

О Т З Ы В

официального оппонента, декана факультета пищевых машин и автоматов
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Воронежский государственный университет
инженерных технологий», доктора технических наук, доцента Дранникова
Алексея Викторовича на диссертационную работу Теличкиной Эльвиры
Рафаэлевны на тему «Совершенствование и научное обоснование способа
сушки экстракта корня алтея», представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 05.18.12 – «Процессы и
аппараты пищевых производств»

Актуальность темы диссертации

На сегодняшний день, перерабатывающая промышленность поставляет на рынок разнообразные продукты из растительного сырья, в том числе сухие порошковые экстракты трав, плодов, ягод, специй и др.

В настоящее время объем спроса на сухие дисперсные растительные материалы постоянно увеличивается. Продукты переработки растительного сырья занимают важное место в структуре питания населения и активно используются при производстве продуктов быстрого приготовления, сухих соков, приправ, специй, соусов, выпечки, диетических препаратов, десертов, молочных продуктов и др., а также востребованы в фармацевтике и косметике.

Использование в качестве сырья и ингредиентов сухих дисперсных растительных продуктов пищевыми предприятиями позволяет расширять ассортимент производимой продукции, повысить пищевую и биологическую ценность товаров и совершенствовать технологии производства. Активно внедряются и пользуются популярностью продукты содержащие экстракт корня алтея, который обладает уникальным химическим составом и произрастает на юге и средней полосе России.

Специфические особенности механизма внутреннего тепломассопереноса в растительных материалах затрудняют применение в производственной практике традиционных способов сушки и диктует задачу поиска новых и рационализации существующих методов получения сухих дисперсных растительных продуктов.

Решение задач повышения эффективности перерабатывающих предприятий, специализирующихся на производстве сухих растительных продуктов, в частности, проведение комплексных исследований с целью выбора рациональных способа и режимов обезвоживания, типа и конструктивных особенностей сушильного аппарата, обеспечивающих соответствующие технико-экономические показатели, актуально и требует научного подхода с учетом специфики технологии и свойств сырья и требований к конечной продукции.

Значимость представленной работы подтверждается тем, что она выполнялась в соответствии с координационным планом Научно-

исследовательской работы кафедры «Технологические машины и оборудование» ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет».

Научная новизна работы

Автором получены уравнения зависимости гигроскопических, массовлагообменных и теплофизических характеристик экстракта корня алтея от влажности и температуры.

Определены и математически описаны закономерности взаимодействия экстракта корня алтея с водой на основе термодинамического анализа процесса сорбции.

Автором установлены кинетические закономерности процесса распылительной сушки водного экстракта корня алтея, получены полиномиальные аппроксимирующие зависимости удельной производительности и кривых скорости от влияющих факторов и проведен комплексный анализ тепломассообменных процессов при обезвоживании.

Определены факторы, влияющие на удельную производительность, установлены диапазоны их варьирования с учетом технологических ограничений. Выявлены особенности механизма внутреннего тепломассопереноса при сушке водного экстракта алтея.

Проведен анализ эволюции температурных полей в продуктах при обезвоживании путем численной реализации математической модели тепломассопереноса при распылительной сушке водного экстракта корня алтея. Исходя из этого, считаю, что работа обладает научной новизной.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность

Автор диссертационной работы достаточно корректно использует известные научные методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций. Теличкиной Э.Р. изучены и проанализированы известные достижения и теоретические положения основополагающих работ в области исследования тепломассообмена при сушке пищевых и других материалов, в частности, работы А.С. Гинзбурга, А.В. Лыкова и др. Список литературы содержит 234 наименований работ отечественных и зарубежных авторов.

Для подтверждения теоретических положений, выявления особенностей механизма внутреннего тепломассопереноса при распылительной сушке водного экстракта алтея для его совершенствования, автором проведены экспериментальные исследования, в частности, изучены гигроскопические, массовлагообменные и теплофизические характеристики объекта сушки и установлены кинетические закономерности процесса распылительной сушки.

Обоснованность результатов, выдвинутых соискателем, основывается на согласованности данных эксперимента и научных выводах. Достоверность экспериментальных данных обеспечивается использованием современных средств и методик проведения исследований. В работе диссертант грамотно использует математический аппарат при статистической обработке полученных данных и моделировании. Положения теории основываются на известных достижениях фундаментальных и прикладных научных дисциплин.

Общая характеристика работы

Диссертация состоит из введения, шести глав, основных выводов и заключения, списка литературы и приложений. Основное содержание работы изложено на 135 страницах машинописного текста, содержит 36 таблиц, 44 рисунков, список литературы из 234 наименований работ отечественных и зарубежных авторов. Приложения представлены на 44 страницах.

Структура работы соответствует требованиям ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Диссертация написана и оформлена достаточно грамотно.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, научная новизна и практическая ценность исследований.

В первой главе рассмотрены перспективы производства, проанализирован рынок и области использования растительных экстрактов. Представлена общая характеристика растительных экстрактов. Приведена общая характеристика алтея лекарственного и экстракта корня алтея. Представлены результаты анализа современных технологий переработки растительного сырья, перспективных способов и конструкторских решений для сушки растительных экстрактов. Намечены пути интенсификации теплообмена при обезвоживании экстракта корня алтея. Поставлена цель и сформулированы задачи диссертационной работы.

Во второй главе изложены результаты исследований статистики процесса обезвоживания и свойств экстракта корня алтея как объекта сушки. Для научного анализа кинетики и динамики теплообменных процессов их моделирования и рационализации автором, изучены и систематизированы теплофизические и гигроскопические характеристики экстракта корня алтея.

В третьей главе представлены результаты теоретического и экспериментального изучения механизма внутреннего теплопереноса при распылительной сушке экстракта корня алтея на основе исследования кинетики процесса. Приводится анализ кривых сушки и скорости сушки, раскрывается механизм внутреннего теплопереноса. Представлены установленные уравнения скорости сушки экстракта корня алтея.

В четвертой главе изложены результаты анализа влияния основных факторов на удельную производительность и удельную влагонапряженность рабочего объема сушильной камеры при распылительной сушке экстракта

корня алтея. Реализована математическая постановка и решена задача совершенствования сушильного процесса и представлены разработанные автором режимы сушки экстракта корня алтея. Разработаны рекомендации по организации сушильного процесса. Экспериментально обоснован рациональный способ обезвоживания экстракта корня алтея.

В пятой главе приведена математическая модель, описывающая внутренний теплоперенос при распылительной сушке экстракта корня алтея. На основе численного решения дифференциального уравнения теплопроводности с учетом кинетики влагоудаления рассчитаны поля распределения температур в высушиваемой частице и средние температуры по объему частицы. Подтверждена целесообразность внедрения разработанных режимов сушки экстракта корня алтея.

В шестой главе представлены рекомендации по практическому применению результатов научных и проектно-технических решений. Приведены результаты тестирования режимных параметров для распылительной сушки экстракта корня алтея. Предложены конструкции распылительных установок для сушки жидких и пастообразных продуктов, которые могут быть использованы при производстве сухих дисперсных растительных материалов, в частности для экстракта корня алтея.

Выводы отражают основные результаты работы.

Диссертация написана грамотно и хорошо оформлена. Структура и содержание диссертации согласуются с приоритетными направлениями развития науки и техники в пищевой промышленности и соответствует требованиям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Методология и методы диссертационного исследования

Теоретико-методологической основой исследований являются труды отечественных и зарубежных авторов в области теории и техники сушки, в частности, работы А.С. Гинзбурга, А.В. Лыкова, Б.С. Сажина и др.

Основой исследований является изучение кинетики процесса распылительной сушки водного экстракта корня алтея, а также термодинамический анализ статического взаимодействия воды с экстрактом на основе опытных данных для интенсификации тепломассообмена, численного расчета температурных полей и реализации модели тепломассопереноса в процессе сушки с учетом динамики изменения свойств материала в реальном процессе.

Цель исследования достигнута, благодаря обобщению и анализу классических и новых аналитических и эмпирических методов изучения тепломассопереноса, на базе известных научных достижений и основополагающих работ в области обезвоживания пищевых продуктов,

положениям которых соответствуют выводы и рекомендации, представленные в работе.

Полученные зависимости и аппроксимирующие уравнения адекватны экспериментальным данным, что подтверждено статистической обработкой результатов измерений.

Методическое обеспечение и предложенные в результате исследований конструкторские решения не противоречат известным апробированным методикам рационального проектирования и конструирования аппаратов.

Комплекс экспериментов и реализация физико-математической модели процесса сушки проводилась с использованием современных компьютерных математических программ, приборов и оригинальных опытных установок.

Практическая ценность работы

Автором установлен рациональный режим распылительной сушки экстракта корня алтея с начальной влажностью $W_H = 0,9$ кг/кг до конечной влажности $W_K \leq 0,05$ кг/кг при удельной производительности по сухому порошку $P = 1,692$ кг/(м³·ч) и удельной влагонапряженности рабочего объема сушильной камеры $B = 14,385$ кг/(м³·ч):

- Исходная температура водного экстракта корня алтея $T_{\text{прод}} = 308$ К.
- Исходная температура сушильного агента $T_{c.a.} = 503$ К.
- Способ распыления экстракта алтея должен обеспечивать начальный диаметр частиц 20..30 мкм.
- Удельный расход сушильного агента на 1 кг испаренной влаги $Q_{c.a.} \geq 20$ кг/кг.
- Температура отработавшего сушильного агента 343 К.

Разработан программный продукт для аналитического расчета гигроскопических и термодинамических характеристик при взаимодействии продуктов растительного происхождения с водяным паром (Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2014613311, Россия).

Предложены рациональные конструкции установок распылительной сушки для эффективного обезвоживания растительных экстрактов (Патент на полезную модель 150305 РФ; Заявка на полезную модель №2015120308 РФ.).

Основные результаты и рекомендации внедрены и используются при организации технологических процессов на ООО «АСТРАХАНСКАЯ КОНСЕРВНАЯ КОМПАНИЯ», ООО «КАСПРОФИТ», ООО НПП «пЕДант», ООО «АСТРБИОПРОДУКТ» и др.

Исходя из этого, считаю, что работа обладает практической ценностью.

Соответствие автореферата основным положениям диссертации

Автореферат полностью отражает содержание диссертации, написан кратко и хорошо оформлен. Между ними нет противоречий и разночтений.

Замечания по диссертации:

1. Автору следовало бы более детально провести анализ влияния режимных параметров распылительной сушки экстракта корня алтея на кинетику процесса.

2. Кинетика распылительной сушки, исследованная в диссертации, не привязана к расчету аппарата, для которого используются прямые эмпирические зависимости производительности аппарата от определяющих параметров: температуры сушильного агента и начальной температуры продукта.

3. . На заключительном этапе процесса распылительной сушки в порах высушиваемых частиц находится парожидкостная смесь, поэтому теплофизические характеристики объекта обезвоживания (глава 2), установленные автором для статических условий, но используемые в диссертационной работе при моделировании реального процесса сушки целесообразно уточнить.

4. При реализации математической модели (глава 5) следовало бы учесть зависимость размера распыленных частиц материала от их влажности, так как при распылительной сушке размеры частиц продукта существенно уменьшаются.

5. Для наглядности восприятия материала в автореферате на стр. 7 гигроскопические характеристики экстракта корня алтея следовало бы привести в виде графиков.

6. В автореферате на рисунках 1, 2, 10, 11 графики в виде полей распределения плохо читаемы.

7. В библиографическом списке встречаются устаревшие литературные источники.

8. В работе встречаются стилистические неточности и опечатки.

Сделанные замечания не снижают ценности проведенных автором исследований.

Опубликование основных результатов диссертации

Содержание диссертационной работы достаточно полно отражено в научных публикациях. По материалам диссертации опубликовано 7 работ, из них 2 статьи в журналах рекомендованных ВАК РФ, 1 статья и 2 тезиса материалов конференций, получено 1 свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ, получен 1 патент РФ на полезную модель.

Замечания по диссертации:

1. Автору следовало бы более детально провести анализ влияния режимных параметров распылительной сушки экстракта корня алтея на кинетику процесса.

2. Кинетика распылительной сушки, исследованная в диссертации, не привязана к расчету аппарата, для которого используются прямые эмпирические зависимости производительности аппарата от определяющих параметров: температуры сушильного агента и начальной температуры продукта.

3. На заключительном этапе процесса распылительной сушки в порах высушиваемых частиц находится парожидкостная смесь, поэтому теплофизические характеристики объекта обезвоживания (глава 2), установленные автором для статических условий, но используемые в диссертационной работе при моделировании реального процесса сушки целесообразно уточнить.

4. При реализации математической модели (глава 5) следовало бы учесть зависимость размера распыленных частиц материала от их влажности, так как при распылительной сушке размеры частиц продукта существенно уменьшаются.

5. Для наглядности восприятия материала в автореферате на стр. 7 гигроскопические характеристики экстракта корня алтея следовало бы привести в виде графиков.

6. В автореферате на рисунках 1, 2, 10, 11 графики в виде полей распределения плохо читаемы.

7. В библиографическом списке встречаются устаревшие литературные источники.

8. В работе встречаются стилистические неточности и опечатки.

Сделанные замечания не снижают ценности проведенных автором исследований.

Опубликование основных результатов диссертации

Содержание диссертационной работы достаточно полно отражено в научных публикациях. По материалам диссертации опубликовано 7 работ, из них 2 статьи в журналах рекомендованных ВАК РФ, 1 статья и 2 тезиса материалов конференций, получено 1 свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ, получен 1 патент РФ на полезную модель.

Общее заключение

Диссертационная работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, обладает логическим единством, все ее разделы служат достижению поставленной цели. Диссертационная работа оформлена аккуратно, иллюстративный материал подготовлен качественно.

Представленная к защите диссертация является завершённой научно-квалификационной работой, имеет научный и практический интерес для пищевой промышленности. В рассматриваемой диссертационной работе Э.Р. Теличкиной предложена, научно и экспериментально обоснована совокупность методов и технических средств для организации эффективного процесса сушки экстракта корня алтея.

На основании проведенного анализа диссертации и автореферата Э.Р. Теличкиной, считаю, что работа имеет существенное значение для пищевой промышленности и соответствует п.9 (к) «Положения о порядке присуждения ученых степеней». Автор диссертационной работы Э.Р. Теличкина заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств».

Декан факультета пищевых машин и автоматов
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Воронежский государственный
университет инженерных технологий»,
доктор технических наук, доцент

А.В. Дранников

Адрес: 394036, Россия, г. Воронеж,
проспект Революции, д. 19
e-mail: drannikov@list.ru
тел. р.: 8(473)255-38-51

19.11.2015 г.

