

О Т З Ы В

официального оппонента, профессора кафедры «Электротехники, теплотехники и гидравлики» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Воронежская государственная лесотехническая академия», доктора технических наук, профессора **Попова Виктора Михайловича** на диссертационную работу Дорохина Романа Владимировича «Научное обеспечение процесса комбинированной СВЧ-конвективной сушки специй при импульсном энергоподводе», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств»

Актуальность темы выполненной диссертации. Производство сушеных специй быстрорастущее направление пищевой промышленности России. Можно с уверенностью утверждать, что рынок сушеных специй характеризуется высокими темпами роста. Основными причинами роста потребления является стремление населения к здоровому образу жизни, так как сушеные специи воспринимаются как натуральный и здоровый продукт.

На сегодняшний день сушка специй осуществляется на конвективных сушилках, функционирующих в стационарном тепловом режиме. Это связано с большими энергозатратами, длительным процессом сушки, невысоким качеством готового продукта, поэтому встал вопрос о разработке принципиально новых аппаратов и технологий для производства специй.

Достоверность и новизна каждого основного вывода и результатов 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. При этом соискатель опирается на полученные им экспериментальные данные и полученные кинетические закономерности процесса СВЧ-конвективной сушки. Достоверность разработанной математической модели процесса подтверждается проведением проверки ее адекватности реальному эксперименту получения сушеных специй.

Дорохин Р.В. использовал методики экспериментальных исследований, методы и средства проведения измерений, а также многократное проведение экспериментов, что не дает оснований для сомнения в достоверности полученных результатов.

Исходя из этого научные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы Р.В. Дорохина следует считать достоверными.

Научная новизна работы. Автором определены теплофизические и диэлектрические характеристики сырья, формы связи влаги в объектах исследования и выявлены температурные зоны, соответствующие испарению влаги с различной формой связи. Изучены основные кинетические закономерности процесса и построены кривые сушки, кривые скорости сушки, температурные кривые и термограммы СВЧ-конвективной сушки горького перца, чеснока и горчичного жмыха. Подобраны комбинированные режимы сушки специй, позволяющие получить равномерно высушенные плоды горького перца, чеснока и горчичного жмыха, ускорить процесс испарения влаги с верхних слоев, исключить перегрев продукта, что позволяет получать готовый продукт высокого качества.

Автор, используя математическое моделирование процесса СВЧ-конвективной сушки, определил характер изменения температуры и влагосодержания на каждом из периодов сушки (период постоянной скорости сушки и период убывающей скорости сушки).

Научная новизна технических решений подтверждена 2 патентами РФ № 2493515 и № 2518733.

Диссертационная работа содержит большое количество проведенных экспериментальных исследований и графических зависимостей, построенных как для стационарных экспериментов, так и для подобранных комбинированных режимов.

Ценность работы подтверждена дипломами и грамотами участника различных конкурсов и выставок.

Проведенная промышленная апробация подтверждается актом производственных испытаний способов получения сушеных специй на ОАО «Живица».

Полученные автором сушеные специи были продегустированы комиссией экспертов, о чем свидетельствует протокол дегустации.

Общая характеристика работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, основных выводов и результатов, списка литературы и приложений. Работа изложена на 162 страницах машинописного текста. Список литературы представлен 135 источниками. Приложения к диссертации представлены на 74 страницах.

В работе проанализировано современное оборудование для производства специй, существующие технологии сушки плодов, доказана актуальность и новизна темы диссертационной работы; в соответствии с темой определены цели и задачи работы. В соответствии с задачами исследований определены пути их решения.

Представлены конструкции оборудования, предназначенного для сушки специй. Приведены зависимости, полученные отечественными и зарубежными учеными, описывающие процесс СВЧ-сушки пластин овощей.

Автором представлены описания методик и результаты определения дифференциально-термического анализа плодов, теплофизических и диэлектрических характеристик. Проведены экспериментальные исследования по СВЧ-конвективной сушки плодов горького перца, чеснока и горчичного жмыха при стационарных режимах. Полученные результаты по работе стали теоретической базой для создания комбинированных режимов сушки. Они позволяют получить равномерно высушенные плоды горького перца, чеснока и горчичного жмыха и ускорить процесс испарения влаги с верхних слоев, исключая перегрев продукта и позволяют получать готовый продукт высокого качества.

Проведено математическое моделирование процесса СВЧ-конвективной сушки специй при импульсном энергоподводе, позволяющее

рассчитать изменение температуры и влагосодержания продукта по ходу процесса в зависимости от этапа сушки. Выполненные экспериментальные исследования подтвердили адекватность разработанной математической модели.

Выполнен анализ общего химического, минерального, витаминного и аминокислотного состава свежих плодов и готовых специй с применением современного оборудования и методик, обеспечивающих высокую точность результатов.

Разработаны и запатентованы конструкция аппарата, а также технологическая линия производства сушеных специй. Следует отметить высокую энергетическую эффективность предложенного аппарата, подтвержденную эксергетическим анализом энергетических потоков аппарата. Данные технико-экономического расчета также свидетельствуют о целесообразности внедрения предлагаемого аппарата в производство.

Обобщая изложенное, следует отметить, что основные разработки диссертанта по изучению и описанию процесса СВЧ-конвективной сушки специй выполнены грамотно, аккуратно и тщательно. При экспериментальных исследованиях использовались математические методы, измерения осуществлены вполне современными и надежными средствами. Таким образом, полученные диссертантом научные результаты можно считать обоснованными.

Публикация основных результатов диссертации. По теме диссертации опубликовано 15 работ, в том числе 5 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ, получено 2 патента РФ, опубликовано 8 тезисов в сборниках научных конференций.

Соответствие автореферата основным положениям диссертации. Автореферат полностью отражает содержание диссертации, написан кратко и хорошо оформлен. Диссертация изложена технически грамотным языком. Содержание диссертационной работы соответствует п. 7 (к) «Положения о порядке присуждения ученых степеней».

Замечания по диссертации:

1. Не обоснован выбор одномерного приближения модели.
2. Уравнения модели не приведены к безразмерному виду, а только в 3.2 записан в безразмерной форме и её дискретный аналог.
3. Численная реализация явной конечно-разностной схемы не представляет никаких вычислительных трудностей. Однако подтверждение точности расчетов, например, сравнение с известными точными аналитическими решениями отсутствует.
4. Не обоснован выбор теплофизических параметров для расчетов коэффициента фазовых переходов ϵ , коэффициентов массоотдачи α_m и теплоотдачи α_q .
5. Представляется необоснованным полученный постоянный профиль влагосодержания в частице.
6. На странице 77 термин «релаксация» полей температуры и влажности использован некорректно, поскольку в работе не рассматриваются процессы с учетом конечной скорости распространения тепла (влаги), например, в соответствии с законом Фурье-Лькова.

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

Общее заключение. В диссертационной работе Р.В. Дорохина предложена, научно и экспериментально обоснована совокупность методов и технических средств высокоэффективного проведения процесса СВЧ-конвективной сушки специй из плодов горького перца, чеснока и горчичного жмыха

Диссертация Р.В. Дорохина «Научное обеспечение процесса комбинированной СВЧ-конвективной сушки специй при импульсном энергоподводе» является научно-квалификационной работой, в которой изложены научно-обоснованные технические и технологические разработки процесса сушки.

Диссертационная работа имеет существенное значение для пищевой промышленности и соответствует п. 7 (к) «Положения о порядке присуждения ученых степеней». Автор диссертации Р.В. Дорохин заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств».

Профессор кафедры «Электротехники,
теплотехники и гидравлики»
ФГБОУ ВПО ВГЛТА

«12» _____ 12 _____ 2014 г.

В.М. Попов



Секретарь ректората: _____
12 _____ 12 _____ 20 _____