). – P. 559-578. – DOI [org/10.12982/VIS.2024.039](https://doi.org/10.12982/VIS.2024.039).

104. Allegratti, G. Insect as feed : An energy assessment of insect meal as a sustainable protein source for the Brazilian poultry industry / G. Allegratti, E. Talaminu, V. Schmidt // J. Clean. Prod. – 2018. – Vol. 171. – P. 403-412. – DOI: [10.1017/S1751731119001873](https://doi.org/10.1017/S1751731119001873).

105. Alvarez, L. The Role of Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) in Sustainable Waste Management in Northern Climates / L. Alvarez // Electronic Theses and Dissertations. – Windsor, Ontario, Canada, 2012. – P. 402. DOI: [10.1088/1742-6596/1317/1/012094](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012094).

106. Baltzer, S.A. Antimicrobial peptides – promising alternatives to conventional antibiotics / S.A. Baltzer, M.H. Brown // J. Mol. Microbiol. Biotechnol. – 2011. – Vol. 20 (4). – P. 228-235. DOI: [10.1159/000331009](https://doi.org/10.1159/000331009).

107. Banks, I.J. Growth rates of black soldier fly larvae fed on fresh human faeces and their implication for improving sanitation / I.J. Banks, W.T. Gibson, M.M. Cameron. // Tropical Med Int Health. – 2014. – Vol. 19(1). – P. 14-22. – DOI [10.1111/tmi.12228](https://doi.org/10.1111/tmi.12228).

108. Barragan-Fonseca, K.B. Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) and its suitability as animal feed – a review / K.B. Barragan-Fonseca, M. Dicke, J.J. A. van Loon. // J. Insects Food Feed. – 2017. – Vol. 3(2). – P. 105-120. – DOI [10.3920/jiff2016.0055](https://doi.org/10.3920/jiff2016.0055).

109. Basharov A.A. Rezul'taty vyrashhivaniya cypljat-brojlerov pri skarmlivanii lichinok muhi chernoj l'vinki [Results of growing broiler chickens when fed larvae of the black soldier fly] / A.A. Basharov, Je.M. Andrijanova, I.F. Jumaguzin // Genetika i razvedenie zhivotnyh [Genetics and Breeding of Animals]. — 2022. — № 2. — P. 5–12. [in Russian]

110. Bednářová, M. Purine derivate content and amino acid profile in larval stages of three edible insects / M. Bednářová, M. Borkovcová // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2014. – Vol. 94. – P. 71-76. – DOI: [10.1002/jsfa.6198](https://doi.org/10.1002/jsfa.6198).

111. Berg, J. State of the art report insects as food and feed / J. Berg, K. Wendin, M. Langton // Ann. Exp. Biol. – 2017. – Vol. 5. – P. 1-9. – www.scholarsresearchlibrary.com.
112. Biasato, I. Effects of dietary *Tenebrio molitor* meal inclusion in free-range chickens / I. Biasato, M. De Marco, L. Rotolo // J. Anim. Physiol. Anim. Nutri. – 2016. – Vol. 100. – P. 1104-1112. DOI: 10.1111/jpn.12487.
113. Biasato, I. Yellow mealworm larvae (*Tenebrio molitor*) inclusion in diets for male broiler chickens: Effects on growth performance, gut morphology and histological findings / I. Biasato, L. Gasco, M. De Marco // Poult. Sci. – 2018. – Vol. 97. – P. 540-548. – DOI: 10.3382/ps/pex308.
114. Biasato, I. Partially defatted black soldier fly larva meal inclusion in piglet diets: Effects on the growth performance, nutrient digestibility, blood profile, gut morphology and histological features / I. Biasato, M. Renna, F. Gai. // J. Anim. Sci. Biotechnol. – 2019. – Vol. 19. – P. 10-12. – DOI 10.1186/s40104-019-0325-x.
115. Biasato, I. Effects of dietary *Hermetia illucens* meal inclusion on cecal microbiota and small intestinal mucin dynamics and infiltration with immune cells of weaned piglets / I. Biasato, I. Ferrocino, E. Colombino // Journal of Animal Science and Biotechnology, 2020. – Vol. 11. – P. 64-74. – DOI: 10.1186/s40104-020-00466-x.
116. Bochkarev, A.K. The influence of temperature and humidity regime on the growth and development of larvae of Black soldier flies / A.K. Bochkarev, D.S. Bryukhanov, S.M. Ermolov // Actual issues of biotechnology and veterinary medicine: theory and practice: mater. Of national scientific conference of the Institute of Veterinary Medicine. – Troitsk, 2018. – P. 17-21. – EDN: XWTIXR.
117. Boulos, S. Nitrogen-to-Protein Conversion Factors for Edible Insects on the Swiss Market: *T. molitor*, *A. domesticus*, and *L. migratoria* / S. Boulos, A. Tännler, L. Nyström. // Frontiers in Nutrition. – 2020. – Vol. 7. – P. 89. – DOI 10.3389/fnut.2020.00089.
118. Van Broekhoven, S. Growth performance and feed conversion efficiency of three edible 4 mealworm species (Coleoptera: Tenebrionidae) on diets

composed of 5 organic by-products / S. Van Broekhoven, D.G.A.B. Oonincx, A. Van Huis // Journal of Insect Physiology, article in Press. – 2015. – Vol. 73(7). – P. 1-10. – DOI: 10.1016/j.jinsphys.2014.12.005.

119. Brogden, N.K. Will new generations of modified antimicrobial peptides improve their potential as pharmaceuticals? / N.K Brogden, K.A. Brogden // International Journal of Antimicrobial Agents. – 2011. – Vol. 38. – P. 217-225. – DOI: 10.1016/j.ijantimicag.2011.05.004.

120. Bryukhanov, D.S. Increasing the degree of biological full value of the litter with the use of black soldier fly (*Hermetia Illucens*) larvae / D.S. Bryukhanov, Yu.I. Matrosova, O.A. Vlasova. // BIO Web of Conferences: International Scientific and Practical Conference. – Troitsk, 2021. – Vol. 36. – P. 05012. – DOI 10.1051/bioconf/20213605012.

121. Bryukhanov, D.S. Recycling of Animal and Bird Waste Helped by Black Lion Fly Larvae. / D.S. Bryukhanov, Yu.I. Matrosova, O.A. Vlasova // International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies. – 2022. – Vol. 13(1). – P. 1-8. – DOI: 10.14456/ITJEMAST.2022.7.

122. Caligiania, A. Composition of black soldier fly prepupae and systematic approaches for extraction and fractionation of proteins, lipids and chitin / A. Caligiania, A. Marseglia, G. Leni. // Food Research International. – 2018. – Vol. 105. – P. 812-820. – DOI 10.1016/j.foodres.2017.12.012.

123. Choi, W.H. Antibacterial effect of extracts of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) larvae against Gram-negative bacteria / W.H. Choi, J.H. Yun, J.P. Chu. // Entomol Res. – 2012. – Vol. 42(5). – P. 219-226. – DOI: 10.1111/j.1748- 5967.2012.00465.

124. Choi, Y. Effects of *Hermetia Illucens* supplementation on fecal score, blood profiles, immune response and small intestinal morphology in weaned pigs / Y. Choi, J. Kim, H. Jung // Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society. – 2020. – Vol. 21, No 4. – P. 392-399. – DOI: 10.5762/KAIS.2020/21/4/392.

125. Cickova, H. The use of fly larvae for organic waste treatment / H. Cickova, G.L. Newton, R.C. Lacy // Waste Management. – 2015. – Vol. 35. – P. 68-80. – DOI: 10.1016/j.wasman.2014.09.026.

126. Crosbie, M. The evaluation of Black soldier fly larvae meal as a novel protein source in swine diets: A thesis for the degree of Master of Science, University of Guelph / M. Crosbie // Ontario, Canada, 2020. – 104 p. – <https://hdl.handle.net/10214/21201>.

127. Cullere, M. Black soldier fly as dietary protein source for broiler quails: meat proximate composition, fatty acid and amino acid profile, oxidative status and sensory traits / M. Cullere, G. Tasoniero, V Giaccone, G. Acuti, A. Marangon, A. Dalle Zotte // Animal. – 2018. – 12(3) – P. 640-647. – DOI: 10.1017/S1751731117001860. Published July 24, 2017 PMID: 28735587.

128. Dabbou, S. Black soldier fly defatted meal as a dietary protein source for broiler chickens: Effects on growth performance, blood traits, gut morphology and histological features / S. Dabbou, F. Gai, I. Biasato // J. Anim. Sci. Biotechnol. – 2018. – Vol. 9. – P. 49. – DOI: 10.1186/s40104-018-0266-9.

129. Diamond, G. The roles of antimicrobial peptides in innate host defense / G. Diamond // Curr. Pharm. Des. – 2009. – Vol. 15. – P. 2377 - 2392.

130. Diener, S. Biological treatment of municipal organic waste using black soldier fly larvae / S. Diener, N.M.S. Solano, F.R. Gutiérrez. // Waste and Biomass Valorization. – 2011. – Vol. 2(4). – P. 357-363. – DOI 10.1007/s12649-011-9079-1.

131. Elhag, O. Screening, expression, purification and functional characterization of novel antimicrobial peptide genes from *Hermetia illucens* (L.) / O. Elhag, D. Zhou, Q. Song. – DOI 10.1371/journal.pone.0169582 // PLoS One. – 2017. – Vol. 12. – P. e0169582. – DOI: 10.1371/journal.pone.0169582.

132. Elwert C., Knips J., Katz P. A novel protein source: maggot meal of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) in broiler feed / C. Elwert, J. Knips, P. Katz // Gierus M., Kluth H., Bulang M. and Kluge H. (Eds.) 11. Tagung Schweine- und Geflügelernährung, November 23–25, 2010, Institut für Agrar- und

Ernährungswissenschaften, Universität Halle-Wittenberg. – Lutherstadt Wittenberg [Germany], 2010. – P. 140–142.

133. Ewald, N. Fatty acid composition of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) – Possibilities and limitations for modification through diet / N. Ewald, A. Vidakovic, M. Langeland, [e.a.] // Waste Manag, 2020, vol. 102, pp. 40–47. DOI:10.1016/j.wasman.

134. Gobbi P. The effects of larval diet on adult life-history traits of the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) / P. Gobbi, A. Martínez-Sánchez, S. ROJO // Eur. J. Entomol. – 2013. – Vol. 110(3). – P. 461-468. – DOI: 10.14411/eje.2013.061.

135. Guarnieri, A. Antimicrobial properties of chitosan from different developmental stages of the bioconverter insect *Hermetia Illucens* / A. Guarnieri, M. Triunfo, C. Scieuzo et al. // Scientific Reports. – 2022. – Vol. 12. – No 8084. – P. 1-12.

136. Han, R. An overview of the South Korean edible insect food industry: Challenges and future pricing/promotion strategies / R. Han, J. T. Shin, J. Kim // Entomol. Res. – 2017. – Vol. 47. – P. 141-151. DOI: 10.1111/1748-5967.12230.

137. Harlystiarini, H. In Vitro, Antibacterial Activity of Black Soldier Fly (*Hermetia Illucens*) Larva Extracts against Gram-Negative Bacteria / H. Harlystiarini, R. Mutia, I. W. T. Wibawan // Bulletin of Animal Science. – 2019. – No 43 (2). – P. 125-129. DOI: 10.21059/buletinpeternak.v43i2.42833.

138. Heakal A.A.M. Study of the antimicrobial properties of dispersive systems based on the black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae fat and the prospects of their use in medicine, veterinary and crop protection: Manuscript / A.A.M. Heakal. – 2022. – 479 p.

139. Hoffmans, Y. Can black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) be reared on waste streams for food and feed? – A safety perspective / Y. Hoffmans, T. Veldkamp, N. P. Meijer. // Journal of Insects as Food and Feed. – 2024. – Vol. 10, is. 7. – P. 1211–1221. – DOI 10.1163/23524588-20230169.

140. Van Huis, A. Insects as food and feed, a new emerging agricultural sector: a review / A. Van Huis. // Journal of Insects as Food and Feed. – 2020. – Vol. 6(1). – P. 27-44. – DOI org/10.3920/jiff2019.0017.
141. Jing, X. Antimicrobial Peptides from Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as Potential Antimicrobial Factors Representing an Alternative to Antibiotics in Livestock Farming / X. Jing, G. Chaorong, Y. Huaiying // Animals. – 2021. – No 11 (7). – P. 2-16. – DOI: 10.3390/ani11071937.
142. Jozefiak, D. Insects - a natural nutrient source for poultry - a review / D. Jozefiak, A. Jozefiak, B. Kieronczyk // Annals of Animal Science. – 2016. – Vol. 16(2). – P. 297-313. – DOI: 10.1515/aoas-2016-0010.
143. Jucker, C. Assessment of vegetable and fruit substrates as potential rearing media for *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) larvae / C. Jucker, D. Erba, M. G. Leonardi // Environ Entomol. – 2017. – Vol. 46. – P. 1415– 1423. – DOI: 10.1093/ee/nvx154.
144. Khan, S. H. Evaluating the nutritive profile of three insect meals and their effects to replace soya bean in broiler diet / S. Khan, R.U. Khan, W. Alam // J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. – 2018. – Vol. 102. – P. 662-668. – DOI: 10.1111/jpn.12809.
145. Khan, S.H. Recent advances in role of insects as alternative protein source in poultry nutrition / S.H. Khan // J. Appl. Anim. Res. – 2018. – Vol. 46. – P. 1144-1157. – DOI:10.1080/09712119.2018.1474743.
146. Kroeckel, S. When a turbot catches a fly: Evaluation of a pre-pupae meal of the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as fishmeal substitute – Growth performance and chitin degradation in juvenile turbot (*Psetta maxima*) / S. Kroeckel, A.-G.E. Harjes, I. Roth // Aquaculture. – 2012. – No 8. – P. 345-352. – DOI 10.1016/j.aquaculture.2012.08.041.
147. Lee, K.-S. Antimicrobial Activity of an Extract of *Hermetia illucens* Larvae Immunized with *Lactobacillus casei* against *Salmonella Species* / K.-S. Lee, E.-Y. Yun, T.-W. Goo. // Insects. – 2020. – Vol. 11(10). – P. 704. – DOI 10.3390/insects11100704.

148. Leong, S.Y. Feasibility study of biodiesel production using lipids of *Hermetia illucens* larva fed with organic waste / S.Y. Leong, S.R. Kutty, A. Malakahmad. // Waste Manag. – 2016. – Vol. 47. – P. 84-90. – DOI 10.1016/j.wasman.2015.03.030.
149. Li, Z. Antibacterial and immunomodulatory activities of insect defensins-DLP2 and DLP4 against multidrug-resistant *Staphylococcus aureus* / Z. Li. // Scientific Reports. – 2017. – No 7(1). – P. 1–16. – DOI 10.1038/s41598-017-10839-4.
150. Liland, N.S. Modulation of nutrient composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae by feeding seaweed-enriched media / N.S. Liland, I. Biancarosa, P. Araujo. // PLoS One. – 2017. – No 12(8). – P 1-23. – DOI 10.1371/journal.pone.0183188.
151. Liu, X. Dynamic changes of nutrient composition throughout the entire life cycle of black soldier fly / X. Liu, X. Chen, H. Wang H. // PLoS ONE. – 2017. – No 12(8). – P. e0182601. – DOI 10.1371/journal.pone.0182601.
152. Liu, C. Comprehensive Resource Utilization of Waste Using the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) / C. Liu, C Wang, H. Yao // Animals. – 2019. – Vol. 9. – P. 349. – DOI: 10.3390/ani9060349.
153. Makkar, H.P.S. State-of-the-art on use of insects as animal feed / H.P.S. Makkar, G. Tran, V. Heuze // Animal Feed Science and Technology. – 2014. – Vol. 197. – P. 1-33. – DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008.
154. Makkar, H.P.S. Review: Feed demand landscape and implications of food-not feed strategy for food security and climate change / H.P.S. Makkar // Animal. – 2018. – Vol. 12. – P. 1744-1754. – DOI: 10.1017/S175173111700324X.
155. Meneguz, M. Effect of rearing substrate on growth performance, waste reduction efficiency and chemical composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae / M. Meneguz, A. Schiavone, F. Gai // J. Sci. Food. Agric. – 2018. – Vol. 98. – P. 5776-5784. DOI: – 10.1002/jsfa.9127.
156. Menozzi, D. Eating novel foods: An application of the Theory of Planned Behaviour to predict the consumption of an insect-based product / D.

Menozzi, G. Sogari, M. Veneziani // Food Qual. Pref. – 2017. – Vol. 59. – P. 27-34.
DOI: 10.1016/J.FOODQUAL.2017.02.001.

157. Meticulous Research Accelerates its Global Expansion by Opening a Subsidiary in California, U.S. // Meticulous Market Research Pvt. Ltd. – 2021. – No 11. – P. 2. – Owler.com›company/meticulousresearch.

158. Mohamed, H. Fatty acids-enriched fraction of *Hermetia illucens* (black soldier fly) larvae fat can combat MDR pathogenic fish bacteria *Aeromonas* spp. / H. Mohamed, E. Marusich, Y. Afanasev. // Int. J. Mol. Sci. – 2021. – Vol. 22. – P. 8829. – DOI 10.3390/ijms22168829.

159. Moreki, J.C. Prospects of utilizing insects as alternative sources of protein in poultry diets in Botswana / J.C. Moreki, B. Tiroesele, S.C. Chiripasi // Journal of Animal Science Advances. – 2012. – Vol. 2(8). – P. 649-658. www.grjournals.com.

160. Moretta, A. A bioinformatics study of antimicrobial peptides identified in the Black Soldier Fly (BSFL) *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) / A. Moretta, R. Salvia, C. Scieuzo. // Scientific reports. – 2020. – Vol. 10(1). – P. 16875. – DOI 10.1038/s41598-020-74017-9.

161. Mouithys-Mickalad, A. Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae Protein Derivatives: Potential to Promote Animal Health / A. Mouithys-Mickalad, E. Schmitt, M. Dalim. // Animals. – 2020. – Vol. 10(6). – P. 941-956. – DOI 10.3390/ani10060941.

162. Mu, Q. Leaky gut as a danger signal for autoimmune diseases / Q. Mu // Frontiers in immunology. – 2017. – Vol. 8. – P. 598. DOI: 10.3389/fimmu.2017.00598.

163. Muller, A. The black soldier fly, *Hermetia illucens* - A promising source for sustainable production of proteins, lipids and bioactive substances / A. Muller, D. Wolf, H. O. Gutzeit. // Z. Naturforschung. – 2017. – Vol. 72, No 9. – P. 351-363. – DOI 10.1515/znc-2017-0030.

164. Myers, H.M. Development of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae fed dairy manure / H.M. Myers, J.K. Tomberlin, B.D.

Lambert // Environmental entomology. – 2014. – Vol. 37(1). – P. 11-15. – DOI: 10.1603/0046-225x (2008)37.

165. Mylonakis, E. Diversity, evolution and medical applications of insect antimicrobial peptides / E. Mylonakis, L. Podsiadlowski, M. Muhammed. // Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. – 2016. – Vol. 371. – P. 0290. – DOI 10.1098/rstb.2015.0290.

166. National Research Council. Nutrient Requirements of Poultry: Ninth Revised Edition, 1994. – Washington, DC: The National Academies Press, 1994 – 101 p.

167. Newton, L. Using the black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a value-added tool for the management of swine manure / L. Newton, C. Sheppard, D. W. Watson // Report for Mike Williams, Director of the Animal and Poultry Waste Management Center, North Carolina State University. – 2005. – No 6. – P. 2-17.

168. Odunayo, T. Insect base-protein: A new opportunity in animal nutrition / T. Odunayo, P. Barsony. // Acta Agraria Debreceniensis. – 2020. – No 1. – P. 129-138. – DOI 10.34101/actaagrar/1/3744.

169. Oliveira, F. Assessment of Diptera: Stratiomyidae, genus *Hermetia illucens* (L., 1758) using electron microscopy / F. Oliveira, K. Doelle, R. List // Journal of entomology and zoology studies. – 2015. – Vol. 3(5). – P. 147-152.

170. Osama, E. Screening, Expression, Purification and Functional Characterization of Novel Antimicrobial Peptide Genes from *Hermetia illucens* (L.) / E. Osama, Z. Dingzhong, S. Qi // PLoS ONE. – 2017. – Vol. 12. – 15 p. – DOI: 10.1371/journal.pone.016958.

171. Ottoboni, M. Inclusion of *Hermetia illucens* larvae or prepupae in an experimental extruded feed: process optimisation and impact on in vitro digestibility / M. Ottoboni, T. Spranghers, L. Pinotti // Italian J. Animal Sci. – 2017. – Vol. 17(2). – P. 418-427. – DOI 10.1080/1828051x.2017.1372698.

172. Park, K.H. Recombinant expression and enzyme activity of chymotrypsin-like protease from Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (Diptera:

Stratiomyidae) / K.H. Park, Y.C. Choi, S.H. Name. // Int J Ind Entomol. – 2012. – Vol. 25(2). – P. 181. – DOI 10.7852/ijie.2012.25.2.181.

173. Park, S. I. Detection of antimicrobial substances from larvae of the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) / S.I. Park, B.S. Chang, S.M. Yoe. // Entomol Res. – 2014. – Vol. 44. – P. 58–64. – DOI 10.1111/1748-5967.12050.

174. Park, S.I. Purification and characterization of a novel antibacterial peptide from black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae / S.I. Park, J.W. Kim, S.M. Yoe. // Dev Compend Immunol. – 2015. – Vol. 52. – P. 98-106. – DOI 10.1016/j.dci.2015.04.018.

175. Pasupuleti, M. Antimicrobial peptides: key components of the innate immune system / M. Pasupuleti, A. Schmidtchen, M. Malmsten. – DOI 10.3109/07388551.2011.594423 // Crit Rev Biotechnol. – 2012. – No 32(2). – 143-171.

176. Pendyurin, E.A. The use of the Black soldier fly zoocompost as an organic fertilizer / E.A. Pendyurin, S.Yu. Rybina, L. M. Smolenskaya // Agrarian Science. – 2020. – No 7-8. – P. 106-110. – DOI:10.17238/issn2587-666X.2022.3.45.

177. Phaengphairee, P. Dietary supplementation with full-fat *Hermetia illucens* larvae and multi-probiotics, as a substitute for antibiotics, improves the growth performance, gut health, and antioxidative capacity of weaned pigs / P. Phaengphairee, W. Boontiam, A. Wealleans. // BMC Vet Res. – 2023. – Vol. 19(1). – P. 7. – DOI 10.1186/s12917-022-03550-8.

178. Pieterse, E. Black soldier fly (*Hermetia illucens*) pre-pupae meal as a dietary protein source for broiler production ensures a tasty chicken with standard meat quality for every pot / E. Pieterse, S.W. Erasmus, T. Uushona // J. Sci. Food. Agric. – 2019. – Vol. 99. – P. 893-903. – DOI: 10.1002/jsfa.9261.

179. Roháček, J. A northernmost European record of the alien black soldier fly *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Stratiomyidae) / J. Roháček, M. Hora // Čas. Slez. Muz. – Opava (A), 2013. – P. 101-106. – DOI: 10.2478/cszma-2013-0011.

180. Rumpold, B.A. Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production / B.A. Rumpold, O.K. Schlüter. // Innovative Food Science and Emerging Technologies. – 2013. – Vol. 17. – P. 1-11. – DOI 10.1016/j.ifset.2012.11.005.
181. Ryan, L.K. Detection of HBD1peptide in peripheral blood mononuclear cell subpopulations by intracellular flow cytometry / L.K. Ryan, G. Diamond, S. Amrute. // Peptides. – 2003. – Vol. 24. – P. 1785–1794. – DOI 10.1016/j.peptides.2003.09.021.
182. Sarkinas, A. Influence of fat additives of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) larvae on the dynamics of microorganisms in model food systems / A. Sarkinas, L. Trakselė, A. Zabulionė. – URL:<http://www.insectum.eu/wp-content/uploads/2022/09/Foodmicro-poster-A> (дата обращения: 23.04.2025).
183. Schiavone, A. Partial or total replacement of soybean oil by black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) fat in broiler diets: effect on growth performances, feed-choice, blood traits, carcass characteristics and meat quality / A. Schiavone, M. Cullere, M. De Marco. // Italian Journal of Animal Science. – 2017. – Vol. 16(1). – P. 93-100. – DOI 10.1080/1828051X.2016.1249968.
184. Schiavone, A. Nutritional value of a partially defatted and a highly defatted black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) meal for broiler chickens: Apparent nutrient digestibility, apparent metabolizable energy and apparent ileal amino acid digestibility / A. Schiavone, M. De Marco, S. Martinez // J. Anim. Sci. Biotechnol. – 2017. – No 8. – P. 1-9. – DOI: 10.1186/s40104-017-0181-5.
185. Schiavone, A. Black soldier fly larva fat inclusion in finisher broiler chicken diet as an alternative fat source / A. Schiavone, S. Dabbou, M. De Marco // Animal. – 2018. – Vol. 12. – P. 2032-2039. – DOI: 10.1017/S1751731117003743.
186. Secci, G. Barbary partridge meat quality as affected by *Hermetia illucens* and *Tenebrio molitor* larva meals in feeds / G. Secci, G. Moniello, L. Gasco // Food Res. Int. – 2018. – Vol. 112. – P. 291-298. – DOI: 10.1016/j.foodres.2018.06.045.

187. Seyedalmoosavi M.M. Growth efficiency, intestinal biology, and nutrient utilization and requirements of black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae compared to monogastric livestock species: a review / M.M. Seyedalmoosavi, M. Mielenz, T. Veldkamp [et al.] // J Animal Sci Biotechnol. — 2022. — № 13. — P. 31.
188. Sogari, G. Sensory-liking expectations and perceptions of processed and unprocessed insect products / G. Sogari, D. Menozzi, C. Mora // Int. J. Food Sys. Dyn. — 2018. — Vol. 9. — P. 314-320. — DOI: 10.18461/ijfsd.v9i4.942.
189. Sogari, G. The Potential Role of Insects as Feed: A Multi Perspective Review / G. Sogari, M. Amato, I. Biasato // Animals. — 2019. — No 9. — P. 119. — DOI: 10.3390/ani9040119.
190. Spranghers, T. Insects in animal feed: Acceptance and its determinants among farmers, agriculture sector stakeholders and citizens / T. Spranghers, P. De Clercq, S. De Smet // Anim. Feed Sci. Tech. — 2015. — Vol. 204. — P. 72-87. — DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2015.04.001.
191. Spranghers, T. Gut antimicrobial effects and nutritional value of black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) prepupae for weaned piglets / T. Spranghers, J. Michiels, J. Vrancx // Anim. Feed Sci. Technol. — 2018. — Vol. 235. — P. 33-42. — DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2017.08.012.
192. Stamer, A. Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.) larvae-meal as an example for a new feed ingredients' class in aquaculture diets / A. Stamer, S. Wesselss, R. Neidigk // Rahmann G., Aksoy U. // Proceedings of the 4th ISO FAR Scientific Conference. 'Building Organic Bridges', at the Organic World Congress 2014, 13–15 Oct. – Istanbul [Turkey], 2014. — P. 1043-1046.
193. Stanley, D. Intestinal microbiota associated with differential feed conversion efficiency in chickens / D. Stanley, S. E. Denman, R. J. Hughes // Appl. Microbiol. Biotechnol. — 2012. — Vol. 96. — P. 1361-1369. — DOI: 10.1007/s00253-011-3847-5.
194. Tschirner, M. Influence of different growing substrates and processing on the nutrient composition of black soldier fly larvae destined for

animal feed / M. Tschirner, A. Simon. // Journal of Insects as Food and Feed. – 2015. – Vol. 1(4). – P. 1-12. – DOI 10.3920/JIFF2014.0008.

195. Veldkamp, T. Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets - A feasibility study = Insecten ALS duurzame diervoedergrondstof in varkens- en pluimveevoeders – een haalbaarheidsstudie / T. Veldkamp, G. van Duinkerken, A. van Huis // Wageningen UR Livestock Research. – 2012. – Vol. 638. – P. 1-48.

196. Veldkamp, T. Insects: a protein rich feed ingredient in pig and poultry diet / T. Veldkamp, G. Bosch // Animal Frontiers. – 2015. – Vol. 5(2). – P. 45-50.

197. Vilela, J.S. Black soldier fly larvae in broiler diets improve broiler performance and modulate the immune system / J.S. Vilela, N.M. Andronicos, et al. // Anim Nutr 2021 Sep; 7(3):695-706. DOI: 10.1016/j.aninu.2020.08.014.

198. Wang, J. Housefly larvae hydrolysate: orthogonal optimization of hydrolysis, antioxidant activity, amino acid composition and functional properties / J. Wang, Y. Wang // BMC Research Notes. – 2013. – No 6. – P. 1-10. – DOI: 10.1186/1756-0500-6-197.

199. Wang, H. Insect bio refinery: a green approach for conversion of crop residues into biodiesel and protein / H. Wang, K. Rehman, X. Liu. // Biotechnology for Biof. and Bioproducts. – 2017. – No 10(1). – P. 304. – DOI 10.1186/s13068-017-0986-7.

200. Wang, Y.S. Review of black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) as animal feed and human food / Y.S. Wang, M. Shelomi. // Foods. –2017. – No 6(10). – P. 91. – DOI 10.3390/foods6100091.

201. Webster, C.D. Bio-Ag reutilization of distiller's dried grains with solubles (DDGS) as a substrate for black soldier fly larvae, *Hermetia illucens* L., along with poultry by-product meal and soybean meal, as total replacement of fish meal in diets for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* / C.D. Webster, S.D. Rawles, J. F. Koch. - DOI 10.1111/anu. 12316 // Aquaculture Nutr. – 2015. – Vol. 22(5). – P. 976-988. – DOI: 10.1111/anu.12316.

202. Wong, C.-Y. Potential Protein and Biodiesel Sources from Black Soldier Fly Larvae: Insights of Larval Harvesting Instar and Fermented Feeding Medium / C.-Y. Wong, S. S. Rosli, Y. Uemura. // *Energies*. – 2019. – No 12(8). – P. 1570. – DOI 10.3390/en12081570.
203. Wu, Q. Insect Antimicrobial Peptides, a Mini Rev. / Q.Wu, J. Patocka, K. Kuca // *Toxins*. – 2018. – No 10(11). – P. 461. – DOI 10.3390/toxins10110461.
204. Yi, H.Y. Insect antimicrobial peptides and their applications / H.Y. Yi, M. Chowdhury, Y.D. Huang. // *Appl Microbiol Biotechnol*. – 2014. – Vol. 98. – P. 5807. – DOI 10.1007/s00253-014-5792-6.
205. Yu, M. Evaluation of full-fat *Hermetia illucens* L. larvae meal as a fishmeal replacement for weanling piglets: Effects on the growth performance, apparent nutrient digestibility, blood parameters and gut morphology / M. Yu, Z. Li, W. Chen // *Animal Feed Science and Technology*. – 2020. – Vol. 264. – P. 114431. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2020.114431.
206. Zazimko, M. The effect of the protein-vitamin-mineral mixture “Innovation–BAC” in the water supply system of broiler chickens / M. Zazimko, N. Zabashta, E. Golovko. // *Bio WEB of Conferences / International Scientific and Practical Conference on Genetic Resources (Genetic Resources 2024)*. – 2024. – Vol. 149. – P. 01019. – DOI 10.1051/bioconf/202414901019.
207. Zazimko, M. The larva of *Hermetia illucens* L. in the diet of broiler poultry / M. Zazimko, N. Zabashta, E. Golovko. // *Bio WEB of Conferences / International Scientific and Practical Conference on Genetic Resources (Genetic Resources 2024)*. – 2024. – Vol. 149. – P. 01018. – DOI 10.1051/bioconf/202414901018.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ
НА ИЗОБРЕТЕНИЕ
№ 2840844

**Белково-витаминно-минеральная добавка для поения
сельскохозяйственных животных и кур**

Патентообладатель: *Общество с ограниченной
ответственностью "НПО "ИННОВЕЙШН" (RU)*

Авторы: *Забашта Николай Николаевич (RU), Зазимко
Михаил Александрович (RU)*

Заявка № 2024126065
Приоритет изобретения 04 сентября 2024 г.
Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 28 мая 2025 г.
Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 04 сентября 2044 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности



Ю. С. Зубов



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(19) RU (11) 2 853 487⁽¹³⁾ C1(51) МПК
A23K 50/75 (2016.01)
A23K 50/60 (2016.01)
A23K 10/20 (2016.01)
A23K 20/10 (2016.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

A23K 50/75 (2025.08); A23K 50/60 (2025.08); A23K 10/20 (2025.08); A23K 20/10 (2025.08)

(21)(22) Заявка: 2025110530, 23.04.2025

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.04.2025Дата регистрации:
23.12.2025

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 23.04.2025

(45) Опубликовано: 23.12.2025 Бюл. № 36

Адрес для переписки:

350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул.
им. Калинина, 13, ФГБОУ ВО "КГАУ",
Кошнев Андрей Георгиевич

(72) Автор(ы):

Забашта Николай Николаевич (RU),
Завимко Михаил Александрович (RU),
Нестеренко Антон Алексеевич (RU),
Сарбатова Наталья Юрьевна (RU),
Востриков Владимир Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Кубанский государственный
аграрный университет имени
И.Т.Трубилина" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2819929 C1, 28.05.2024, RU
2793630 C1, 04.04.2023, RU 2352141 C1,
20.04.2009, CN 113261624 A, 17.08.2021.

(54) Способ повышения продуктивности цыплят-бройлеров

(57) Реферат:

Изобретение относится к области сельского хозяйства, в частности к способу повышения продуктивности цыплят-бройлеров. Способ характеризуется тем, что цыплятам-бройлерам в возрасте 6, 7, 17-23, 27-34 дней при поении вводят добавку из расчета 1 литр добавки на 1 тонну воды. Добавку получают из измельченных личинок мухи черной львинки *Nesmetia illusea* и катализатора в виде 1% раствора HCl при следующем соотношении 50:1 с

последовательным выполнением выдерживания полученной смеси при постоянном нагреве до 80-90°C в течение 6 часов, фильтрации и смешивания полученного фильтрата с молочной кислотой и дистиллированной водой. Исходные компоненты берут в определенном соотношении. Использование изобретения позволит повысить продуктивность цыплят-бройлеров и снизить их падеж. 3 табл.

Утверждаю
Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет
им. И.Т. Трубилина»
М.А. Зазимко
«18» _____ 2025 г.



АКТ **о внедрении законченных научно-исследовательских разработок** **в сельскохозяйственное производство**

Мы, нижеподписавшиеся, представители Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина», заведующий кафедрой, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Забашта Н.Н., соискатель Зазимко Михаил Александрович; доктор биологических наук, Головкин Е.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, Синельщикова И.А., с одной стороны, и представитель крестьянского фермерского хозяйства – КФХ «Папов Сафарбий Бахчериевич», Краснодарский край, Республика Адыгея, Кошехабльский район, а. Кошехабль, директор хозяйства, Папов Сафарбий Бахчериевич, с другой стороны, составили настоящий акт о том, что в период с 2024 по 2025 г. проведена научно-исследовательская работа «Изучить продуктивность птицы при использовании белково-витаминно-минеральной добавки «Инновейшн-БАК» из гидролизата личинок *Hermetia illucens* L. в составе питьевой воды и установить экономическую эффективность производства цыплят-бройлеров кросса «COBB 500 FF», выполненная соискателем М.А. Зазимко при участии научных и производственных специалистов.

Впервые получены результаты производственной апробации оригинальной белково-витаминно-минеральной добавки «Инновейшн-БАК» собственного производства в системе водопоя цыплят-бройлеров. Новизна исследований подтверждена двумя патентами на изобретение (RU № 2840844, RU № 2840845).

В процессе внедрения выполнены следующие работы:

- проведена производственная апробация белково-витаминно-минеральной добавки «Инновейшн-БАК» в системе водопоя цыплят-бройлеров кросса «COBB 500 FF»;
- изучено влияние добавки «Инновейшн-БАК» в оптимальных дозах на зоотехнические показатели цыплят-бройлеров кросса «COBB 500 FF» в условиях научно-производственных испытаний;

– определено влияние добавки «Инновейшн-БАК» на мясную продуктивность, убойные показатели и физико-химические и технологические характеристики мяса бройлеров;

– дана экономическая оценка эффективности выращивания цыплят – бройлеров кросса «СОВВ 500 FF» в условиях КФХ «Папов Сафарбий Бахчериевич».

От выполненных экспериментальных работ и внедрения их результатов в производство получен следующий эффект:

1. В условиях ИП КФХ Папов Сафарбий Бахчериевич на поголовье цыплят-бройлеров кросса «СОВВ 500 FF», проведены испытания добавки «Инновейшн-БАК» в составе питьевой воды в количестве 0,5 л/т в течение первых трех недель и 1,0 л/т с 22 по 37 день выращивания птицы.

2. Добавка способствовала увеличению абсолютного прироста живой массы – на 11,7 %, затрат корма на единицу прироста живой массы – на 7,9 % (конверсия корма составила 1,52 кг против 1,64 кг/кг прироста ж. м. в контрольной группе).

3. По результатам исследования установлены более высокие показатели переваримости сухого вещества на 3,6 %, сырого протеина – на 5,2 %, сырой клетчатки – на 4,1 %, сырого жира – на 7,5 %, чем у аналогов контрольной группы.

4. В возрасте 37 дней количество полезной микрофлоры как в контроле, так и в опытной группе, было достоверно больше по сравнению с 7 дневным возрастом, соответственно, на 2 и 3; 5 и 7; 3 и 4; 1 и 3; 3 и 4 порядка. Уровень условно-патогенных и патогенных микроорганизмов снизился более, чем в десять раз.

5. Добавка способствовала улучшению убойной массы потрошенной тушки на 9,3 %, грудных мышц на 4,2 % и выхода съедобных частей на 2,5 %. Содержание белка в мышцах повысилось на 0,9 %. Дегустационная оценка мяса и бульона опытной группы была выше, соответственно на 12,5 %, по бульону – на 6,9 %, по сравнению с контролем.

6. Содержание белка в мышцах было на 0,9 % выше, по сравнению с контролем. БКП грудной мышцы цыплят в опытной группе был также выше, на 7,7 %, по сравнению с контрольной группой.

7. Дегустационная оценка мяса цыплят – бройлеров из опытной группы птицы в производственных испытаниях набрала более высокие баллы по сравнению с контролем.

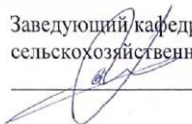
8. Использование добавки привело к снижению затрат корма на 1 кг прироста живой массы цыплят – бройлеров на 8,3 %; увеличению прибыли на 8,0 %; повышению рентабельности на 7,5%.

Предложение по дальнейшему внедрению результатов работы: Для увеличения прироста живой массы птицы, улучшения качества мяса бройлеров и повышения экономической эффективности производства рекомендуется использовать добавку «Инновейшн-БАК» из гидролизированных личинок мухи *Hermetia illucens* L. в составе питьевой воды для бройлеров в количестве 0,5 л/т в течение первых трех недель и 1,0

л/т с 22 по 37 день выращивания; применять разработанный и запатентованный «Способ производства белково-витаминно-минеральной добавки для поения сельскохозяйственных животных и кур» (Патент RU № 2 840 845).

**Представители
ВГБОУ КубГАУ**

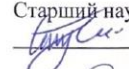
Заведующий кафедрой, доктор
сельскохозяйственных наук


Н.Н. Забашта

Ведущий научный сотрудник, доктор биол. наук


Е.Н. Головки,

Старший научный сотрудник, кандидат с.-х. наук,

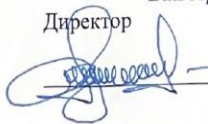

И.А. Синельщикова

Соискатель


М.А. Зазимко

**Представитель
КФХ «Папов Сафарбий
Бахчериевич»**

Директор


С.Б. Папов

