ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора биологических наук, профессора, заведующего кафедрой биохимии и физиологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины» Карпенко Ларисы Юрьевны на диссертационную работу ХАМВИ МОХАМАД НАВАР на тему: «Эффективность использования комплекса протеаз и кристаллических форм аминокислот в кормлении цыплят-бройлеров», представленную к защите в диссертационный совет 35.2.030.10 на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства.

Актуальность темы. Проблема снижения кормовых затрат в птицеводстве при одновременном уменьшении уровня сырого протеина в рационе связана с необходимостью сократить себестоимость продукции (ведь корма составляют до 70% всех затрат) и минимизировать нагрузку на экологию (выбросы азота), сохранив при этом высокую продуктивность птицы. Основные пути решения и современные подходы заключаются в переходе от ориентации на «сырой протеин» к ориентации на «усвояемый протеин» (аминокислотный состав), в пошаговом (на 1–2% за фазу) снижение сырого протеина с компенсацией дефицита за счет промышленных аминокислот, что позволяет снизить стоимость рецепта без потери продуктивности. Отдельно можно выделить введение в рацион ферментов (например, ксиланаз, фитаз, протеаз), что ведет к разрушению трудноусвояемых антиалиментарных факторов кормового сырья и повышает доступность природного белка и аминокислот из растительных компонентов (шротов, жмыхов, зерновых), позволяя эффективнее использовать более дешевые ингредиенты. А использование специализированных добавок и пробиотиков оптимизирует микрофлору кишечника и улучшает всасывание питательных веществ, что сокращает удельный расход корма на единицу продукции. Таким образом комплексные исследования по разработке и обоснованию технологии синергетического применения специфических протеаз и кристаллических аминокислот в низкопротеиновых рационах бройлеров с включением перьевой муки и труднорасщепляемых белков кукурузы — это не только актуальная научная задача, но и практическая необходимость. Без неё сложно обеспечить конкурентоспособность и устойчивое развитие отечественного птицеводства.

Степень разработанности темы. Тема диссертационного исследования является современной и актуальной, как протеиновому, так и аминокислотному питанию птицы, а также снижению себестоимости продукции, повышению эффективности использования ресурсов и минимизации экологической нагрузки. Работа посвящена комплексному решению проблемы повышения питательной ценности и эффективности

использования низкопротеиновых рационов для бройлеров за счёт синергетического применения комплекса протеаз и кристаллических аминокислот. В мировой и отечественной научной литературе альтернативные корма — перьевая и мясокостная мука — рассматривают как способ повысить доступность аминокислот и точно скорректировать их высвобождающийся профиль кристаллическими аминокислотами. Однако работ, где такая технология оценивалась бы одновременно по продуктивным показателям, экономической целесообразности и снижению экологической нагрузки через уменьшение экскреции азота недостаточно. Практически отсутствуют исследования, в которых был бы пройден полный цикл: валидация методов оценки протеаз in vitro и изучение их воздействия на переваримость сырья, физиологический опыт на птице, производственная проверка и расчет экономико-экологической эффективности.

Цели и задачи исследования. Целью работы являлась разработка эффективной технологии кормления бройлеров на основе низкопротеиновых рационов с включением перьевой муки, балансируемых кристаллическими аминокислотами и комплексом протеаз для повышения продуктивности, экономической и экологической эффективности производства.

Для реализации поставленной цели автором были сформулированы 7 задач, которые позволили полностью достичь реализацию поставленной цели. Результаты, полученные в ходе исследований достаточно полно отражены в выводах.

1. Провести сравнительную валидацию и верификацию методов оценки протеолитической активности ферментных препаратов от разных производителей in vitro.
2. Определить влияние комплекса протеаз на переваримость сухого вещества и сырого протеина мясокостной и перьевой муки в условиях in vitro моделирования.
3. Установить оптимальный уровень включения протеаз в низкопротеиновые рационы бройлеров, содержащие мясокостную муку, по показателям продуктивности и усвояемости питательных веществ in vivo.
4. Разработать подходы к балансированию низкопротеиновых вегетарианских рационов с включением кукурузного глютена с протеазами по аминокислотному составу и оценить их влияние на рост, конверсию корма и качество тушей бройлеров.
5. Дать комплексную оценку практического потенциала совместного применения оптимизированных уровней протеаз, и аминокислот в низкопротеиновых рационах с перьевой мукой на продуктивные показатели и физиологический статус птицы.
6. Определить экологическую и экономическую эффективность предложенной стратегии кормления.
7. Провести производственную проверку разработанной рецептуры комбикорма в условиях промышленного птицеводческого предприятия.

Научная новизна. Впервые адаптирован и валидирован двухэтапный метод in vitro для оценки истинной переваримости сырого протеина и сухого вещества мясокостной и, перьевой муки, как трудноусвояемого субстрата. Показано на модели низкопротеиновых рационов с включением перьевой муки научно обоснован и экспериментально доказан синергетический эффект от сочетанного применения комплекса экзогенных протеаз и прецизионной балансировки кристаллическими аминокислотами.

Разработаны и валидированы протоколы определения протеазной активности, специфически адаптированные к анализу ферментных препаратов, премиксов и готовых комбикормов.

Доказана не только продуктивная, но и значимая экологическая эффективность данной технологии, выражающаяся в снижении экскреции общего азота с пометом, это способствует снижению эвтрофикации водоёмов биогенными (N, P) элементами.

Впервые установлено, что ключевым механизмом действия протеаз является дозозависимая стимуляция активности эндогенных ферментов полостного и пристеночного пищеварения в тонком кишечнике бройлеров.

Теоретическая и практическая значимость работы. Получены новые данные о взаимодействии экзогенных протеаз и кристаллических аминокислот; это взаимодействие раскрывает физиологическую основу усиления полостного и пристеночного пищеварения у птиц. Разработана и экспериментально подтверждена концепция прецизионного балансирования низкопротеиновых рационов с включением альтернативных белковых источников. Она дополняет теорию аминокислотного питания и метаболизма азота. Результаты создают теоретическую базу для ресурсосберегающих и экологически ориентированных технологий кормления, отвечающих принципам экономики замкнутого цикла.

Теоретическая значимость работы состоит в углублении и расширении научных представлений в области нутрициологии сельскохозяйственной птицы. Мы предлагаем валидированные и усовершенствованные протоколы оценки in vitro протеолитической активности ферментов и переваримости трудноусвояемых кормовых белков — это повышает точность и воспроизводимость экспериментов.

Работу отличает несомненно и практическая значимость, которая связана с прямой возможностью внедрения результатов в промышленное бройлерное птицеводство. Разработанные рецептуры комбикормов со сниженным уровнем сырого протеина, сбалансированные кристаллическими аминокислотами и комплексом протеаз, позволяют сократить долю дорогостоящего соевого шрота до 27 % за счет перьевой муки и кукурузного глютена. Внедрение в промышленное птицеводство результатов научного исследования дает прямую экономию на себестоимости кормов, повышает продуктивность на 5–9 %, улучшает затраты корма до 1,46–1,59 кг/кг и

увеличивает выход мяса с единицы площади. Апробированные аналитические методики готовы к внедрению в систему производственного контроля качества сырья и ферментных препаратов на комбикормовых заводах. Важнейший практический итог — доказанная экологическая эффективность технологии: выделение азота с помётом снижается более чем на 10 %, что уменьшает нагрузку на окружающую среду и соответствует жестким экологическим стандартам.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Обоснованность научных выводов диссертации базируется на глубоком анализе литературных источников и собственных экспериментальных данных. Научные положения, сформулированные автором, аргументированы корректной методической обработкой репрезентативного по объему и качеству фактического материала.

Экспериментальная часть работы проводилась на сертифицированном оборудовании с применением современных химических, биохимических, клинических, аналитических и других методов. Полученные цифровые данные систематизированы в таблицах, подвергнуты корректному математико-статистическому анализу и грамотной интерпретации. Высокую информативность и наглядность работе придают включенные в текст иллюстративные материалы (фотографии, рисунки, схемы и диаграммы), которые существенно облегчают восприятие результатов.

Достоверность научных результатов и выводов диссертации обеспечена корректной методологией исследований, применением общепринятых и современных аналитических методик, а также репрезентативностью экспериментальных данных, полученных на значительном фактическом материале. Статистическая обработка цифровых данных выполнялась с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2010.

Ключевые научные положения, основные выводы и практические рекомендации диссертанта обладают прочным теоретическим и экспериментальным обоснованием, а их внедрение подтверждено соответствующими производственными актами. Таким образом, степень обоснованности результатов как анализа документации, так и экспериментальной части работы оценивается как высокая.

Оценка содержания и оформления диссертации

Диссертационное исследование ХАМВИ МОХАМАД НАВАР имеет традиционную структуру и полностью отвечает нормативным требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Диссертационная работа изложена на 154 страницах машинописного текста и включает в себя необходимые разделы (введение, обзор литературы, материал и методы исследований, результаты собственных исследований и их

обсуждение, заключение, предложения производству, перспективы дальнейшего исследования и список использованной литературы, список сокращений). Список литературы состоит из 173 источников, в том числе 81 из них иностранных. Работа иллюстрирована 44 таблицами и 1 рисунком.

Анализ структуры и содержания рецензируемой работы свидетельствует о высоком методологическом уровне ее выполнения. Во *введении* соискатель всесторонне и аргументированно раскрывает актуальность избранной темы, дает объективную оценку степени ее научной разработанности, четко определяет цель и логически связанные с ней задачи. Вводная часть содержит исчерпывающие сведения о научной новизне, теоретической и практической значимости работы. Здесь же представлены методологическая основа исследования, положения, выносимые на защиту, а также данные об апробации полученных результатов и полноте их опубликования в открытой печати.

Раздел «*Обзор литературы*» выполнен в форме глубокого анализа современных отечественных и зарубежных научных публикаций. Автор системно представляет современные аспекты и тенденции применения кормовых протеаз в России и за рубежом в кормлении животных. Анализ исследований по данному вопросу убедительно показал, что экономическая выгода от кормовых протеаз не сводится к прямой экономии на дорогих белковых компонентах. Она включает и улучшение общих показателей эффективности кормления, поэтому протеазы считаются перспективным инструментом для современного животноводства и птицеводства. Автор подробно остановился на анализе особенностей лабораторного анализа протеаз и оценки их активности, проанализировав многочисленные литературные данные и дав подробную характеристику и осветив все положительные стороны и недостатки каждого применяемого в современном анализе метода. Убедительно показал, что в целом методы анализа протеаз продолжают развиваться в сторону большей точности, скорости и доступности, при этом сохраняется высокая степень стандартизации и контроля качества. Анализируя исследования по физико-химическим свойствам кормового протеина как субстрата для протеолитических ферментов автором диссертации но основании обобщения научного материала сделан вывод, что комплексный подход к переработке кормовых белков, учитывающий их структурные особенности и современные методы модификации, позволяет преодолеть основные технологические ограничения и максимально реализовать питательный потенциал кормов. Большое внимание в обзоре литературы уделено исследованиям по изучению протеолитической системы желудочно-кишечного тракта сельскохозяйственных птиц. Дана подробная характеристика основных протеолитических ферментов желудочно-кишечного тракта сельскохозяйственных птиц, что важно не только с теоретической точки зрения, но имеет практическое приложение, позволяющее создавать более эффективные системы кормления и улучшать экономические показатели

птицеводческих хозяйств. Подробно освещены и мировые исследования по современным трендам протеинового и аминокислотного питания в нутрициологии животных. Сделано заключение, что современные технологии кормления, включая системы прецизионного питания и ферментативную обработку кормов, открывают новые возможности для оптимизации рационов. Особую перспективу представляют разработки кормовых добавок с контролируемым высвобождением активных компонентов, позволяющие поддерживать оптимальный уровень питательных веществ в организме птицы. Большое внимание в обзоре уделено методологии использования показателей переваримости сухого вещества и протеина in vitro. Ценность данной главы заключается в том, что методология оценки переваримости сухого вещества и протеина in vitro быстро развивается и прочно вошла в арсенал исследований кормления. Точности этих методов достаточно для скрининга и сравнительного анализа: они дают возможность прогнозировать питательную ценность кормовых ингредиентов и эффективность ферментных препаратов, включая протеазы. А самое главное, что это напрямую соответствует задачам представленной работы. Развитие методов в сторону большей физиологической релевантности, стандартизации и высокой производительности открывает новые возможности, что позволяет глубже изучать процессы пищеварения и оптимизировать рационы сельскохозяйственной птицы.

Раздел «*Материалы и методы исследований*» характеризуется детальностью описания. В ходе работы применялись взаимодополняющие группы методов: зоотехнические и производственные (постановка опытов, учет продуктивности, балансовые испытания), физиологические и морфологические (контрольный убой, анатомическая разделка, отбор биологических образцов), биохимические и аналитические (определение активности ферментов, биохимический анализ крови, оценка состава кормов) и статистические методы обработки данных. Диссертантом последовательно изложены схемы проведения комплексных экспериментов. Структура и последовательность научных изысканий разрабатывалась с учетом необходимости решения фундаментальных вопросов методологии оценки питательности кормов и прикладных задач оптимизации кормления сельскохозяйственной птицы, что определило реализацию работы в три логически взаимосвязанных этапа (исследования *in vitro* и in *vivo), а* также производственная проверка. Четкое указание объемов выборок сельскохозяйственной птицы, точных дозировок, кратности и длительности применения изучаемых рационов подтверждает воспроизводимость экспериментов и обеспечивает объективность последующей оценки полученных результатов.

Раздел *«Результаты собственных исследований»* составляет основную научно-практическую значимость диссертации и содержит большой объем первичных данных. В этой главе соискатель последовательно излагает этапы валидации и верификации методов оценки активности протеаз с

использованием методик разных производителей. Особого внимания заслуживает комплекс исследований по применению разных методов и подходов для оценки переваримости сухого вещества, сырого протеина мясокостной и перьевой муки in vitro. Автором детально характеризован использование различных уровней протеаз в кормлении цыплят- бройлеров. Научно обоснованным выглядят представленные автором подходы к балансированию низкопротеиновых растительных рационов бройлеров кристаллическими формами аминокислот. Убедительно раскрыт и опытным путем доказан практический потенциал применения разных концентраций комплекса протеаз, кристаллических форм аминокислот в низкопротеиновых рационах бройлеров с включением перьевой муки. Опытным путем подтверждёна физиологическая безопасность и адаптивность метаболических процессов у бройлеров при использовании низкопротеиновых рационов, сбалансированных аминокислотами и протеазами. Широкие производственные испытания полностью подтвердили высокую экономическую целесообразность внедрения разработки. Производственная проверка подтвердила высокую экономическую эффективность. За 42-суточный цикл в новом варианте достигнуто увеличение конечной живой массы на 5,2% (3017 г против 2890 г), улучшение FCR на 3,7% (1,57 против 1,60 кг/кг), повышение сохранности до 97,9% и выхода мяса с 1 м² до 65,0 кг. Снижение стоимости комбикорма на 4,1% (24,92 руб./кг против 25,98 руб./кг) при росте производства позволило сократить затраты на корма на 29,1 тыс. руб. и повысить рентабельность по производственной цене на 7,8% и на 9,8% при реализации мяса бройлеров в виде тушек по потребительской цене. Особенного внимания заслуживают и экологические аспекты предложенных автором диссертации разработок. Сбалансированные низкопротеиновые рационы с протеазами напрямую снижают азотную нагрузку на окружающую среду. Более полное использование протеина уменьшило экскрецию общего азота с помётом на 10,8 %, а содержание аммонийного азота — на 3,8 %. Причина такого явления, по мнению автора является рост ретенции азота организмом на 10 % и повышение эффективности его использования до 69,40 %, что на 3 % выше контроля. Падение концентрации азотистых соединений в помёте подтверждает экологическую эффективность стратегии.

В разделе «*Заключение*» информативно подводится итог проведенных исследований, представлено 10 обоснованных и аргументированных выводов, сформулированных на основании полученных результатов. Практические предложения представляют собой пошаговые аргументированные и научно обоснованные рекомендации по реализации предложенной и разработанной автором стратегии для комплексного повышения продуктивности бройлеров, улучшения усвояемости питательных веществ и азотного метаболизма, а также снижения экологической нагрузки на окружающую среду.

Подтверждение опубликованных основных результатов диссертации. На основании полученных данных диссертационной работы

опубликовано 13 работ, из которых 4 – в изданиях, включенных в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов, утвержденных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской федерации и рекомендованных для публикации основных научных результатов диссертации на соискание ученой степени. Результаты, полученные в ходе исследований изложены в монографии: **Хамви М.Н.** Удовлетворение потребностей быстрорастущих цыплят-бройлеров и нильской тиляпии в разветвлённых аминокислотах и экзогенных протеазах / Х. Салех, М. Н. Хамви, Н. П. Буряков, С. О. Шаповалов // Фундаментальная и прикладная наука: состояние и тенденции развития. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2026. – С. 299-319. – EDN IQAGTU. - DOI 10.46916/02062026-1-978-5-00215-476-0.

Соответствие содержания автореферата основным положения диссертации. Автореферат диссертации (25 с.) лаконично и полно отражает основное содержание проведенного исследования. Выводы, представленные в автореферате, полностью идентичны выводам диссертационной работы.

В целом, текст диссертации и автореферат ХАМВИ МОХАМАД НАВАР написаны грамотным языком с строгим соблюдением норм научного стиля. Материал тщательно вычитан, структурно и технически оформлен в полном соответствии с действующими нормативными требованиями, читается легко и воспринимается без затруднений.

Схема исследований выстроена четко и логично. Каждое научное положение достоверно подтверждено полученными в результате опытов результатами.

Особо хотелось бы отметить глубокий анализ влияния сбалансированных низкопротеиновых рационов с протеазами на физиологические параметры птицы, активность пищеварительных ферментов, состояние органов пищеварения.

Принципиальных замечаний, способных снизить ценность работы, нет. Однако в ходе рецензирования диссертации возникло несколько вопросов, на которые хотелось бы услышать пояснения.

1. В автореферате и диссертации отсутствует раздел личный вклад. В связи с тем, что при реализации поставленных задач автором использовались зоотехнические и производственные (постановка опытов, учет продуктивности, балансовые испытания), физиологические и морфологические (контрольный убой, анатомическая разделка, отбор биологических образцов), биохимические и аналитические (определение активности ферментов, биохимический анализ крови, оценка состава кормов) методы хотелось бы получить уточнение какие из проведенных исследований проведены автором лично и какими методами он лично владеет?

2. Чем, на Ваш взгляд, обусловлен установленный Вами в ходе исследований синергетический эффект от комплексного применения экзогенных протеаз и кристаллических аминокислот?

3. Вы проводили исследования на цыплятах-бройлерах кросса «Росс 308». Возможно ли получить подобные результаты на цыплятах-бройлерах других кроссов?

4. Может ли применение сбалансированных низкопротеиновых рационов с протеазами профилактировать развитие мочекислого диатеза у цыплят-бройлеров?

5. Как, на Ваш взгляд, применение сбалансированных низкопротеиновых рационов с протеазами будет влиять на морфологический состав кишечного микробиома цыплят-бройлеров и на состояние адаптивного иммунитета?

Заключение. Рассмотренная кандидатская ХАМВИ МОХАМАД НАВАР на тему: «Эффективность использования комплекса протеаз и кристаллических форм аминокислот в кормлении цыплят-бройлеров» является самостоятельной законченной научно-классификационной работой, которая по актуальности, научной новизне, практической значимости полученных результатов, достоверности и обоснованности выводов соответствует критериям ВАК Министерства науки и высшего образования РФ п. 9. «Положение о порядке присуждения ученых степеней», утвержденном Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – ХАМВИ МОХАМАД НАВАР – заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по научной специальности 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства.

Официальный оппонент:

Доктор биологических наук
по специальности 03.00.04 – Биохимия,
профессор, заведующий кафедрой
биохимии и физиологии
Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный
университет ветеринарной медицины» Карпенко Лариса Юрьевна

«09 » ноября 2026 года

Контактные данные: 196084, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5, телефон: +7 (921) 998-12-91, e-mail: secretary@spbguvm.ru

ПОДПИСЬ РУКИ
Карпенко Л. Ю.
УДОСТОВЕРЯЕТСЯ
11 2026 г.
Нач. канцелярии