

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и инновациям
Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Астраханский государственный
технический университет» (ФГБОУ ВО «АГТУ»)
доктор химических наук, профессор
Н. Т. Берберова

« _____ » _____ 2018 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «АГТУ») г. Астрахань на диссертационную работу Нестерова Дмитрия Андреевича на тему «Совершенствование процесса сушки зерна проса в СВЧ-аппарате с закрученными потоками теплоносителя», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств»

Актуальность работы. В настоящее время для развития пищевой промышленности требуется как модернизация существующих технологий переработки продукции сельского хозяйства, так и разработка новых технических решений, без которых невозможно говорить о производстве конкурентоспособной продукции, обладающей высоким качеством.

Зерно проса характеризуется повышенным содержанием жиров (3,9%) и белков (11,2%), что безусловно говорит об его повышенной энергетической ценности в сравнении с традиционными культурами, применяемыми при производстве круп.

Существующий уровень техники применяемой при сушке зерна проса (как правило установки двух типов – шахтные и барабанные) в должной мере не позволяет получить продукт высокого качества, вследствие значительной продолжительности процесса при относительно малом отводе влаги (сушка протекает в пределах 40-50 минут при удалении 6,5 % влаги по сухим веществам), повышенном ударном воздействии в шахтных аппаратах и значительных силах трения в барабанных сушилках.

Также стоит отметить, что существующие технологии переработки проса носят односторонний характер и заключаются в получении либо отдельного продукта, либо не используют полученные в ходе обработки дополнительные ресурсы. Таким образом, проблемой является создание комплексного технологического решения по переработке проса и его составляющих.

Вследствие вышеперечисленного можно с уверенностью утверждать, что проблема создания новой технологии переработки проса и конструкции аппарата для сушки зерна проса является актуальной задачей.

Целью данной диссертационной работы служило развитие научно-практической составляющей процесса сушки зерна проса (проведение комплексных теоретических и экспериментальных научных исследований по изучению зерна проса как объекта сушки); создание нового компоновочного решения по переработке зерна проса и сопутствующих продуктов; разработка нового технического решения в области сушильного оборудования, а также способов автоматизации работы полученной конструкции.

Основные результаты диссертационной работы.

1. Установлены кинетические закономерности процесса сушки зерна проса в СВЧ-аппарате с закрученными потоками теплоносителя, а также определены рациональные режимы работы сушильного аппарата.

2. Определены физико-механические, теплофизические и электрофизические характеристики зерна проса, выявлен характер форм связи влаги методом дифференциально-термического анализа.

3. Получена математическая модель движения зерен проса в камере характерной конструкции и модельные кинетические кривые процесса сушки.

4. Разработано новое компоновочное решение технологической линии переработки зерна проса, конструкция сушильного аппарата с активным гидродинамическим режимом и СВЧ-энергоподводом и способ автоматического управления данного аппарата.

Достоверность полученных результатов. Все научные положения, изложенные в диссертационной работе, базируются на общепринятых методиках проведения исследований с применением современных способах математической обработки данных.

Экспериментальные кинетические закономерности процесса сушки зерна проса, получены на разработанной соискателем установке, соответствуют характеру кривых, полученных в ходе математического эксперимента.

Результаты диссертационной работы неоднократно были представлены по итогам различных конференций, выставок и опубликованы в журналах из списка ВАК.

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития соответствующей отрасли науки. Соискателем в работе обоснован выбор способа сушки в СВЧ-аппарате с закрученными потоками теплоносителя; получена адекватная модель движения зерен проса в камере данного аппарата, позволяющая определить оптимальное соотношение потоков теплоно-

сителя, тем самым производить регулирование время нахождения продуктов в камере; предложена технологическая линия комплексной переработки зерна проса с получением дополнительных продуктов в ходе переработки, а также способ автоматического управления аппаратом.

Полученные результаты научного исследования, представленные в диссертационной работе, позволяют произвести масштабный переход от существующей экспериментальной установки в последующем к промышленному образцу. Производственные испытания данного сушильного аппарата, разработанного соискателем, производились на ООО «Воронежсельмаш» и АО «Воронежский экспериментальный комбикормовый завод» подтвердили перспективность применения разработок в перерабатывающих секторах пищевой промышленности.

Кратное содержание работы. Диссертационная работа изложена на 225 страницах, содержит 29 таблиц и 92 рисунка. Работа включает введение, 5 глав, основные выводы и результаты и библиографический список из 104 наименований и приложений на 30 страницах.

Введение. Обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи работы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы диссертационного исследования.

Первая глава. В данной главе представлена общая характеристика зерна проса как объекта исследований, представлен обзор существующих современных сушильных установок с различными способами подвода энергии, а также представлен анализ к подходам математического моделирования движения частиц в различных типах сушильных установок, но со схожей геометрией.

Исходя из анализа вышеперечисленного был обоснован выбор объекта исследования и выбраны пути решения проблемы сушки зерна проса.

Вторая глава. Глава посвящена определению физико-механических характеристик зерна проса, которые позволяют в дальнейшем определить условия хранения и транспортирования зерен по технологическим магистралям предприятия. Помимо этого, определены теплофизические характеристики зерна проса на установке Coesfeld RT-1394H в интервале температур 293-373 К. Исследованы электрофизические характеристики продукта методом медленных волн, при этом зависимость изменения коэффициента диэлектрических потерь ϵ'' зерна проса при частоте ЭМП $f = 2450$ МГц от влажности W^c носила возрастающий характер. Определение форм связи влаги производили методом термического анализа на комплексном термоанализаторе TGA-DSC фирмы Mettler-Toledo в атмосфере воздуха с постоянной скоростью нагрева 3К/мин до 573 К для определения рациональных режимов сушки.

Третья глава. Приведены кинетические закономерности процесса сушки зерна проса в экспериментальной установке спроектированной соискателем на кафедре машин и аппаратов пищевых производств.

Посредством проведения статистического планирования эксперимента были определены рациональные режимы работы данной установки – температура воздуха, подаваемого в сушилку, – 325...327 К, отношение скорости осевого потока воздуха, подаваемого в сушильную установку к скорости тангенциального потока воздуха, – 1,27...1,55, удельная мощность СВЧ-энергоподвода – 0,09...0,11, кВт/кг.

Основными факторами служили мощность подводимой СВЧ-энергии и температура, соотношение скоростей потоков служило в большей степени для варьирования времени пребывания зерен в сушильной камере.

Четвертая глава. Разработана математическая модель движения зерен проса в заданной сушильной камере, соответствующей реальному прототипу, а также получены теоретические кривые сушки зерна проса. Полученные данные согласовывались с экспериментальными и среднеквадратичное отклонение по абсолютному значению не превышало 20%.

Пятая глава. Представлена технологическая схема комплексной переработки зерна проса с получение непосредственно трех продуктов – пшенная крупа, варено-сушеная крупа и просяное масло. Представлены разработанная конструкция сушильного СВЧ-аппарата и способа его автоматического управления.

Апробация результатов работы. Результаты научной работы соискателя отражены в 11 публикациях, 4 из которых опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК РФ. Также получено 2 патента и 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Содержание автореферата. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационной работы и дает достаточно полное представление о полученных научных исследованиях.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации. Полученные в ходе научного исследования результаты, представленные в диссертационной работе соискателя, рекомендуется использовать в проектно-конструкторских организациях и научно-исследовательских институтах при расчете и проектировании сушильных аппаратов с активным гидродинамическим режимом.

Полученные физико-механические, теплофизические и электрофизические характеристики, а также оптимальные технологические режимы работы сушильного экспериментального аппарата, также рекомендуется использовать при разработке методических и лекционных материалов для студентов соответствующих направлений подготовки.

Отмечая актуальность решенной научной задачи в диссертации, практическую и теоретическую значимость, а также завершенность работы следует сделать следующие замечания:

1. В работе следовало бы привести сравнительный анализ полученных в ходе экспериментальных исследований кинетических кривых сушки зерна с кривыми сушки зерна в традиционных сушилках, например, шахтных и барабанных.

2. Для подтверждения эффективности предложенного способа сушки и разработанных режимов сушки зерна проса необходимо выполнить сравнительный анализ удельной производительности рабочего объема сушильной камеры с производительностью традиционных установок для сушки зерна.

3. Общеизвестные методики определения структурно-механических и теплофизических характеристик целесообразнее было бы вынести в приложения диссертации.

4. Полученные в ходе исследований экспериментальные данные по свойствам зерна проса как объекта сушки необходимо сравнить с известными данными справочной литературы и других источников.

5. В диссертационной работе дополнительно к предложенной конструкции аппарата для сушки дисперсных материалов в закрученном потоке теплоносителя с СВЧ-энергоподводом стоило разработать предложения по модернизации действующих традиционных установок для сушки дисперсных материалов.

6. Предложенную оригинальную конструкцию аппарата для сушки дисперсных материалов в закрученном потоке теплоносителя с СВЧ-энергоподводом следовало бы сопоставить с традиционными установками для сушки дисперсных материалов с учетом ряда показателей, например, удельной влагонапряженности рабочего объема сушильной камеры, удельных энергетических затрат при эксплуатации, стоимости установки, габаритных размеров, характера взаимодействия потоков в сушилке и др.

Приведенные замечания не снижают актуальности, научной новизны и практической значимости работы.

Заключение

Диссертация представляет собой завершенную научно-квалификационную работу на актуальную тему «Совершенствование процесса сушки зерна проса в СВЧ-аппарате с закрученными потоками теплоносителя», соответствует п.п. 9- 14 гл. II «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (ред. от 28.08.2017 г.)), требованиям ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским

диссертациям, а ее автор, Нестеров Дмитрий Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств».

Рассмотрено на заседании кафедры «Технологические машины и оборудование» (протокол №4 от 25 апреля 2018г.).

Доктор технических наук
по специальности 05.18.12 – «Процессы
и аппараты пищевых производств», доцент,
заведующий кафедрой «Технологические
машины и оборудование»

Ю.А. Максименко

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждения высшего
образования «Астраханский государственный
технический университет»,

414056, г. Астрахань, ул. Татищева, д. 16
раб. +7 (8512) 61-43-00, моб. +7 (903) 349-12-12
Эл. почта: post@astu.org

25 апреля 2018г.

