ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора биологических наук, Ильиной Ларисы Александровны, профессора кафедры крупного животноводства Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет» на диссертационную работу Хамви Мохамад Навар на тему «Эффективность использования комплекса протеаз и кристаллических форм аминокислот в кормлении цыплят-бройлеров», представленную 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 диссертационного исследования. В настоящее время одним из наиболее актуальных направлений является поиск способов оптимизации рационов кормления сельскохозяйственных животных, в том числе птицы. Содержание протеина и аминокислотный состав кормов является одним из основных факторов, оказывающих влияние на метаболизм и продуктивные показатели сельскохозяйственной птицы. Одним из эффективных путей повышения доступности протеина кормов в рационах птиц является включение в рационы ферментов - протеаз и отдельных аминокислот. В связи с этим актуальным и перспективным направлением исследований для повышения эффективности использования кормов птицей является изучение эффективности применения данных компонентов в составе низкопротеоиновых рационов.

В связи с этим диссертационное исследование Хамви Мохамад Навар, целью которого стала разработка эффективной технологии кормления бройлеров на основе низкопротеиновых рационов с включением перьевой муки и кукурузного глютена, балансируемых кристаллическими аминокислотами и комплексом протеаз для повышения продуктивности, экономической и экологической эффективности производства, обладает высокой актуальностью и значимостью.

Научная новизна исследований.

Хамви Мохамад Навар впервые разработаны и валидированы усовершенствованные протоколы определения протеазной активности, специфически адаптированные к анализу ферментных препаратов, премиксов и готовых комбикормов. Впервые адаптирован и валидирован двухэтапный метод *in vitro* для оценки истинной переваримости сырого протеина и сухого вещества мясокостной и, что особенно значимо, перьевой муки, как трудноусвояемого субстрата.

В диссертационной работе впервые с применением 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. Впервые установлено, что ключевым механизмом действия протеаз является дозозависимая стимуляция активности эндогенных ферментов полостного и пристеночного пищеварения в тонком кишечнике бройлеров.

Практическая и теоретическая значимость полученных результатов также не вызывает сомнений.

Теоретическая значимость работы состоит в углублении и расширении научных представлений в области нутрициологии сельскохозяйственной птицы. Предложены валидированные и усовершенствованные протоколы оценки *in vitro* протеолитической активности ферментов и переваримости трудноусвояемых кормовых белков. Получены новые данные о взаимодействии экзогенных протеаз и кристаллических аминокислот. Разработана и экспериментально подтверждена концепция прецизионного балансирования низкопротеиновых рационов с включением альтернативных белковых источников. В совокупности полученные Хамви Мохамад Навар результаты создают теоретическую базу для ресурсосберегающих и экологически ориентированных технологий кормления, отвечающих принципам экономики замкнутого цикла.

Практическая значимость диссертационного исследования связана с прямой возможностью внедрения результатов в промышленное бройлерное птицеводство. Хамви Мохамад Навар разработаны рецептуры комбикормов со сниженным уровнем сырого протеина, сбалансированные кристаллическими аминокислотами и комплексом протеаз, что позволяет сократить долю дорогостоящего соевого шрота до 27 % за счет перьевой муки и кукурузного глютена и приводит к повышению продуктивных показателей. Помимо этого, применение технологии позволяет сократить выделение азота с помётом более чем на 10 %, что снижает нагрузку на окружающую среду.

Полученные в ходе диссертационной работы научно-практические результаты внедрены в производственную деятельность АО «Куриное царство» (ПАО «Черкизово»).

Степень достоверности и обоснованности научных положений диссертационной работы. Достоверность и обоснованность научных положений диссертационного исследования подтверждается достаточным количеством и репрезентативностью наблюдений, проб и выборок, применением современного оборудования, методик, соответствующих поставленным в работе целям и задачам. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, подкреплены убедительными фактическими данными, наглядно представленными в приведенных таблицах и рисунках. Подготовка, статистический анализ и интерпретация полученных результатов проведены с использованием современных методов обработки информации и статистического анализа. Сформулированные положения, выводы и рекомендации достоверны, строго обоснованы, не противоречат друг другу и логично вытекают из проведенных исследований.

Обоснованность и достоверность полученных результатов исследований, научных положений и рекомендаций подтверждены их апробацией на международных научно-практических конференциях, а также публикациях. Автором по результатам исследований было опубликовано 13

научных работ, в том числе 4 – в изданиях, включенных в перечень ведущих рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Оценка содержания, завершенности диссертации и качества ее оформления. Диссертация написана по традиционной схеме и включает следующие разделы: оглавление, текст диссертации, включающий введение, основную часть, заключения, предложения производству, перспективы дальнейшей разработки темы, списка литературы и приложения. Материалы диссертации изложены на 154 страницах машинописного текста. Работа проиллюстрирована 44 таблицами, 1 рисунком, указатель литературы содержит 173 источников, в том числе 92 отечественных и 81 зарубежных.

В разделе 1 представлен обзор литературных данных, посвященный анализу исследований, посвященных современным аспектам и тенденциям применения кормовых протеаз в России и за рубежом в кормлении птицы и животных. Охарактеризованы особенности лабораторного анализа протеаз и оценки их активности. Проанализированы физико-химические свойства кормового протеина как субстрата для протеолитических ферментов. представлен обзор протеолитических процессов в желудочно-кишечном тракте сельскохозяйственных птиц. Особое внимание удаляется трендам протеинового и аминокислотного питания в нутрициологии животных. Охарактеризована методология использования показателей переваримости сухого вещества и протеина *in vitro*. В целом представленный обзор позволяет достаточно полно оценить степень развития исследуемых областей науки и сделать вывод о новизне и значимости полученных результатов.

В главе 2 представлены собственные исследования. В разделе детально охарактеризованы объекты, материалы и методики исследований. Описана схема проведения исследований. Представлены лабораторные исследования *in vitro* и *in vivo*. Охарактеризованы методы зоотехнического, биохимического и статистического анализа. Приведена характеристика ферментных препаратов.

В разделе 3 представлены результаты собственных исследований, которые реализовывали согласно поставленной цели и задачам.

На первом этапе цель работы состояла в том, чтобы разработать усовершенствованные, стандартизированные методы определения активности кислых, нейтральных и щелочных протеаз. В результате были созданы валидированные методы, обеспечивающие точное и воспроизводимое определение протеолитической активности в широком спектре объектов. Комплексная валидация разработанного метода определения активности протеазы проводилась на модели кормовой матрицы. Она подтвердила, что метод соответствует установленным критериям пригодности для целевого применения.

На следующем этапе исследований была проведено сравнительно испытание разных методов и подходов для оценки переваримости сухого вещества, сырого протеина мясокостной и перьевой муки *in vitro.* В результате исследований предложена методика оценки *in vitro* переваримости белков трудногидролизуемого сырья: мясокостной и перьевой муки.

Далее проводили эксперименты, направленные на использование различных уровней протеаз в кормлении цыплят-бройлеров. На данном этапе проводили сравнение влияния разных типов и уровней экзогенных протеаз на продуктивные показатели и эффективность использования корма у цыплят-бройлеров кросса «Ross 308» при включении в рацион мясокостной муки. Полученные результаты продемонстрировали синергетический эффект от применения комбинированных протеаз, что позволяет рекомендовать разработанную схему для повышения эффективности использования источников белка в промышленном птицеводстве.

На следующем этапе эксперименты были направлены на разработку подходов к балансированию низкопротеиновых растительных рационов бройлеров кристаллическими формами аминокислот для повышения продуктивности цыплят бройлеров. Проведенные исследования позволили установить практическую эффективность подхода, связанную с сокращением

расхода дорогостоящего соевого шрота в рецептуре на 24-27% за счет включения 6% кукурузного глютена и сбалансированного введения аминокислот, что позволило улучшить конверсию корма до 1,46 кг/кг. Такая стратегия позволяет не только снизить себестоимость комбикорма, но и существенно уменьшить азотистую нагрузку на окружающую среду.

Далее исследования были направлены на оценку потенциала применения разных концентраций комплекса протеаз, кристаллических форм аминокислот в низкопротеиновых рационах бройлеров с включением перьевой муки. Охарактеризована экологическая эффективность применения протеаз и кристаллических аминокислот в стратегиях снижения сырого протеина в рационах и экскреции азота с пометом в бройлерном производстве

Производственная проверка и экономическая эффективность подтвердили комплексное улучшение технико-экономических показателей: увеличение выхода мяса с единицы площади на 4,8%, живой массы на 5,2% и сохранности поголовья до 97,9%.

В результате исследований были сформулированы практические рекомендации по составу комбикормов, включающие использование до 6% перьевой муки, премикса кристаллических аминокислот и комбинации протеаз в дозе 500-1000 г/т, обеспечивающие экономию кормовых ресурсов и снижение себестоимости продукции.

Соискателем интерпретированы собственные результаты исследований, проведено сопоставление их с имеющимися литературными данными, что в конечном итоге позволило сформулировать 10 выводов и сделать 5 объективных предложений производству.

Диссертационная работа Хамви Мохамад Навар является результатом глубокого научного исследования и вносит существенный вклад в решение научных и практических проблем в области протеинового кормления сельскохозяйственной птицы. Диссертация имеет вид завершенного научного труда, выполненного на высоком научно-методическом уровне.

Анализируемый материал иллюстрирован рисунками, работа написана доступным языком, легко читается.

Автореферат диссертационной работы в полной мере отражает весь объем выполненных научных исследований.

Положительно оценивая рецензируемую работу в целом, хочу отметить следующие недостатки.

В диссертационной работе приведено значительное количество табличного материала, что несомненно является преимуществом работы. Тем не менее, некоторые из них содержат различного рода неточности и недостаточно ясны. В частности, в таблицах раздела 3.1. и 3.2. не приведено количество исследованных образцов, что затрудняет оценку полученных результатов. Также в диссертации имеются опечатки и некорректные выражения, например, «вегетарианские рационы», «обменный опыт», «аминокислотной балансировки» и др.

Разделы, посвященные результатам исследованиям, следовало бы более тщательно сравнить и обсудить в материалах диссертации с данными других исследователей. Это позволило бы получить большее представление о значимости исследований по сравнению с имеющимися представлениями.

Вопросы, возникшие в ходе ознакомления с текстом диссертации:

1) По результатам усовершенствования методов определения активности кислых, нейтральных и щелочных протеаз сделан вывод об их адаптации к оценке коммерческих ферментных препаратов, премиксов и готовых комбикормов. Для каких типов образцов проводилась валидация методик в рамках выполнения диссертационного исследования?

2) С какой целью в исследовании проводили оценку совместного применения протеаз двух производителей КЕМЗАЙМ® (Kemin Industries, США) и Стеллар Про (Shandong Lonct Enzymes Co., Ltd., Китай) в рационах бройлеров. Почему было выбрано соотношение данных препаратов 1:1 в опытных группах?

3) Перьевая мука содержит преимущественно кератин, который трудно расщепляем протеазами. Как вы оцениваете эффективность используемых протеаз в отношении кератина.

4) В таблице 3.4.6. «Биохимические показатели крови цыплят бройлеров в возрасте 35 суток» представлены результаты оценки влияния комплекса кристаллических аминокислот и ферментов в рационе птицы. Чем объяснимо более выраженное снижение количества мочевой кислоты в крови птицы при использовании композиции ферментов дозировкой 400 г/т корма, чем при дозировки ферментов 500 г/т в рационе.

5) Микробиота кишечника птицы обладает протеолитической активностью. Почему в диссертационном исследовании не проводили оценку состава или протеолитической активности микробиоты ЖКТ птицы?

6) Как автор оценивает эффективность предложений производству, касающихся рекомендованных дозировок протеаз и кристаллических аминокислот при изменении состава рациона птицы.

Указанные вопросы носят дискуссионный характер и не снижают общей высокой оценки работы.

Заключение

Диссертация Хамви Мохамад Навар является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором лично. Работа отличается высоким научным и методическим уровнем. Полученные результаты достоверны, выводы и предложения производству логично вытекают из материалов работы. Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК РФ, написана грамотным языком. Считаю, что диссертационная работа Хамви Мохамад Навар на тему «Эффективность использования комплекса протеаз и кристаллических форм аминокислот в кормлении цыплят-бройлеров» по актуальности решаемых проблем, научной новизне полученных результатов и их практической значимости, достоверности и обоснованности научных положений и выводов отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения научным и научно-педагогическим

работникам ученых степеней» ВАК Министерства образования и науки РФ, утвержденным Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 4.2.4. - Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства.

Официальный оппонент
доктор биологических наук,
(03.01.06 Биотехнология (в том числе бионанотехнологии),
06.02.08 Кормопроизводство, кормление
сельскохозяйственных животных и технология кормов,
2023 г.), профессор кафедры крупного животноводства
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Санкт-Петербургский
государственный аграрный университет» Ильина
Лариса Александровна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», 196601, Россия, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, дом 2, телефоны: +7 (812) 470-04-22; +7 (911) 296-57-23. e-mail: krupnoeagro@mail.ru

«11» ноября 2026 г.

Подпись Ильиной Ларисы Александровны заверяю:

Проректор по научной и
международной работе,
кандидат ветеринарных наук, доцент Р.О. Колесников