

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Богданова Кирилла Андреевича, выполненную на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Совершенствование технологического процесса экструдирования сапропелезернового корма с обоснованием параметров экструдера» и представленную к защите в диссертационный совет Д 006.048.02, созданный на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого» по специальности 05.20.01 – технологии и средства механизации сельского хозяйства

Работа представлена в рукописи на 147 страницах и включает: титульный лист (1 с.); содержание (2 с.); введение (5 с.); разделы 1...5 (106 с.), в том числе: 11 таблиц, 61 иллюстрацию; заключение, рекомендации производству и предложения (3 с.); принятые обозначения (4 с.); библиографический список (138 наименований, 17 с.); приложения (8 с.), в том числе: документ о проверке применяемых приборов (1 с.); планы исследований (2 с.); протоколы лабораторных испытаний (3 с.); документы, подтверждающие внедрение (2 с.).

1. Актуальность темы

В настоящее время на 50...60% реализация генетического потенциала высокопродуктивных сельскохозяйственных животных зависит от качества и питательной ценности кормов, в составе которых входят концентраты, остальное определяется условиями их содержания и обслуживания. Поэтому производство конкурентной на отечественном рынке продукции животноводства невозможно без применения качественных, обладающих высокой питательной ценностью, и вместе с тем относительно дешевых концентрированных кормов. Повысить эффективность использования концентрированных кормов можно путем добавления сапропеля в качестве комовой добавки. Удешевление производства концентрированных кормов потребует совершенствование существующих технологий и технических средств, поэтому теоретические и экспериментальные исследования автор направил на изучение технологического процесса экструдирования сапропелезернового корма и обоснование конструктивно-технологической схемы шнекового рабочего органа экструдера. Разработанный экструдер с уточненными геометрическими и кинематическими параметрами шнекового рабочего органа позволяет обеспечить оптимальный температурный режим, сократить время на обработку сапропелезернового корма, а, в совокупности, повысить его качество и снизить энергозатраты. Поэтому актуальность темы диссертационной работы не вызывает сомнений.

2. Степень обоснованности выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, и их достоверность

Основным научным результатом К.А. Богданова являются теоретическое и экспериментальное обоснование рабочего процесса экструдирования сапропелезернового корма в экструдере с разработанным автором двухзаходным шнековым рабочим органом с коническими компрессионными кольцами, которые позволяют одновременно снизить энергозатраты и время на его обработку, а также экспериментальная проверка эффективности применения экструдирования сапропелезернового корма и определение энергетической и питательной ценности его для различных сельскохозяйственных животных и птицы.

Первый вывод в диссертации обобщает литературные сведения, научно-хозяйственный опыт и результаты выполненных соискателем исследований. Вывод констатирует о достигнутом техническом результате, достоверен, является новым и обосновывает первое защищаемое положение.

Второй вывод посвящен результатам теоретических исследований, а полученные математические модели позволяют рассчитывать давление и температуру обработки смеси в разных частях шнека, производительность и мощность, затрачиваемую на процесс. Показана целесообразность использования конических компрессионных колец. Содержание вывода базируется на обширном теоретическом материале, сопровождающемся расчетами. Материалы вывода являются определяющими в разработке конструктивно-технологической схемы экструдера, включающего двухзаходный шнековый рабочий орган с коническими компрессионными кольцами, содержат новизну, не вызывают сомнений и обосновывают второе защищаемое положение.

Третий вывод констатирует о результатах экспериментальных исследований по определению температуры обработки, производительности экструдера и мощности, затрачиваемой на процесс экструдирования сапропелезерновой смеси. Он насыщен кинематическими, геометрическими, технологическими показателями, обеспечивающими наиболее рациональные параметры рабочего органа, при которых достигаются оптимальная температура, наилучшее качество и наименьшие затраты энергии. Вывод нов, он обобщает эффективность проделанной соискателем работы и обосновывает третье защищаемое положение, в том числе и в направлении эффективности и целесообразности использования в конструкции экструдера двухзаходного шнекового рабочего органа с двумя коническими компрессионными кольцами.

Четвертый вывод посвящен результатам научно-производственного опыта, показаны высокие производственные показатели набора живой массы цыплятами-бойлерами при использовании экструдированного сапропелезернового корма, по сравнению с контрольной группой, получавшей только полнорационный корм. Вывод нов, достоверен, поскольку результаты научно-производственного опыта подтверждены протоколами, а также актами

внедрения. Вывод дополняет и частично подтверждает четвертое защищаемое положение.

Пятый вывод обосновывает экономическое содержание четвертого защищаемого положения. Он содержит результаты расчетов технико-экономической эффективности использования разработанного экструдера по сравнению с базовым вариантом. Экономическая эффективность рассчитана по приведенным затратам, приведены результаты расчетов годового экономического эффекта и срока окупаемости.

В целом общие выводы обосновывают научные положения, выносимые на защиту, содержат новую и полезную информацию о совершенствовании рабочего процесса экструдирования сапропелезернового корма с обоснованием конструктивно-технологической схемы экструдера, включающего двухзаходный шнековый рабочий орган с коническими компрессионными кольцами. Достоверность общих выводов подтверждена результатами испытаний в лабораторных условиях, актами о внедрении, протоколами испытаний.

3. Ценность для науки и практики проведенной соискателем работы

Ценность для науки представляет научно обоснованное конструктивно-технологическое решение схемы экструдера, снабженного двухзаходным шнековым рабочим органом с коническими компрессионными кольцами. Наиболее существенными научными результатами, полученными лично соискателем, являются:

- теоретические исследования распределения давления по длине шнекового рабочего органа (с. 48...51, с. 53...57) и работы сил трения (с. 58...62);

- аналитические зависимости (2.10, 2.25, 2.26, 2.27) для расчета давления по длине шнекового рабочего органа, для определения температуры обработки смеси (2.41); производительности экструдера (2.57); мощности (2.51) и удельных затрат энергии (2.58).

Практическую значимость диссертации составляют:

- опытный образец экструдера с двухзаходным шнековым рабочим органом, снабженным компрессионными кольцами, результаты его исследования (с. 99...103), определение показателей состава и энергетической ценности экструдированной сапропелезерновой смеси (с. 142...144), выявление эффективности ее применения на рост и развитие птицы (с. 104...105).

4. Оценка содержания диссертации, ее завершенности в целом и замечания по оформлению работы

Введение включает актуальность, общую характеристику, степень разработанности темы исследований, цель и задачи исследования, а также основные положения, выносимые на защиту. Приведены результаты апробации работы.

Вместе с тем имеются замечания:

1. Не показана связь выполненной соискателем работы с государственными научными темами и программами.

В первом разделе «Состояние вопроса и задачи исследований» приведены данные о динамике роста производства мяса, молока и яиц. Показано, что объемы производства мяса и молока в РФ не покрывают нормативные потребности населения. Установлено, что удешевление производства продуктов животноводства неразрывно связано с необходимостью приготовления непосредственно производителями продукции на местах высококачественных и вместе с тем относительно дешевых концентрированных кормов, в том числе за счет использования в соответствующих климатических зонах сапропеля - природного биоресурса для изготовления кормовых добавок. Показана высокая эффективность применения сапропеля в качестве кормовых добавок. Выполнен анализ существующих технических средств и способов для приготовления концентрированных кормов, в том числе целесообразность технологии экструдирования. Произведен обзор и анализ литературных сведений и математических подходов по исследованию и описанию рабочего процесса, протекающего в экструдере.

На основании выполненного обзора и анализа соискатель сформулировал цели и задачи диссертационной работы, которые логично следуют из приведенного материала. Материал раздела изложен последовательно, квалифицированно, кратко и вместе с тем исчерпывающе полно формулирует необходимость теоретического обоснования и экспериментального исследования технологического процесса экструдирования сапропелезернового корма с целью совершенствования шнекового рабочего органа.

Замечания по первому разделу:

1. На наш взгляд, автору следовало бы в большей степени систематизировать приведенный в разделе обширный материал, касающийся биологического и химического состава сапропеля, его «волшебных» свойств и положительного эффекта в результате его применения в качестве кормовой добавки. В этом случае удалось бы избежать множества повторений (с. 14...18). По тексту дважды с небольшими вариациями (с. 13, с. 28) делается вывод о целесообразности использовать для приготовления сапропелезернового корма технологию экструдирования.

2. Не корректно выполнена подрисовочная надпись: расшифрованы 3 позиции из 5 (рис. 1.6, с. 21).

3. Непонятно, почему задачи исследования начинаются с порядкового номера 6 (с. 46).

Во втором разделе «Математическое обоснование процесса производства экструдированного корма» теоретически определены конструктивные и технологические параметры шнекового рабочего органа экструдера, оказывающие влияние на температуру обработки смеси, производительность и удельные затраты энергии. Обоснована эффективность использования компрессионных колец. Получены уравнения, позволяющие рассчитывать дав-

ление в любой точке шнекового рабочего органа, температуру обработки смеси, производительность и удельные энергозатраты.

Материалы раздела содержит новизну и представляют практический интерес при проектировании и разработке технических средств для экструдирования сапропелезерновых смесей.

Замечания по второму разделу:

1. Общепринято давление обозначать строчной буквой p , а силы, обусловленные этим давлением, прописной буквой P . В этом случае легко читаются математические зависимости с их применением.

2. В выражении (2.1) допущена опечатка (с. 48).

3. Давление всегда нормально к поверхности, что не соответствует направлениям $p_{\delta 1}$ ($p_{\delta 2}$), изображенным на расчетной схеме (рис. 2.1; с. 49), поэтому справедливость выражений (2.2) и (2.3) вызывает сомнение (с. 49).

4. В тексте диссертации нет пояснений, почему в выражении (2.5) отсутствует боковое давление $p_{\delta 2}$ (с. 50).

5. Вызывает сомнение справедливость выражений (2.24) (с. 55) и (2.34) (с. 60).

6. Имеет место разночтение: символом S обозначен зазор между фильерой и валом (с. 49, рис. 2.1), также площадь проходного сечения S (с. 52, рис. 2.3).

7. Из выражения (2.6) не следует выражение (2.36) (с. 61).

8. Вызывает сомнение постоянство значения плотности на участках шнека ((2.50), с. 64), если на с. 67, с. 71, с. 72 утверждается автором обратное.

9. В выражении (2.41) (с. 62), явно не присутствуют длина компрессионного кольца и площадь проходного сечения; в выражении (2.57) явно не присутствует площадь проходного сечения (с. 68); в выражении (2.58) явно не присутствует шаг шнека, а автор построил именно по этим уравнениям графические зависимости (рис. 2.10, рис. 2.11, рис. 2.12, рис. 2.13).

В третьем разделе «Программа и методика экспериментальных исследований процесса экструдирования» уточнена программа экспериментальных исследований. Подробно выполнено описание экспериментальной установки экструдера с шнековым рабочим органом. Методики проведения экспериментальных исследований и обработки данных дополнены фотографиями приборов и оборудования, используемых в исследованиях.

Замечания по третьему разделу:

1. Некорректно выполнена ссылка на приложение 2 (с. 86).

2. В матрице планирования шаг шнека $t = 24$ мм (с. 89, с. 90, с. 141)) не может соответствовать нулевому значению в нормированном виде в трехуровневых планах Бокса-Бенкина, поскольку делает не симметричным варьирование фактора на минимальном и максимальном уровнях.

Четвертый раздел «Результаты экспериментальных исследований процесса экструдирования корма в экструдере» содержит результаты экспериментальных исследований экструдера с разработанным автором шнековым рабочим органом.

Материал четвертого раздела, наполнен практическим содержанием, подтверждающим эффективность конструктивной схемы экструдера, содержащего двухзаходный шнековый рабочий орган с компрессионными кольцами. В результате выполненных экспериментальных исследований, теоретические предпосылки получили опытное подтверждение. Методика выполнения испытаний опытного образца экструдера с модернизированным шнековым рабочим органом свидетельствует о достоверности и современном уровне исследований.

Замечания по четвертому разделу:

1. Имеет место дословное повторение название факторов (с. 87), представленных чуть ранее (с. 82) в третьем разделе.

2. Вызывает сомнение структура моделей регрессии (4.1) (с. 90); (4.2) (с. 92): судя по обозначениям факторов (с. 140), они представлены в нормированном виде, тогда свободный член не отвечает результатам плана и физическому смыслу (отрицательные значения). В выражении (4.1) имеется лишний знак при коэффициенте квадратичного члена b_2 .

3. В пределах одного раздела имеет место разночтение в обозначении шага шнека, длины (ширины) компрессионного кольца и температуры. Например, T - шаг шнека (с. 63, с. 70, с. 86 с. 90, с. 93, с. 96, с. 141); h - шаг шнека [с. 91, с. 92, рис. 4.4(а), рис. 4.5(б), рис. 4,6(а)]; t - шаг шнека [рис. 4.4(б), рис. 4.5(а), рис. 4.6(б)]; T - температура смеси (с. 90, с. 91, с. 103); l - длина компрессионного кольца (с. 66, с. 69); h - ширина компрессионного кольца (с. 140).

Пятый раздел «Технико-экономическая эффективность производства экструдирования кормов» приведён расчет экономической эффективности использования разработанного экструдера. Материалы расчетов экономической эффективности раздела основаны на экспериментальных материалах и возражений не вызывают. Их достоверность подтверждена протоколами испытаний и актами о внедрении.

В целом диссертационная работа, имеющая классическую структуру, выстроена последовательно и аргументировано, разделы содержат промежуточные выводы. Задачи, поставленные соискателем для исследований, успешно выполнены.

5. Оформление диссертации и ее редактирование

Текст диссертации изложен грамотно, материалы исследований сопровождаются схемами и рисунками. Вместе с тем имеются следующие замечания:

1. В тексте диссертации неоднократно допущены разрывы между инициалами и фамилией авторов, например, с. 5, с. 8 и т.д. по тексту; между числовыми значениями и размерностью с. 96, с. 101, с.108.

2. Рисунки и таблицы не отделены от текста диссертации пропущенной строкой, например, (с. 9, с.10, с. 11, с. 13, с. 90, с. 99, с. 101).

3. Отступления в оформлении формул, например, с. 40, с. 42, с. 44; нет единства в оформлении таблиц (с. 36), таблицы 4.1, 4.2, 4.4, 4.5, 5.1 выполнены с отступлений от правил переноса их содержания. Два разных рисунка имеют один и тот же номер (рис. 4.7, с. 97).

4. На рисунках 4.7, 4.8, 4.9, 4.12 зависимости, построенные по экспериментальным данным, не содержат экспериментальных точек (с. 97, с. 98, с. 100, с. 103)

5. Неудачные выражения, например, «... процесс происходит по более стабильному процессу» (с. 30).

6. Не корректно выполнены ссылки, например, на рис. 2.2 (с. 55), по которому невозможно выразить радиус участка; на выражения (21), (22) - (26) (с. 61); на приложение 4 (с. 96), которого нет.

В целом оформление диссертации К.А. Богданова соответствует требованиям нормативно-технической документации.

6. Подтверждение опубликования основных результатов в научной печати и соответствия содержания диссертации литературным источникам и автореферату

Основные положения диссертации исчерпывающе полно опубликованы в 8 работах, в том числе: 2 статьи в журналах, индексируемом в базах данных Scopus; 3 в изданиях, включенных в список ВАК; 3 работы в материалах научно-практических конференций; 1 работа выполнена самостоятельно. Диссертационная работа по своему содержанию соответствует материалу, представленному в литературных источниках соискателя, а в автореферате сконцентрированы основные положения, исчерпывающе отражающие существо выполненной работы.

7. Заключение

Диссертационная работа Богданова Кирилла Андреевича на тему «Совершенствование технологического процесса экструдирования сапропелезернового корма с обоснованием параметров экструдера» является завершенной научной работой, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения, значительно повышающие эффективность приготовления концентрированных кормов. Внедрение результатов исследований внесет существенный вклад в повышение эффективности производства продукции животноводства

Диссертация выполнена на достаточном методическом уровне, отличается новизной, высокой степенью готовности к практическому использованию, высокими технико-экономическими показателями экструдера со шнековым рабочим органом, разработанным соискателем для приготовления экструдированного сапропелезернового корма.

Отмеченные в отзыве недостатки не имеют принципиального значения, поскольку носят частный характер и направлены в большей степени на повышение уровня научных исследований, они могут быть устранены в последующей работе соискателя.

В целом диссертационная работа соответствует требованиям действующего положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденных Постановлением Правительства от 24.09.13 года №842. Ее автор, Богданов Кирилл Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 – технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки).

Официальный оппонент,
доктор технических наук,
профессор кафедры технологического
и энергетического оборудования
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ



В.Н. Шулятьев

09.11.2021 г.

УДОСТОВЕРЯЮ ПОДПИСЬ

Шулятьева В.И.
ученый секретарь ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ



ФИО лица, представившего отзыв	Шулятьев Валерий Николаевич
Место работы	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет»
Адрес	610017, РФ, г. Киров, Октябрьский проспект, 133
E-mail	shulyatsev.valeriy@mail.ru
Телефон	8 9127242197; 8(8332)35-13-86