

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора **Курочкина Анатолия Алексеевича** на диссертационную работу Моргуновой Натальи Львовны «Повышение эффективности технологий и технических средств обработки продукции растениеводства с ультразвуковой интенсификацией процесса», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 4.3.1 - Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса в диссертационный совет 35.2.035.03 на базе ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова».

1 Актуальность темы диссертационной работы

Актуальность диссертационной работы обусловлена необходимостью совершенствования технологических процессов в агропромышленном комплексе, направленных на повышение качества получаемой продукции из перерабатываемого сырья растительной происхождения при рациональных материальных и энергетических затратах. В условиях роста мирового спроса на экологически чистые и высококачественные продукты, а также ужесточения экологических стандартов, потребность во внедрении инновационных и экономически целесообразных методов обработки сырья становится устойчивым вектором развития агропромышленного комплекса России на ближайшее время.

Ультразвуковые технологии, предложенные в диссертации, представляют собой перспективные новые научные решения технологических воздействий и технических средств для эффективной очистки зерновых культур, инактивации антипитательных веществ из зернобобовых и фильтрации растительных масел, что является ключевым аспектом для устойчивого развития агропромышленного производства и обеспечения высокой конкурентоспособности с зарубежными производителями пищевой продукции.

Современные методы обработки растительного сырья, такие как высокотемпературная обработка, механическая очистка и химическое воздействие, сопряжены с потерей биологически активных веществ сырья и ухудшением органолептических свойств готовых продуктов. Применение ультразвуковых технологий совместно с существующими методами обработки сельскохозяйственного сырья открывает новые возможности для интенсивного и в то же время щадящего воздействия на него, что приводит к сохранению наиболее важных с пищевой точки зрения ингредиентов. Таким образом, работа, посвящённая применению ультразвуковой обработки, направленной на повышение качества стратегически важных сырьевых продуктов для страны отвечает на вызовы, стоящие перед перерабатывающей отраслью, и способствует созданию более эффективных и экологически приемлемых производственных процессов.

Кроме того, важность данной диссертационной работы следует рассматривать в контексте повышения конкурентоспособности отечественного агропромышленного комплекса в целом, так как внедрение ее основных результатов наряду с повышением качества готовой продукции, будет способ-

ствовать снижению затрат на её производство. Таким образом, результаты диссертационного исследования имеют высокую практическую значимость для перерабатывающей промышленности и могут быть использованы для оптимизации производственных процессов на предприятиях малого и среднего бизнеса, что отвечает стратегическим целям устойчивого развития аграрного сектора Российской Федерации.

2 Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизна

В концептуальном плане диссертационная работа представляет собой исследование, основанное на теоретическом обосновании, экспериментальном подтверждении и математическом моделировании технологий и технических средств обработки зерновых, зернобобовых культур и нерафинированных растительных масел с ультразвуковой интенсификацией рассматриваемых процессов.

К наиболее важным научным положениям, разработанным автором диссертации, можно отнести:

1. Аналитические закономерности, описывающие гидродинамические, гидротермические и физические процессы и параметры воздействия, позволяющие обосновать рациональные технологические режимы и конструктивные параметры оборудования при обработке зерновых, зернобобовых культур и нерафинированных растительных масел.

2. Математические модели, обосновывающие параметры и режимы работы предложенных в диссертации технических средств.

3. Экспериментальный материал по результатам исследований универсальной шнековой установки непрерывного действия для обработки зерновых и зернобобовых культур, а также ультразвуковой фильтрационной установки для очистки растительных масел.

Автор диссертации в целом достаточно корректно использует известные научные положения, методы, а также полученные до него результаты научных исследований по проблематике диссертации.

Обоснованность научных положений диссертационных исследований, а также сделанных по ним выводов и рекомендаций, подтверждается ссылками на библиографические источники по тематике диссертации, применением современных методов и аппаратуры, сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований, а также показателями экономической эффективности разработанных технологий и технических средств.

Примененные методы обработки данных позволили автору диссертации минимизировать погрешности и обеспечить достаточно высокую достоверность результатов исследований, что делает рекомендации по внедрению технологии ультразвуковой обработки на реальных предприятиях обоснованными и практически применимыми.

Анализируя сформулированные автором цель, задачи и заключение диссертационной работы, необходимо отметить следующее:

- цель и задачи исследований, сформулированные автором работы, в целом корректны и соответствуют уровню докторской диссертации;

– большая часть заключения по работе логично вытекает из содержания диссертации и, хотя в разной степени, несет важную в научном плане и полезную в практическом аспекте информацию.

3 Оценка новизны и значимости

Научная новизна работы Моргуновой Н.Л. заключается в разработке и обосновании технологии ультразвуковой обработки продукции растениеводства с целью повышения эффективности её очистки, снижения микробиологической обсеменённости и зольности, а также улучшения санитарно-гигиенических и технологических характеристик.

Впервые установлены закономерности распределения загрязнений в труднодоступных зонах зерновки (бороздка, борода), предложены режимы ультразвуковой обработки с рациональными параметрами (частота, температура, экспозиция), доказано преимущество предлагаемого метода по сравнению с традиционными способами очистки.

Обоснованы конструктивно-технологические решения для реализации предложенной технологии в производственных условиях. Разработанные подходы подтверждены расчетами, теоретическим моделированием и экспериментальными данными. Автором получены патенты, подтверждающие новизну и приоритет технических решений, что подчёркивает прикладную значимость результатов и их актуальность для агропромышленного производства.

Значимость работы для науки и практики состоит в том, что реализованная в диссертации методика позволяет комплексно подойти к повышению качества сырья для пищевой и комбикормовой промышленности. Представленные в работе рекомендации могут быть применены на предприятиях зернопереработки, включая малые и средние субъекты хозяйствования, где важны энергосбережение и экологичность технологий.

Основные положения диссертации опубликованы в 68 работах, в том числе в 18 статьях в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК РФ, в 7 статьях, включенных в международные цитатно-аналитические базы Web of Science и Scopus, в 6 патентах на изобретения и полезные модели. Общий объем публикаций составляет 15,8 п. л., из которых 10,2 принадлежат лично соискателю.

4 Оценка содержания диссертации

Диссертация представлена в виде завершённого научного труда, включающего анализ современного состояния вопроса, постановку целей и задач, теоретическое обоснование, описание методики исследований, проведение и анализ экспериментов, проектную часть, выводы и рекомендации.

Работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы из 310 наименований, 29 из которых на иностранном языке, 20 приложений. Материал изложен на 396 страницах компьютерного текста, включает в себя 107 рисунков и 33 таблиц. Оформление диссертации соответствует требованиям, предъявляемым ГОСТ Р 7.0.11-2011. Структуру диссертации

определяют цель, задачи и методы исследований. Ее изложение характеризуется логичностью и последовательностью решения поставленных задач.

В первой главе проанализированы отечественные и зарубежные источники по технологии подготовки зерна, зернобобовых культур, санитарной безопасности, очистки растительных масел и применению ультразвука.

Во второй главе приведено описание процессов кавитации и тепломассообмена, логично изложена теория вопроса.

В третьей и четвертой главах раскрыты методики и результаты экспериментальных исследований.

В пятой главе представлены инженерно-проектные решения и их производственные испытания, в шестой главе – технико-экономическое обоснование внедрения.

В заключении сформулированы основные результаты работы, отвечающие поставленной цели и задачам диссертационного исследования.

Диссертационная работа представлена как целостное и логически выстроенное научное исследование, выполненное на достаточно высоком профессиональном уровне. Автор грамотно применил современные научные методы анализа и моделирования, что обеспечило последовательность и научную завершенность всей работы.

Выводы, научные положения и практические рекомендации, сформулированные в диссертации, подтверждены результатами теоретических разработок и экспериментальных исследований. Новизна предложенных технических решений подтверждена патентами на изобретения, а практическая значимость – актами внедрения и результатами производственно-эксплуатационных испытаний.

Автореферат в полной мере отражает структуру, содержание и основные результаты диссертационного исследования. Научные положения, выносимые на защиту, логично вытекают из содержания работы, прошли апробацию на международных и всероссийских конференциях, подтверждены публикациями, в том числе в журналах из перечня ВАК и индексируемых в Scopus и Web of Science.

5 Замечания по диссертационной работе

1. В обзорной главе автору диссертации не удалось в полной мере представить и, главное – критически проанализировать все многообразие известных к настоящему времени работ, связанных с выбранными объектами исследований. Например, нет даже упоминаний о работах, выполненных в ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет НИУ». Между тем в этой организации выполнено много исследований, связанных с проблемами обеззараживания зерновых культур в пищевых системах, применением «холодной плазмы» для обеззараживания зерна пшеницы, а также применением разночастотного ультразвука (терминология авторов исследований). Работы д.т.н., профессора Потороко И.Ю. и других ученых данного университета хорошо известны в России и за ее пределами. Говоря о технологиях экстрагирования уместно было бы упомянуть о научной школе профессора Родионова Ю.В. (ФГАОУ ВО «Тамбовский государственный техни-

ческий университет»). Одновременно с этим диссертант привела описание и схему устройства для обеззараживания зерна в электростатическом поле, в которых стержень назван «стрержнем» в том числе и в формуле полезной модели (пат. №151892). Также вызывает сомнение в целесообразности подробного описания явно устаревших машин (А1-БШМ, Ж9-БМБ, А1-БШУ-2), а с утверждением, что «известны способы экструдирования сои под высоким давлением и при температурах выше 100°C», (которые) приводят к полной денатурации белка не имеют научного и практического обоснования. Вызывают вопросы и классификации, представленные на рис. 1.8 (включение по горизонтали групп с разными классификационными признаками), 1.12 (формальное включение энтолейторов в группу машин для очистки поверхности семян), рис. 1.19 (перечень химических способов подготовки зернобобовых культур в кормопроизводстве).

2. Из обзорной части диссертации не совсем ясно, почему зернобобовые культуры представлены преимущественно как кормовые культуры, хотя соя нашла широкое применение и в пищевой промышленности. В связи с этим возникает вопрос актуальности выполненных исследований в свете ультразвуковой обработки сои как сырья для получения пищевых продуктов.

3. С. 75 требует уточнения формулировка образования кавитационных областей, за счет чего возникают такие области с их последующим схлопыванием.

4. На с. 101 автор диссертации отмечает, что кавитационные условия УЗ-обработки обеспечиваются двумя параметрами потока колебательных движений – это максимальный и минимальный радиусы паровоздушного пузырька, однако в последующем приводит выражение только по определению максимального радиуса, игнорируя значение минимального.

5. Выводы по 2 разделу изложены достаточно скромно, отсутствуют ссылки на собственные теоретические зависимости и формулы, которые достаточно хорошо описаны в работе.

6. Не ясно, с какой целью в работе изучались прочностные свойства зерна, так как изученный показатель ГОСТ не регламентируется.

7. Известно, что к основным параметрам ультразвукового воздействия относят его частоту, амплитуду, мощность и время. Это нашло подтверждение и в большей части рецензируемой диссертации. Однако в информации о параметрах установки малой производительности для обработки зерна (табл. 4.13, с. 218) нет данных по амплитуде ультразвуковых колебаний, а ряд параметров, приведенных в этой части диссертационной работы, не в полной мере соответствуют информации, представленной в описании патента на полезную модель №130519 «Устройство для обработки зерна».

8. На карте уровня снижения содержания микроорганизмов (рис. 4.12, с. 191) не ясен физический смысл отрицательного значения времени профилактической обработки зерна (- 5 мин).

9. С научной точки зрения под фильтрованием понимается процесс разделения неоднородных систем с твердой дисперсной фазой, основанный на задержке твердых частиц пористыми перегородками, которые пропускают дисперсионную среду. К сожалению, автор диссертации применяет множе-

ство терминов данных перегородок: фильтрационная поверхность (с. 150), фильтрующая перегородка (с. 151), фильтрационная мембрана (с. 156). При этом автор наделяет фильтрационную перегородку «проницательной» способностью (с. 222). Между тем в диссертации нет однозначного ответа на вопрос, связанный с этими пористыми перегородками: каковы размеры этих пор, какова роль размеров пор при работе с картриджами, правомерно ли применение термина «ультрафильтрация» по отношению к очищаемому растительному маслу (п. 3 заключения) в свете известных технологий и технических средств в пищевых системах (кроме растительных масел), которые автор в своем обзорном материале практически не представила.

10. Не совсем понятен смысл утверждения автора диссертации «Необходимый диапазон действия ультразвуковых излучений на обрабатываемую суспензию устанавливают частотой вращения и шагом витка шнека» (с. 214). Одновременно в работе отмечено, что «Регулировку подачи зерна в рабочую зону осуществляют с помощью изменения частоты вращения шнека, а также ножевым шибером, ограничивающим поступление сухого зерна сои из бункера (с. 216).

11. В работе представлены исследования по оценке содержания клейковины в зерне пшеницы (п. 4.1.5), однако большую научную и практическую ценность, на наш взгляд, имеют результаты исследования механизма воздействия акустических колебаний на изменения показателей качества клейковины.

12. Пункт 4.5.1 (с. 220) представлен таким образом, что склоняет к выводу о целесообразности применения центрифугирования масла даже в случае реализации разработанных автором диссертации технических средств. При этом можно предположить, что основной вклад в повышение степени очистки масла вносит не ультразвуковая составляющая, а перемещение потока масла через слой адсорбента.

13. Анализируя график, приведенный на рис. 4.52 (с. 224), автор диссертации один и тот же параметр называет «пропускная способность адсорбента», «проницаемость фильтра при адсорбции», «скорость фильтрации».

6 Заключение по диссертационной работе

На основании изложенного считаю, что представленная на отзыв диссертационная работа Моргуновой Натальи Львовны на тему «Повышение эффективности технологий и технических средств обработки продукции растениеводства с ультразвуковой интенсификацией процесса» является завершённой научно-квалификационной работой, содержащей новые научно-обоснованные технические решения, имеющие существенное значение для развития агропромышленного комплекса и экономики страны в целом.

По своему содержанию диссертация соответствует критериям пунктов 9-11, 13 и 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» (в редакции постановления Правительства РФ от 26 января 2023 г. № 101), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор Моргунова Наталья Львовна

заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры пищевых производств
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный
технологический университет»

А.А. Курочкин

Сведения об оппоненте: Курочкин Анатолий Алексеевич, доктор технических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства, профессор, профессор кафедры пищевых производств Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный технологический университет», 440039, Пензенская область, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11;
Тел. +7(8412) 49-54-41;
E-mail: rector@penzgtu.ru;
Веб-сайт: <http://www.penzgtu.ru>

Подпись А.А. Курочкина заверяю:
Ученый секретарь ученого совета
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный
технологический университет»



01.09.2025

О.А. Петрунина