

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора кафедры «Технологии общественного питания и переработки растительного сырья» ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ
Леоновой Светланы Александровны
на диссертационную работу Федотова Виталия Анатольевича на тему
«Совершенствование методологии оценки технологических свойств зерна и прогнозирования качества хлебобулочных и макаронных изделий из пшеничной муки», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.18.01 - Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства

Актуальность избранной темы. Избранная диссертантом темы исследования посвящена актуальнейшей проблеме мониторинга и прогнозирования качества пищевой продукции, повышения качества и безопасности продуктов питания.

В практике пищевой промышленности востребованы высокоточные и экспрессные методики определения технологических качеств пшеницы и прогнозирования потребительских свойств продуктов ее переработки, что предопределяет поиск объективных методологических подходов к определению технологических свойств зерна и способов управления технологическими параметрами производства зернопродуктов для получения товаров с наилучшим потребительским качеством. Целесообразны разработки автоматизированных систем анализа зерна на мукомольных предприятиях (например, для уточнения его наиболее рационального целевого назначения).

Перманентной проблемой мукомольных предприятий является получение муки со стабильно высокими технологическими свойствами, одной из основных причиной которой является устойчивое снижение качества зерна. Как следствие, это отрицательно сказывается на качестве и пищевой ценности хлебобулочной, кондитерской и макаронной продукции.

Действующая система оценки технологических достоинств зерна пшеницы основана на показателях натуры, стекловидности, зольности, «числа падения», количества и качества клейковины. В то же время, даже комплексный учет этих показателей часто не способен однозначно характеризовать множество потребительских качеств зерна и продуктов его переработки.

Разнородность сведений о взаимосвязях стандартных показателей качества зерна с потребительскими свойствами готовой продукции вызвана неоднозначным влиянием сортовых особенностей и условий произрастания пшеницы. Несмотря на большое количество проведенных исследований по вопросам формирования качества пшеницы в зависимости от агроклиматических условий выращивания, однозначного мнения на этот счет не достигнуто. Данные показатели отличаются высокой изменчивостью под влиянием природно-климатических факторов: одинаковым показателям качества у разных сортов пшеницы соответствуют различные технологические свойства. Кроме того, методики определения показателей качества зерна, используемые традиционно, имеют высокие трудоемкость, инструментальные и субъективные погрешности.

Также существуют известные сложности контроля показателей безопасности зернового сырья, приводящие к отбраковке продукции из-за «болезней» и дефектов хлеба и хлебобулочных изделий. Поэтому особый интерес представляют устройства и методы, позволяющие определять комплекс показателей, анализировать их и осуществлять оперативное управление параметрами технологического процесса. Оперативное получение данных о размалываемом материале (зерновом сырье) может служить цели автоматизированного управления качеством продуктов переработки зерна и прогнозирования потребительскими свойствами производимой хлебобулочной и макаронной продукции. Располагая информацией о качестве поступающего на переработку сырья, можно точнее определить его целевое назначение, использовать для получения максимально возможного качества продукции при минимуме затрат.

Диссертационная работа В.А. Федотова направлена на решение проблем контроля технологических свойств зерна пшеницы, управления качеством полуфабрикатов и продукции на различных этапах производства хлебобулочных и макаронных изделий, базирующихся на разработке экспрессных методов определения твердозерности пшеницы, моделировании и оптимизации параметров производства на основе цифровизации технологических процессов, поэтому является актуальной.

В связи с вышеизложенным, **цель диссертационной работы** заключается в решении комплекса научно-практических задач, направленных на цифровизацию мукомольного, хлебопекарного и макаронного производства за счет разработки экспрессных методов оценки качества зерна, способов

прогнозирования и управления качеством хлебобулочных и макаронных изделий.

Диссертационная работа В.А. Федотова включает в себя введение, аналитический обзор литературы, описание объектов и методов исследования, экспериментальную часть с результатами исследований по разработке методологии оценки технологических свойств зерна и прогнозирования качества хлебобулочных и макаронных изделий из пшеничной муки, основные выводы и рекомендации, список использованных литературных источников. В работе имеются приложения, содержащие результаты проведенных исследований, а также акты производственных испытаний. Основной текст диссертации изложен на 369 страницах текста, содержит 89 рисунков, 98 таблиц. Список литературы включает 191 источник, в том числе 12 иностранных источников.

В аналитическом обзоре автором показан существующий дефицит качественного зернового сырья. На формирование потребительских свойств хлебобулочных и макаронных изделий оказывает влияние множество факторов, связанных как с условиями произрастания, так и с сортовыми особенностями пшениц. Приведена американская и канадская классификация пшениц по признаку твердозерности. Описаны связи твердозерности с технологическими свойствами, оказывающими непосредственное влияние на качество готовой продукции, и потому позволяющие прогнозировать макаронные и хлебопекарные качества зерна.

Показана приоритетность твердозерности для оценки потребительских свойств пшеницы по сравнению с другими показателями структурно-механических свойств зерна. Обоснована необходимость исследований по использованию информационных технологий в области гранулометрического анализа для повышения точности определения технологических свойств зерна, муки, хлебобулочных и макаронных изделий.

Установлена необходимость учета микробиологической контаминации зерна, его способности к накоплению тяжелых металлов при формировании помольных партий в целях совершенствования контроля потребительских качеств зерна пшеницы и продуктов его переработки.

В качестве объектов исследований автором использовались наиболее распространенные сорта пшеницы Оренбургской области, районированные в 3-х ее природно-климатических зонах. Для достижения достоверных результатов при математической обработке экспериментальных данных использовали

образцы последних 10-ти лет урожая. В работе широко использовались общепринятые и специальные физико-химические, химические, биохимические, реологические, органолептические методы исследования свойств сырья, полуфабрикатов и готовых изделий.

В экспериментальной части работы проведена комплексная оценка влияния биологических и агроэкологических факторов на формирование потребительских свойств и управления качеством продуктов переработки пшеницы.

Отмечается, что важной задачей хлебопекарной промышленности является минимизация анализируемых факторов формирования качества для повышения прогностической способности потребительских свойств хлебобулочных изделий. Ее решение может быть достигнуто с помощью установления определенных технологических параметров производства на основе сведений о качестве используемой пшеничной муки.

Показано, что показатель твердозерности может быть использован в качестве объективного критерия оценки физико-химических показателей качества зерна. Однако на сегодняшний день его определение сопряжено с низкой точностью, высокими трудозатратами, использованием дорогостоящего инструментария. Целесообразны разработки автоматизированных систем анализа продуктов размола зерна на мукомольных предприятиях. Такие системы могут использоваться для определения целевого назначения производимой муки. Автором разработана автоматизированная система оценки технологических свойств продуктов переработки зерна в процессе помола. В основе системы лежат методики формирования данных о форме и размерах частиц в потоках размола зерна. В результате исследований установлены значимые связи показателя твердозерности с исследуемыми показателями технологических свойств муки, хлеба, макаронных изделий.

Разработаны экспрессные способы определения физико-химических показателей качества зерна пшеницы и продуктов его переработки на основе обработки данных оптической микроскопии алгоритмами компьютерного зрения – фрактографический анализ. Подтверждена возможность использования искусственного интеллекта - искусственной нейронной сети при систематизации сведений о гранулометрическом составе частиц размола зерна для оценки твердозерности. Предложена классификация частиц по размеру и форме, позволяющая определять класс твердозерности зерна пшеницы. Использование компьютерного зрения для классификации частиц по форме и

размеру позволяет существенно снизить временные затраты, трудозатраты и погрешность оценки показателей качества.

На основе системного подхода разработана информационно-измерительная система управления качеством хлебобулочных и макаронных изделий за счет выбора оптимальных технологических параметров замеса теста с учетом показателя твердозерности. Показаны закономерности регулирования качества хлебобулочных и макаронных изделий за счет выбора оптимальных технологических параметров замеса теста (влажности, температуры, интенсивности) с учетом показателя твердозерности пшеницы.

Изучив результаты исследования, выводы и рекомендации, следует отметить **научную новизну** разработанных способов определения технологических качеств муки на основе фрактографического анализа, методологию оптимизации производства хлебобулочных и макаронных изделий за счет варьирования температурных и влажностных режимов замеса теста, учитывающих физико-химические различия качеств зернового сырья.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в подтвержденной возможности использования твердозерности для прогнозирования хлебопекарных и макаронных свойств зерна и муки, регулирования режимов замеса хлебопекарного и макаронного теста, производства хлебобулочных и макаронных изделий с заданными потребительскими свойствами. Для практического использования автором разработаны способы определения: твердозерности зерна пшеницы (патент № 2442132), количества и качества клейковины в зерне пшеницы (патент № 2586780), хлебопекарных качеств зерна пшеницы (патент № 2433398).

Разработано программное обеспечение для: гранулометрического анализа путем оптической микроскопии (свидетельство № 2011610605), определения показателей количества и качества клейковины зерна пшеницы на основе фрактографического анализа (свидетельство № 2016611014), оценки показателей качества макаронной муки на основе фрактографического анализа (свидетельство № 2016611164), анализа морфолого-анатомических характеристик зерновых культур (свидетельство № 2018661316), расчета и построения графиков параметров и режимов замеса макаронного теста (свидетельство № 2018661317), прогнозирования качества хлебобулочных изделий на основе технологических свойств зернового сырья (свидетельство № 2018660558).

Способ оптимизации технологического процесса производства макаронных изделий посредством регулирования температурно-влажностных режимов замеса макаронного теста с учетом физико-химических показателей качества зерна реализован и подтверждается соответствующим актом от ОАО «Сладкая жизнь». Предложенная методика определения показателя твердозерности для прогнозирования макаронных свойств муки прошла производственную апробацию на ООО «Оренбургский комбикормовый завод».

По результатам проведенных исследований даны рекомендации принять в качестве стандартного показателя оценки технологических свойств зерна (муки) и прогнозирования качества хлебобулочных и макаронных изделий показатель твердозерности пшеницы; внедрить в практику работы предприятий зерноперерабатывающей, хлебопекарной и макаронной промышленности лабораторные установки по экспрессному определению показателя твердозерности, количества и качества клейковины зерна, базирующиеся на комплексном анализе частиц размола зерна, классифицируемых по размеру и форме на основе фрактографического анализа.

Достоверность и обоснованность результатов проведенных исследований. Достоверность описанных научных положений, выводов, сформулированных соискателем, представляются обоснованными и достоверными, поскольку они получены с применением научной методологии, математической обработки полученных экспериментальных данных с использованием Statsoft Statistica, Microsoft Excel, SPSS Statistics. Все исследования проведены с привлечением большого массива образцов разных сортов пшеницы, полученных в 3-х климатических зонах Оренбургской области в течение 10-ти лет, что, безусловно, подтверждает достоверность и объективность полученных результатов.

Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на научных конференциях (2009-2019 гг.). Обоснованность полученных результатов подтверждена публикациями (90 работ, в том числе 2 монография, 30 статей в журналах из списка ВАК РФ).

Новизна технических решений подтверждена 3-мя патентами РФ и 20 свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Материалы, изложенные в автореферате, отражают содержание диссертационной работы.

Отмечая несомненные достоверность, новизну и практическую значимость результатов исследований, представленных в диссертационной работе, следует отметить следующие замечания:

1. Существующие методы определения твердозерности зерна включают в себя различные методики ситового анализа продуктов размола, косвенно характеризующие степень твердозерности зерна. Однако, из текста автореферата непонятно, как на дисперсность продуктов размола зерна влияет применяемое оборудование (зерновая лабораторная мельница, лабораторная вальцовая мельница, промышленный вальцовый станок и т.п.).

2. В обзоре литературы автором отмечается приоритет агроэкологических условий произрастания в формировании технологических свойств пшеницы. Однако, в самом обзоре описание агроэкологических условий произрастания автор ограничивает лишь почвенно-климатическими характеристиками.

3. В главе 3 автор подробно анализирует влияние генотипических и агроэкологических факторов на физико-химические показатели зерна на примере большого количества образцов пшеницы Оренбургской области; при этом не оценено влияние почвенно-климатических условий произрастания на показатель, положенный автором в основу концепции всей диссертационной работы, а именно на твердозерность.

4. Не вполне ясен смысл приведенной в работе структуры взаимосвязей показателей качества зерна и продуктов его переработки (автореферат, рисунок 4), степень связей между отдельными показателями, область ее использования.

5. В тексте автор неоднократно ссылается на устаревшие стандарты. Например, на ГОСТ 9353-90 «Пшеница. Требования при заготовках и поставках» (стр. 31), однако, в настоящее время действует ГОСТ 9353-2016 «Пшеница. Технические условия». На стр. 96 и еще в нескольких местах упоминается ГОСТ Р 52189-2003 «Мука пшеничная. Общие технические условия», в то время как действующим является ГОСТ 26574-2017 «Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия».

6. Недостаточно обосновано, почему именно твердозерность стала приоритетным показателем качества технологических свойств зерна. Почему в качестве основных методик определения показателя твердозерности пользовались, в основном, индексом размера частиц (ИРЧ) и микротвердостью?

7. При нахождении корреляционных зависимостей твердозерности и реологических свойств хлебопекарного и макаронного теста автор ограничился водопоглотительной способностью. Было бы целесообразнее с учетом уже

имеющейся информации определить взаимосвязь твердозерности с удельной работой замеса теста, растяжимостью, упругостью и другими показателями реологических свойств.

8. Рисунки 4.5-4.8, демонстрирующие зависимость объемного выхода хлеба от твердозерности, показывают снижение объемного выхода из зерна с твердозерностью ниже 8 и свыше 26 кг/мм² до нуля, чего в принципе быть не может.

9. Имеются редакционные и стилистические погрешности. На рисунке 2.2 часть текста перевернута. Рисунки 3.18-3.21 названы некорректно: «частицы размола зерна». Очевидно, имелись в виду частицы, получаемые при размоле. Раздел 3.5.1 носит название «Определение наиболее значимых характеристик фрактографического анализа размола зерна», хотя очевидно, что речь идет не о процессе размола, а о получаемых продуктах.

10. В библиографическом списке недостаточно источников на иностранных языках, причем имеющиеся представлены изданиями не позднее 2010 года. Таким образом, затрудняется сопоставление полученных результатов с новейшими мировыми достижениями в сфере исследования.

Отмеченные недостатки не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации. Особо следует отметить объем выполненных исследований, разнообразие примененных методов, каждый из которых послужил основой разработки технических средств для экспрессного контроля свойств зерна и продуктов его переработки, а также прогнозирования потребительских свойств готовой продукции.

Полученные автором результаты оригинальны, обладают научной новизной и практически значимы, демонстрируют вклад автора в развитие пищевых технологий, что характеризует соискателя как вполне сложившегося исследователя, умеющего самостоятельно ставить и решать сложные технологические задачи.

Резюмируя отзыв, можно заключить, что диссертационная работа Федотова Виталия Анатольевича, выполненная на тему «Совершенствование методологии оценки технологических свойств зерна и прогнозирования качества хлебобулочных и макаронных изделий из пшеничной муки», представляет законченную научно-квалификационную работу; по актуальности, научной новизне и практической значимости имеет важное народно-хозяйственное значение и полностью соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям (пп. 9-14 «Положения о порядке

присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.18.01 - Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства.

Официальный оппонент

Доктор технических наук (05.18.01 – «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства»), профессор кафедры технологии общественного питания и переработки растительного сырья ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»

Леонова Светлана Александровна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет», 450001, Республика Башкортостан, г.Уфа, ул.50-летия Октября, 34
телефон: 8(347)228-07-19; e-mail: bgau@ufanet.ru

Подпись Леоновой С.А. удостоверяю

