



УТВЕРЖДАЮ
Ректор ФГБОУ ВО Брянский ГАУ,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор


Н.М. Белоус
2021 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный аграрный университет» на диссертационную работу Богданова Кирилла Андреевича на тему: «Совершенствование технологического процесса экструдирования сапропелезернового корма с обоснованием параметров экструдера», представленную к защите в диссертационный совет Д 006.048.02 на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки).

Актуальность темы диссертационной работы

Животноводство является одной из важнейших отраслей сельского хозяйства. Данная отрасль занимается производством сельскохозяйственной продукции для обеспечения населения: мясом, молоком, шерстью и продуктами питания. Кроме того, развитие этой отрасли обеспечивает продовольственную безопасность страны.

Увеличение общего объема производимой продукции животноводства связана с развитием кормопроизводства. В нашей стране более 30 % от общего объема производимых кормов составляют концентрированные корма.

Перед учеными стоит задача повышения эффективности производства концентрированных кормов для сельскохозяйственных животных путем улучшения их качества и снижения себестоимости. Необходимо, чтобы такой корм был хорошо усваиваем, имел низкую стоимость, дополнял организм животного полезными минеральными веществами и витаминами. Повысить эффективность кормов можно путем использования сапропеля в качестве добавки к корму, который позволит обогатить организм животного витаминами и минералами. Для того чтобы повысить усвояемость и питательную ценность корма необходимо перед скармливанием улучшить его свойства. В настоящее время наиболее целесообразно для этого использовать экструдирование. Экструдирование помимо увеличения питательной ценности корма способствует улучшению хранения корма за счет уничтожения вредных микроорганизмов и испарения влаги. Экструдер позволяет отказаться от целого комплекса машин за счет выполнения сразу

нескольких операций. На экструдере происходит выполнение следующих операций кормоприготовления: перемешивание, измельчение, обработка давлением и температурой, стерилизация и гранулирование.

Вследствие специфических особенностей физико-механических свойств сапропелезерновой смеси требуется создание нового рабочего органа экструдера. Имеющиеся в настоящее время экструдеры не предназначены для переработки предлагаемой смеси. Поэтому представленная к защите диссертационная работа, направленная на разработку экструдера для экструдирования сапропелезернового корма, является весьма актуальной.

Достоверность результатов исследований

Представленные в диссертационной работе выводы аргументированы и обоснованы. Результаты теоретических исследований получены с использованием основных положений и законов теории шнековых машин. Результаты экспериментальных исследований получены при использовании стандартных и разработанных методик, применении современных приборов и оборудования, известных методов планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных при помощи вычислительной техники и прикладных программ.

Достоверность основных выводов подтверждена результатами экспериментальных исследований в производственных условиях. Достигнутые результаты научных исследований Богданова К.А. прошли обсуждение на международных, всероссийских и региональных научно-практических конференциях.

Научная новизна и значимость работы

Научную новизну диссертации составляют:

- конструктивно-технологическая схема шнекового рабочего органа экструдера с двухзаходным шнеком и коническими компрессионными кольцами, обеспечивающие повышение качества сапропелезернового корма;
- математическая модель процесса экструдирования сапропелезернового корма, аналитические зависимости: изменения давления по длине шнека экструдера; определения температуры обработки смеси; производительности экструдера и мощности, затрачиваемой на процесс экструдирования.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Результаты теоретических исследований являются базой для совершенствования технологического процесса экструдирования сапропелезернового корма и обоснования конструктивных и технологических параметров экструдера. Полученные результаты исследований позволят сельскохозяйственным предприятиям совершенствовать экструдеры.

Рекомендации по использованию результатов исследований и выводов

Основные теоретические и практические результаты диссертационного исследования рекомендуются к использованию в научно-исследовательских и проектно-конструкторских организациях, разрабатывающих новые и совершенствующие существующие конструкции экструдеров.

Оценка содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, 5 разделов, заключения и списка литературы, включающего 138 наименований источников и 7 приложений. Работа изложена на 147 страницах, содержит 61 рисунок и 11 таблиц.

Введение включает следующие основные структурные элементы: актуальность темы исследования, цель и задачи работы, объект и предмет исследования, научную новизну, теоретическую и практическую значимость, положения, выносимые на защиту и апробацию результатов.

В первой главе «Состояние вопроса и задачи исследования» произведен анализ существующих способов и технических средств производства кормов. По результатам анализа было обосновано использование в качестве корма для сельскохозяйственных животных экструдированного сапропелезернового корма.

В результате анализа работ по экструдированию кормов и анализа конструкций экструдеров было установлено, что для производства экструдированного сапропелезернового корма целесообразно усовершенствовать рабочий орган экструдера с учетом необходимых режимов обработки сапропелезерновой смеси и его физико-механических свойств.

Во второй главе «Математическое обоснование процесса экструдирования корма» представлены разработанные математические модели для обоснования конструктивно-технологических параметров экструдера для производства сапропелезернового корма.

В результате теоретического исследования получена математическая модель процесса обработки сапропелезернового корма в экструдере. Теоретически обоснованы конструктивные и технологические параметры экструдера для производства сапропелезернового корма.

Получены уравнения, позволяющие в любой точке экструдера определить давление. Определены факторы, наиболее влияющие на давление в экструдере. Произведен расчет изменения давления в экструдере с коническими компрессионными кольцами и без них. Обосновано применение конических компрессионных колец.

Получены уравнения для расчета температуры обработки смеси, производительности экструдера, мощности, затрачиваемой на процесс экструдирования, удельных затрат энергии.

Определены конструктивные и технологические параметры экструдера, оказывающие влияние на температуру обработки смеси, производительности экструдера и удельных затрат энергии.

Выведено уравнение, позволяющее за счет увеличения шага шнека транспортной зоны увеличить производительность экструдера, при этом обеспечив правильную работу экструдера без забивания.

В третьей главе Программа и методика экспериментальных исследований процесса «экструдирования» изложена программа экспериментальных исследований, описана экспериментальная установка, перечислены приборы, участвующие при проведении эксперимента, приведены методики проведения и обработки результатов экспериментальных исследований.

При планировании многофакторных экспериментов были приняты трехуровневые, ротатабельные планы второго порядка Бокса – Бенкина, как более рациональные по числу опытов и позволяющие получить минимальную дисперсию коэффициентов регрессии математических моделей и независимые оценки этих коэффициентов.

Для оценки технологического процесса экструдирования сапропелезерновой смеси выбрали следующие выходные величины:

- Производительность экструдера;
- Мощность, затрачиваемая на процесс экструзии;
- Температура обработки корма.

Используя теоретическое исследование и проведенные поисковые опыты определили три основных параметра, влияющих на работу экструдера для производства сапропелезернового корма:

- Частота вращения рабочих органов экструдера;
- Длина компрессионных колец экструдера;
- Шаг шнека транспортной зоны экструдера.

В четвертой главе «Результаты экспериментальных исследований процесса экструдирования корма в экструдере» приведены результаты эксперимента по экструдированию корма и его влияния на рост и развитие птицы.

Проведенный многофакторный эксперимент подтвердил работоспособность полученных теоретическим путем математических моделей.

В результате химического анализа экструдированной пшеницы установлено увеличение обменной энергии по сравнению с необработанной пшеницей и улучшение усвояемости корма за счет перехода крахмала в сахар. Установлена оптимальная температура обработки 120 0С при которой наблюдается наилучшая усвояемость за счет перехода трудноусвояемого крахмала в легкоусвояемый сахар содержание в корме которого увеличилось с 2,3% до 6,5 %. и наибольшая обменная энергия для свиней 10,8 Мдж/кг, для КРС 10,7 Мдж/кг для птицы 11,9 Мдж/кг. Химический анализ сапропеля установил наличие полезных для организма элементов: фосфор – 1,1 г/кг; кальций – 13.3 г/кг; каротин – 13 мг/кг.

Установлено что наиболее оптимальные параметры работы экструдера при которых отмечается наилучшее качество корма и наименьшие энергозатраты 19.4 кВт*ч/т на единицу обработанного корма, наблюдалась

при частоте вращения вала $n=785 \text{ мин}^{-1}$; длине компрессионных колец $l=8 \text{ мм}$; шаге шнека транспортной зоны $T=20 \text{ мм}$, при этом $Q=121.4 \text{ кг/ч}$; $N=2.34 \text{ кВт}$; $T=120.9 \text{ }^\circ\text{C}$.

Основываясь на данных, полученных с помощью тепловизора можно сделать вывод, что теоретические предположения о влиянии на температуру давления в экструдере подтверждаются экспериментально. Установлено, что основной нагрев идет во 2-й и 3-й зоне. Во второй зоне происходит нагревание смеси на $33 \text{ }^\circ\text{C}$, в третьей на $72 \text{ }^\circ\text{C}$, в первой на $6 \text{ }^\circ\text{C}$.

В результате проведенного исследования по изучению влияния сапропелезернового корма на рост и развитие птицы, установлено, что наибольший привес у цыплят-бройлеров наблюдался в опытной группе 1, получавшей 6% экструдированной пшеницы с сапропелем. Птица из опытной группы 1 активнее набирает вес уже со 2-й недели выращивания.

В пятой главе «Технико-экономическая эффективность производства экструдированных кормов» приведены расчеты экономической эффективности от применения разработанной конструкции экструдера.

Установлено, что разработанный пресс-экструдер сапропелезернового корма показал хорошую эффективность, за счет снижения энергозатрат на 11 %, сокращения времени обработки одной тонны корма на 1 час и повышения качества корма.

Расчет показателей экономической эффективности предложенного решения показал экономическую целесообразность применения разработанного пресс-экструдера. Годовой экономический эффект от внедрения экструдера составил 114 245 рублей, при сроке окупаемости – 0,53 года.

В заключении Проведенные научно-технические исследования по совершенствованию технологического процесса экструдирования сапропелезернового корма позволили сформулировать основные выводы, соответствующие поставленным задачам в полной мере отражают исследования автора. Приводятся перспективы дальнейшей разработки темы, которые вытекают из материалов исследований.

В приложениях приводится содержание матрицы кодирования факторов, результаты эксперимента по определению оптимальных конструктивных и технологических параметров экструдера, свидетельство о поверке измерительного оборудования, результаты химического анализа корма, справка об использовании результатов научно-исследовательской работы в учебном процессе, акт внедрения результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ в высших учебных заведениях.

Полнота опубликования основных результатов работы

По материалам исследования опубликовано 8 печатных работы, среди которых 3 работы опубликованы в рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК и 2 работы в журналах, которые индексируются в базе Scopus.

Замечания по диссертационной работе

В целом, положительно оценивая результаты диссертационной работы Богданова К.А., следует отметить следующие замечания:

1. В работе недостаточно широко освещен вопрос о выборе метода экструдирования для рассматриваемого корма.
2. Предложенный автором метод определения работы силы трения в разделе 2 на странице 62 достаточно сложный и требует разработки специальной методики его реализации для практического применения.
3. В работе недостаточно отражено почему при планировании эксперимента была выбрана матрица Бокса-Бенкина.
4. Из работы не ясно, почему при проведении эксперимента изменяли шаг шнека транспортной зоны, а шаг шнека в остальных зонах оставляли неизменным.

В тоже время, отмеченные недостатки не имеют принципиального значения, поскольку они носят частный характер, и не снижают общей значимости выполненной работы.

Заключение

Диссертационная работа Богданова Кирилла Андреевича на тему: «Совершенствование технологического процесса экструдирования сапропелезернового корма с обоснованием параметров экструдера» является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технические и технологические решения, имеющие существенное значение для развития страны, соответствует паспорту научной специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки) и критериям, изложенным в пп. 9, 10, 11, 13, 14 положения «О порядке присуждения научных степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013г.), требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

В результате выполненных автором исследований решена актуальная научно-техническая задача по обоснованию конструктивно-технологических параметров экструдера для экструдирования сапропелезернового корма, а автор диссертационной работы Богданов Кирилл Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки).

Отзыв подготовлен директором инженерно-технологического института, профессором кафедры технологического оборудования животноводства и перерабатывающих производств ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, доктором технических наук (05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства) Купреенко Алексеем Ивановичем.

Диссертационная работа, автореферат диссертационной работы и настоящий отзыв рассмотрены на расширенном заседании кафедры

технологического оборудования животноводства и перерабатывающих производств Брянского государственного аграрного университета, протокол № 3 от 14.10.2021 г.

Контактные данные:

Почтовый индекс и адрес организации: 243365, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская, д. 2а.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет»

Официальный сайт организации: www.bgsha.com

Адрес электронной почты: cit@bgsha.com

Телефон: +7(48341) 24-721

Директор инженерно-технологического института, профессор кафедры технологического оборудования животноводства и перерабатывающих производств д.т.н., профессор

Купреенко Алексей Иванович

Заведующий кафедрой технологического оборудования животноводства и перерабатывающих производств, к.э.н., доцент

Исаев Хафиз Мубариз-оглы

