

О Т З Ы В

официального оппонента, заслуженного деятеля науки РФ, доктора технических наук, профессора кафедры коммерции и товароведения Воронежского филиала ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» Полянского Константина Константиновича на диссертационную работу **Засыпкина Никиты Владимировича** на тему «Научное обеспечение энергоэффективной сушки зерна тритикале и его использование в технологии хлебобулочных изделий», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальностям: 05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств», 05.18.01 – «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства»

Актуальность темы.

Учитывая системообразующее значение рынка зерна для экономики всех смежных с зерновым хозяйством отраслей народного хозяйства страны, и прежде всего хлебопекарной, следует создавать условия для повышения эффективности производства на всех этапах получения хлебобулочных изделий.

Западные санкции с вероятностью их дальнейшего расширения на изоляцию России – ограничение ее доступа к мировым рынкам, финансовым ресурсам и технологиям могут привести к технологическому отставанию России от западных стран. Для преодоления технологической зависимости важна последовательная политика импортозамещения, которая не должна сводиться к поддержке «вчерашних технологий», а решать актуальные задачи по развитию продовольственного машиностроения и созданию высокоэффективных пищевых технологий на основе достижения отечественной науки.

Основным объектом производства в работе является один из перспективных сортов тритикале - озимый сорт Горка, разработанный Федеральным государственным бюджетным научным учреждением «Воронежский федеральный аграрный научный центр им. В.В. Докучаева» под руководством профессоров ВГАУ Горбунова В.Н. и Шевченко В.Е. Этот сорт в 2017 году включен в Госреестр селекционных достижений и рекомендован к использованию, и прежде все-

го, в Центрально-Чернозёмном регионе. Высокая урожайность тритикале в сочетании с биологическим качеством белка, содержание которого на 1,5 % выше, чем у пшеницы и на 4 % выше, чем у ржи и может составлять до 14 %, приспособляемость к неблагоприятным условиям дает достаточно оснований для расширения посевных площадей под эту зерновую культуру в Российской Федерации.

В этой связи диссертационная работа Засыпкина Никиты Владимировича безусловно актуальна, так как автором рассматривается комплекс важнейших вопросов, связанных с совершенствованием процесса сушки зерна тритикале, повышением эффективности подготовки зерна к помолу, с разработкой энергоэффективных технологий выпечки хлебобулочных изделий, а также новой рецептуры хлеба из тритикалевой муки с повышенной пищевой и биологической ценностью.

Достоверность полученных результатов, основных выводов и рекомендаций, изложенных в диссертации

Представленные в диссертационной работе результаты экспериментальных исследований и положения научно обоснованы и являются новыми. Полученные результаты численно-аналитического решения дифференциальных уравнений сложного тепломассопереноса академика А.В. Лыкова при сушке зерна тритикале соответствуют фундаментальным законам и проверены на адекватность. Результаты исследований по использованию зерна тритикале при выпечке хлеба апробированы в производственных условиях Воронежского хлебозавода № 7, что подтверждается актом. Работа выполнялась в лабораториях ФГБОУ ВО «ВГУИТ», АО «Хлебозавод №7» г. Воронежа, Орехово-Зуевском филиале ФБУ «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний». Результаты работы прошли широкую апробацию на международных, всероссийских научных, научно-технических и научно-практических конференциях. На международной специализированной выставке хлебопекарного и кондитерского рынка в Экспоцентре в Москве 23-25 марта 2021 года получен диплом за разработку рецептуры нового хлеба «Знаменский».

Научная новизна работы.

Изучены кинетические закономерности процесса сушки зерна тритикале сорта Горка в экспериментальной сушилке, имитирующей противоточно-противоточное продувание зернового слоя при рядном расположении подводящих и отводящих коробов.

Методом нестационарного теплового режима определены теплофизические характеристики зерна тритикале.

Методами дифференциально-сканирующей калориметрии и термогравиметрии зерна выделены периоды дегидратации воды и преобразования сухих веществ при термическом воздействии на зерно тритикале сорта Горка, выявлены температурные зоны, соответствующие высвобождению влаги с различной формой связи. Изучены особенности полупроницаемой оболочки зерна и ее влияние на внутренний тепло-массоперенос.

Скорректирована математическая модель процесса сушки зерна тритикале в шахтной зерносушилке с учетом тепломассообмена между эндоспермом и оболочкой в виде граничных условий четвертого рода и решена численно-аналитическими методами.

Выполнена оптимизация рецептурного состава хлеба повышенной пищевой и биологической ценности с использованием тритикалевой муки и морковного порошка и (Пат. 2755689).

Практическая ценность и реализация результатов.

Экспериментальными методами установлена возможность низкотемпературной двухсекционной сушки зерна тритикале сорта Горка с зоной охлаждения с применением абсорбционного теплового насоса (пат. № 2765597).

Разработаны энергетически эффективные технологии подготовки зерна к помолу и хлебобулочных изделий (пат. №№ 2758516, № 2758514). Энергетический анализ предлагаемых технологий показал, что генерация альтернативной энергии за счет утилизации и рекуперации теплоты низкопотенциальных источников в замкнутых термодинамических циклах позволила вернуть в систему

часть энергии отработанных теплоносителей и снизить удельные энергозатраты на 25-30 % и как следствие снизить себестоимость хлебобулочных изделий.

Предложена технология хлеба «Знаменский» из тритикалевой муки повышенной пищевой и биологической ценности (пат. № 2755689).

Структура и объем работы.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 173 страницах машинописного текста, содержит 44 рисунка и 18 таблиц. Список литературы включает 175 наименований, в том числе 16 зарубежных. Приложения к диссертации представлены на 19 страницах.

Во введении аргументирована актуальность темы диссертации, научная новизна и практическая значимость выполненных исследований.

В первой главе выполнен анализ современного состояния теории, техники и технологии сушки зерна, рассматриваются существующие модельные представления в данной области. Дается обзор методов решения задач тепломассопереноса при сушке зерна злаковых культур. Определены направления совершенствования способов сушки зерна тритикале. Показаны объективные предпосылки для повышения роли тепловых насосов в технологии хлебобулочных изделий с использованием тритикалевой муки. Рассмотрены вопросы расширения ассортимента хлебопекарной продукции из зерна тритикале. На основании проведенного анализа сформулированы цель и задачи диссертационной работы, определены пути и методы решения поставленных научных задач.

Во второй главе выполнены исследования по изучению теплофизических характеристик зерна тритикале сорта Горка. Методом нестационарного теплового режима определены коэффициенты теплопроводности и температуропроводности, а также удельная теплоемкость образцов цельного и размолотого зерна тритикале сорта «Горка».

Методами дифференциально-сканирующей калориметрии и термогравиметрии выделены периоды дегидратации воды и преобразования сухих веществ

при термическом воздействии на зерно тритикале сорта Горка, выявлены температурные зоны, соответствующие высвобождению влаги с различной формой и энергией связи.

Проведены исследования процесса сушки зерна тритикале в экспериментальной установке, имитирующей противоточно-противоточное продувание зернового слоя при рядном расположении подводящих и отводящих коробов шахтной зерносушилки.

С учетом сопротивления тепломассопереносу со стороны семенной оболочки выполнена коррекция математической модели процесса сушки в виде граничных условий четвертого рода между оболочкой и эндоспермом. Совершенствование модели тепломассопереноса позволило более полно отразить процесс сушки и повысить точность расчетов изменения температуры и влагосодержания единичного зерна во времени на 2-3 % по сравнению с известной моделью.

По данным экспериментальных и теоретических исследований обоснована сушка зерна сушильным агентом с низким влагосодержанием и высокой влагопоглощающей способностью. В этой связи разработана технология низкотемпературной сушки зерна с применением абсорбционного теплового насоса, обеспечивающая максимальное извлечение полезной энергии в материальных и тепловых потоках (пат. № 2765597).

В третьей главе предложена генерация альтернативной энергии на предприятиях хлебопродуктов. Разработаны теплонасосные технологии подготовки зерна к помолу и хлебобулочных изделий за счет утилизации и рекуперации теплоты низкопотенциальных источников в замкнутых термодинамических циклах.

Обосновано энергоэффективное вовлечение двухступенчатого парокompрессионного теплового насоса в технологическую схему, обеспечивающего повышение термодинамического совершенства сложной теплотехнологической системы.

В четвертой главе разработана технология хлеба повышенной пищевой и биологической ценности с использованием морковного порошка и тритикалевой муки. Решена задача оптимизации рецептурного состава. Определены пищевая и биологическая ценность предлагаемого хлеба Знаменский.

Выводы в полном объеме отражают основные результаты диссертационной работы.

В приложении приведены материалы, подтверждающие практическое внедрение результатов работы.

Соответствие автореферата основным положениям. Автореферат полностью отражает содержание диссертации и оформлен в соответствии с требованиями ВАК.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 15 работ, в том числе 6 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ, получено 4 патента РФ на изобретения.

Соответствие диссертации паспорту научных специальностей.

Диссертация соответствует п. 2, 3, 4 паспорта специальности 05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств» и п. 3, 4, 6 паспорта специальности 05.18.01 – «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства».

Замечания к диссертации

1. Насколько обосновано допущение о цилиндрической форме частиц зерна тритикале при аналитическом решении математической модели (с. 78)?

2. При составлении математической модели процессов сушки (с.79) отсутствует ссылка на использование некоторых упрощающих допущений, как например, пренебрежение кондуктивным переносом теплоты от теплопередающих поверхностей сушилки.

3. Как проводилась идентификация параметров физико-математической модели (2.13 – 2.21) экспериментальным данным и каким образом определялись коэффициенты тепло – и влагопроводности?

4. Отсутствует сравнительная оценка предлагаемого способа сушки по технико-экономическим показателям.

5. В диссертации не приводятся значения погрешностей измерений технологических параметров при исследовании процесса сушки зерна тритикале, подтверждающие корректность проведения эксперимента (с. 71 – 78).

6. К сожалению, в работе нет термодинамического изображения на I -х диаграмме происходящих процессов в замкнутой системе рециркуляции сушильного агента. Графическое изображение на I -х диаграмме изменения состояния сушильного агента в процессах сушки, конденсации, нагревания и др. внесли бы полную ясность и представление о поведении достаточно сложной термодинамической системы, предлагаемой автором.

7. Отсутствует мотивация о продолжительности эффективного использования воздуха в качестве сушильного агента в условиях непрерывного накопления в контуре рециркуляции продуктов уноса.

8. Третья глава перегружена расчетными формулами по известным методикам определения эксергетического КПД предлагаемых технологий подготовки зерна к помолу и получения хлебобулочных изделий. Достаточно ограничиться таблицами по результатам расчета без ущерба содержательной части.

9. Из диссертации не ясно насколько снижается себестоимость получаемого хлеба Знаменский?

10. Следовало бы представить экспериментальные данные и рекомендации по хранению зерна тритикале и сроку годности предлагаемого хлеба.

11. С какой целью автор на с. 140 приводит химический состав морковного порошка? Эта информация известна, ее целесообразно отразить в обзорной главе.

12. По тексту диссертации встречаются неудачные выражения и стилистические неточности.

Заключение

Выполненную Засыпкиным Н.В. диссертационную работу следует считать законченным научным исследованием. Результаты проведенных исследований по всем рассмотренным аспектам работы имеют инновационный характер, их внедрение несет существенный вклад в теорию и практику процесса сушки и технологию хлебобулочных изделий, о чем свидетельствуют акты производственных испытаний. Полученный научно-практический материал широко опубликован в печати, что позволяет сделать заключение о высоком уровне выполненной работы, которая полностью соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор **Засыпкин Никита Владимирович** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств и 05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства.

Официальный оппонент,
Полянский Константин Константинович
заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук, профессор
кафедры коммерции и товароведения
Воронежского филиала ФГБОУ ВО
«Российский экономический
университет имени Г.В. Плеханова»



К.К. Полянский

394030, г. Воронеж, ул. Карла Маркса, 67А,
т. 7(473)251-96-44, e-mail: voronezh@rea.ru,
сот. тел. 8-(905)051-07-68, e-mail: kaf-kit@vfreu.ru,
tovar201@list.ru

