

## «УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе и  
инновационному развитию

ФГБОУ ВО «Майкопский  
государственный технологический  
университет»,

д-р филос. наук, проф.

Т.А. Овсянникова

16.02. 2021 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации – Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Майкопский государственный технологический университет» (ФГБОУ ВО «МГТУ») на диссертационную работу **Бородовицына Андрея Михайловича** на тему: «Совершенствование процесса сушки свекловичного жома перегретым паром для получения пектина», представленную в совет по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Д 212.035.01 ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств»

*Актуальность.* Диссертационная работа А.М. Бородовицына представляет собой заверченный научный труд, в котором выполнены комплексные теоретические, экспериментальные и производственные исследования теории и практики переработки свекловичного жома, а также совершенствование процессов и аппаратов.

Важность научных исследований, представленных в диссертации, состоит в научном обеспечении и разработке энергосберегающего способа сушки свекловичного жома перегретым паром пониженного давления для получения пектина.

Сформулированные в диссертации научно обоснованные подходы, принципы и методы интенсификации процесса сушки свекловичного жома, позволяют создать условия для получения пектиновых веществ заданного качества.

Значимость представленной работы подтверждаются тем, что она выполнялась в соответствии с планом госбюджетной НИР кафедры машин и аппаратов пищевых производств ВГУИТ на 2016-2019 гг. «Инновационное развитие техники пищевых технологий: машины, аппараты и биореакторы» № г.р. 01201253 ГРНТИ: 65.13.19 и приоритетного направления развития НОЦ

ВГУИТ «Энергоресурс» - «Разработка энергосберегающих технологий и оборудования пищевой и химической промышленности».

В связи с этим, диссертационная работа А.В. Квасова актуальна с научной и практической точек зрения.

**Общая характеристика диссертационной работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, основных выводов и результатов, списка литературы и приложения. Работа изложена на 124 страницах машинописного текста, содержит 58 рисунков и 13 таблиц. Список литературы включает 120 наименований, в том числе 13 зарубежных. Приложения к диссертации представлены на 27 страницах.

Печатные труды в полной мере отражают материалы диссертации, по теме которой опубликовано 15 работ, в том числе одна статья в издании, индексируемом в международной базе цитирования WoS, четыре статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ, получено два патента РФ на изобретения.

Диссертация А.М. Бородовицына оформлена в соответствии с требованиями, иллюстрационный материал подготовлен качественно, содержание автореферата отражает ее основные положения. Структура работы соответствует требованиям к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

**Достоверность исследований и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.** Содержащиеся в работе научные положения, выводы и рекомендации основываются на фундаментальных физических законах и не противоречат им. Они хорошо согласуются с теоретическими концепциями, общепринятыми в данной области исследований. Достоверность исследований и результатов проведенных исследований базируются на использовании апробированных математических методов. Соискатель опирается на полученные им экспериментальные данные и кинетические закономерности процессов сушки свекловичного жома. Все научные положения, выводы и рекомендации, изложенные в диссертации, обоснованы и подтверждены экспериментальными исследованиями и материалами.

В работе использованы современные методики экспериментальных исследований, методы и средства проведения измерений. Степень достоверности результатов проведенных исследований подтверждается проработкой литературных источников по теме диссертации, постановкой необходимого числа экспериментов, применением современных инструментальных методов анализа, публикацией основных положений диссертации.

Достоверность научных разработок подтверждена результатами экспериментальных исследований в производственных условиях: проведены производственные испытания по определению рациональных режимов сушки свекловичного жома перегретым паром на АО «АПО «Аврора» СП «Боринский сахарный завода».

Основные выводы и рекомендации апробированы в промышленных условиях и одобрены при выступлениях соискателя на научных конференциях различного уровня, поэтому их достоверность не вызывает сомнения.

**Научная новизна.** Научно обоснован способ получения сухого свекловичного жома перегретым паром пониженного давления в импульсном виброкипящем слое.

Экспериментально получены основные кинетические закономерности процесса сушки свекловичного жома перегретым паром пониженного давления в виброкипящем слое. Разработана математическая модель, позволяющая определять не только изменение влажности и температуры частиц материала, но и параметров перегретого пара в сушильной камере.

Предложена статистическая модель сушки свекловичного жома перегретым паром пониженного давления в виброкипящем слое, с помощью которой определены рациональные параметры процесса.

Использована теория эксергетического подхода к термодинамическому анализу предлагаемого способа получения сухого свекловичного жома.

**Практическая ценность.** Разработан способ сушки высоковлажных дисперсных материалов и установка для его осуществления (пат. РФ № 2674610), позволяющий получить готовый продукт высокого качества при высокой интенсивности проведения процесса.

Проведенные экспериментальные и теоретические исследования позволили определить рациональные режимы процесса сушки свекловичного жома пониженного давления в сушилке с виброкипящим слоем.

Автором предложена оригинальная конструкция установки для сушки дисперсных высоковлажных материалов (пат. РФ № 2706874), позволяющая повысить качество сухого жома и снизить удельные энергозатраты на процесс сушки за счет более полного использования теплоты сушильного агента.

Экспериментально определено содержание пектина и протопектина в сухом свекловичном жоме и его комплексообразующая способность в зависимости от режимных параметров процесса сушки.

**Значимость для науки полученных автором диссертационной работы результатов.**

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в создании научно-методической базы для определения оптимальных параметров процесса сушки свекловичного жома перегретым паром пониженного давления. Практическая реализация разработанной конструкции сушильной установки может служить основой для повышения энергоэффективности процесса сушки высоковлажных дисперсных материалов без ущерба их качеству.

Автором проведен анализ влияния режимных параметров процесса сушки свекловичного жома на выход и качество пектиновых веществ который показал, что жом, высушенный при температуре перегретого пара 373 °К и разряжении в сушильной камере 70 кПа, содержит в 2,5 раза больше пектиновых веществ и

имеет в 1,37 раза выше комплексообразующую способность пектина, чем жом, высушенный при 453 °К и атмосферном давлении.

Основные положения и результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на ежегодных Международных научных, научно-технических и научно-практических конференциях (Воронеж, 2016-2020; Екатеринбург, 2017).

Результаты работы отмечены золотыми медалями Международной выставки изобретений и инноваций (ВГУИТ, 2019, 2020 г.).

**Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов работы.** Результаты и выводы диссертационной работы Бородовицына А.М. могут быть рекомендованы для использования на различных предприятиях пищевой промышленности. Потенциальными потребителями могут стать: сахарные заводы по переработке свеклы, кондитерские, молочно-перерабатывающие и другие предприятия пищевой промышленности.

Также результаты, полученные соискателем при выполнении диссертационной работы, рекомендуется использовать в конструкторских организациях и научно-исследовательских институтах при расчете и проектировании оборудования для переработки свекловичного жома.

***По работе имеются следующие замечания:***

1. В списке ученых, внесших значительный вклад в развитие теории и практики пектина следовало указать Л.В. Сосновского, изучавшего технологию свекловичного пектина в 60-е годы прошлого столетия, научные труды которого нашли развитие в исследованиях других ученых.

2. В тексте диссертации допущены ошибки, опечатки, неточное использование терминологии. Например, «к функциональным продуктам относятся пектины» - правильно: функциональный ингредиент; 373 К - 373 °К; ошибки в расшифровке рисунков 1.4; 1.5 (С.36); студнеобразователь и желеобразователь (С.36) - синонимы и т.д.

3. Рисунок на С. 8 не подписан, что делает невозможным его анализ.

4. Автором приведена схема получения пектина из свекловичного жома (рисунок 1.10), которая «состоит из следующих основных этапов: подготовка сырья, гидролиз растительной массы, коагуляция пектина этиловым спиртом или солями металлов, последующая промывка коагулята спиртом, сушка пектина, его помол, просеивание через сита, стандартизация и упаковка [4]». Однако описание не совпадает со схемой на рисунке и указанный источник (Беретарь, С.Т. Влияние способов получения пектина из свекловичного жома на физико-химические свойства / С.Т. Беретарь, З.Н. Хатко // Новые технологии. - 2008. - Вып. 6. - С. 12-14. ) не содержит этой информации.

5. В таблице 2 (Содержание пектина в свекловичном жоме, высушенном при различных параметрах, С.81) следовало привести содержание балластных веществ (или выход чистого пектина), чтобы корректно оценить каждый вид сушки жома. Также для корректной оценки влияния способа сушки жома на комплексообразующую способность, следовало в программу исследования включить кроме меди еще хотя бы свинец.

6. В списке литературы 13 источников иностранной литературы, год опубликования 11 из них - более десяти лет. Не приведен ГОСТ Р 51806-2001 Пектин. Термины и определения (с Изменением № 1).

Приведенные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы, выполненной на высоком научном уровне.

### **Заключение**

Диссертационная работа А.М. Бородовицына является самостоятельно выполненным, завершенным исследованием, содержащим научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых внесет существенный вклад в развитие теории и практики процесса сушки свекловичного жома и получения из него пектина.

Перечисленные аспекты диссертации позволяют сделать заключение о законченности и достаточно высоком уровне выполненной работы. Она соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученой степени», предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор *Бородовицын Андрей Михайлович* заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств».

Отзыв рассмотрен и утвержден на заседании кафедры технологии пищевых продуктов и организации питания (протокол № 7 от 16.02.2021 г.).

Заведующая кафедрой  
технологии пищевых продуктов  
и организации питания  
Федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Майкопский  
государственный технологический  
университет»,  
д-р. техн. наук, доцент

*З. Хатко*

З.Н. Хатко

Подпись Хатко З.Н. заверяю:

Ученый секретарь  
ученого совета университета,  
канд. истор. наук, доцент



*С.Т. Чамокова*  
С.Т. Чамокова

ФГБОУ ВО «Майкопский государственный  
технологический университет»  
385000, Республика Адыгея,  
г. Майкоп, ул. Первомайская, 191  
Контактный факс: 8 (8772) 57-06-16  
Адрес электронной почты: info@mkgtu.ru