

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

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. В настоящее время отмечается тенденция ухудшения технологических свойств зерна пшеницы, которая влечет за собой закономерное снижение качества хлебобулочных и макаронных изделий. Вследствие чего традиционным стало повсеместное использование готовых смесей и улучшителей качества в хлебопекарном производстве. Достижение необходимого высокого качества хлебобулочных изделий возможно за счет гибкого управления технологическими режимами производства, что, в свою очередь, возможно лишь при максимально достоверной оценке хлебопекарных достоинств зернового сырья.

Проблема формирования качества макаронных изделий также тесно связана с низким качеством используемого зернового сырья. Для технологов макаронных предприятий большое значение имеет оперативная оценка количества и качества клейковины в муке. На основе знаний об этих характеристиках муки принимается решение о предпочтительных влажности макаронного теста и температуре его замеса. В хлебопекарной отрасли количественно-качественные характеристики клейковины могут быть использованы для выбора оптимальной влажности опары и продолжительности замеса хлебопекарного теста.

Следовательно, важной задачей хлебопекарной и макаронной промышленности является минимизация анализируемых факторов формирования качества для повышения прогностической способности потребительских свойств производимой продукции. Ее решение может быть достигнуто с помощью выработки производственных решений за счет установления определенных технологических параметров производства на основе сведений о качестве используемой пшеничной муки.

Произведенные в работе В.А. Федотова исследования подчинены цели решения народнохозяйственных задач: повышение конкурентоспособности российского аграрного комплекса; эффективное импортозамещение на рынке продовольственной продукции; улучшение и повышение продуктивности используемых в сельскохозяйственном производстве природных ресурсов.

В связи с вышеизложенным, **цель диссертационной работы** заключалась в совершенствовании контроля технологических свойств зерна пшеницы и управления качеством полуфабрикатов и хлебобулочных и макаронных изделий на различных этапах производства за счет использования показателя твердозерности, моделирования и оптимизации параметров производства на основе цифровизации технологических процессов.

Диссертационная работа В.А. Федотова включает введение, обзор литературы по теме исследований, описание объектов и методов исследования, экспериментальную часть с результатами исследований и анализом технологических свойств зерна пшеницы Оренбургской области, описанием разработанных инструментально-методологических способов определения показателей качества и методологическим подходом к прогнозированию качества хлебобулочных и макаронных изделий и управления технологией их производства для получения продукции с заданными потребительскими свойствами, основные выводы и рекомендации, список литературы. Приложения содержат экспериментальные лабораторные данные, акты опытно-производственных

испытаний, патенты на изобретения, государственные свидетельства о регистрации программ для ЭВМ. Основной текст диссертации изложен на 369 страницах, содержит 89 рисунков, 98 таблиц. Список литературы составляет 191 источник. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка источников литературы и 30 приложений.

В аналитическом обзоре автором рассмотрены параметрические модели формирования технологических свойств зерна и продуктов его переработки, потребительских свойств производимых из зернового сырья хлебобулочной и макаронной продукции и основные методики их оценки и прогнозирования.

Автором сделан вывод о информационной недостаточности заключений о различиях между рыночными классами пшеницы по натуре зерна, содержанию и качеству клейковины, числу падения, реологическим показателям теста, качеству хлеба и макаронных изделий, что обуславливает необходимость всестороннего изучения различий по качеству зерна у различных сортов пшеницы.

Анализ литературных данных показал разнородность сведений о взаимосвязях стандартных показателей качества зерна с потребительскими свойствами готовой продукции, что вызвано влиянием на потребительские свойства сортовых особенностей и условий произрастания пшеницы. В то же время, исследований по вопросам формирования качества пшеницы в зависимости от агроклиматических условий выращивания на сегодняшний день проведено сравнительно мало. Показано, что методики определения показателей качества зерна, используемые традиционно, имеют высокие трудоемкость, инструментальные и субъективные погрешности, а сами показатели отличаются высокой изменчивостью под влиянием природно-климатических факторов: одинаковым показателям качества у разных сортов пшеницы соответствуют различные технологические свойства.

Для описания характеристик частиц размолотого зерна пользуются такими геометрическими показателями как длина, площадь, периметр,

эквивалентный размер, коэффициенты вытянутости, округлости и многие другие. Современные информационные технологии позволяют для продуктов размола зерна сформировать систему мониторинга этих величин. На сегодняшний день перспективным является повышение информативности гранулометрического анализа за счет использования современных интеллектуальных систем при цифровизации зерноперерабатывающей отрасли. Для исследования продуктов размола зерна пшеницы автором использовался расширенный гранулометрический анализ размола зерна, позволяющий учитывать форму частиц размола зерна.

Материалом для экспериментов служила пшеница твердых и мягких сортов различных районов Оренбургской области урожая 5-ти последних лет.

В работе исследованы зависимости физико-химических показателей качества зерна (стекловидность, клейковина, число падения, урожайность, твердозерность и пр.) от почвенно-климатических особенностей выращивания пшениц различных сортов Оренбургской области.

В комплексе рассмотрены показатели, характеризующие физико-химические свойства зерна (генотипические и фенотипические факторы), выделен показатель твердозерности зерна как критерий для оценки технологических показателей качества зерна пшеницы и продуктов ее переработки.

Обзор источников литературы также выявил высокую значимость показателя твердозерности зерна для оценки его технологических качеств и целевого назначения. Твердозерность как характеристика структурно-механических свойств зерновки может быть измерена в процессе измельчения. Перспективным является разработка методов экспрессного анализа твердозерности пшеницы на начальных стадиях ее переработки для более точного определения ее целевого назначения, выработки управленческих решений.

В работе представлена сравнительная характеристика оценки структурно-механических свойств зерна различных сортов пшеницы на основе гранулометрического анализа продуктов размола зерна. Наиболее распространенный показатель структурно-механических свойств зерна - показатель твердозерности оценивался: ситовым методом (по показателю степени измельчения; по показателю индекса размера частиц по методике Н.С. Беркутовой), по показателю микротвердости (способности зерна сопротивляться вдавливанию на микротвердомере), а также расширенным гранулометрическим - фрактографическим методом, позволяющим с помощью «компьютерного зрения» учитывать не только размеры частиц, но и их форму.

Выявлена тесная корреляционная связь структурно-механических свойств пшеницы, оцениваемых микротвердостью, индексом прочности, индексом размера частиц.

Точность определения твердозерности гранулометрическим методом была определена сравнением с результатами оценки референтным методом - по показателю микротвердости (микротвердомером ПМТ-3). Благодаря экспрессности такой оценки, возможны контроль и коррекция технологического процесса на мукомольных предприятиях.

В работе рассматриваются вопросы классификации зерна по структурно-механическим свойствам. Для описания характеристик частиц размолотого зерна пользуются такими геометрическими показателями как длина, площадь, периметр, эквивалентный размер, коэффициенты вытянутости, округлости и многие другие. Современные информационные технологии позволяют упростить и сократить временные затраты на проведения измерений этих величин.

Описана разработанная автоматизированная система оценки качества продуктов переработки пшеницы на основе фрактографического анализа продуктов размола. В основе анализа - обработка изображений (микрофотографий, произведенных цифровой камерой) проб размола зерна

методиками компьютерного зрения (на базе библиотеки Open Computer Vision). Благодаря разработанному алгоритму, система оперативно производит оценку технологических свойств зерна (твердозерности). Рассмотрена лабораторная установка, реализующая предлагаемую систему оценки качества зерна пшеницы по продуктам его размола.

Проведена оценка связей структурно-механических свойств зерна с его физико-химическими свойствами. В пробных лабораторных и производственных помолах изучены зависимости природы, стекловидности, содержания и качества клейковины зерна пшеницы и его твердозерности, оцененной показателями прочности, индекса размера частиц.

Измеренные фрактографическим анализом геометрические характеристики образцов помола зерна использовались для последующего прогнозирования технологических свойств зерна. Производимая оценка этих свойств (твердозерности, количественно-качественные характеристики клейковины) характеризовалась высокой сходимостью с результатами общепринятых способов. Экспрессность такой оценки качества продуктов размола зерна дает возможность вмешаться в процесс помола и скорректировать его для улучшения технологических качеств готового продукта.

На основе показателя твердозерности разработаны экспрессные методики прогнозирования качества хлеба (объемного выхода хлеба, формоустойчивости, балльной оценки качества) из зернового сырья с помощью компьютерного зрения и фрактографического анализа.

Изучено влияние физико-химических свойств зерна пшеницы на показатели качества хлебобулочных изделий. Сформированы методологические подходы к управлению качеством хлебобулочных изделий с помощью выработки производственных решений, за счет варьирования технологическими параметрами использования пшеничной муки с учетом ее физико-химических свойств.

Следует отметить **научную новизну** проведенных исследований:

- экспрессные методы оценки структурно-механических свойств зерна, хлебопекарных и макаронных свойств муки на основе фрактографического анализа, базирующиеся на использовании алгоритмов компьютерного зрения для классификации частиц по размеру и форме путем оптической микроскопии.

- способы ведения технологического процесса производства хлебобулочных и макаронных изделий с заранее заданными потребительскими свойствами за счет регулирования режимов замеса теста с учетом твердозерности зернового сырья.

- математические модели, используемые как основа для системы мониторинга качества зерна пшеницы, полуфабрикатов, хлебобулочных и макаронных изделий.

- параметрические модели, описывающие влияние генотипических (сортовых) признаков и агроэкологических условий произрастания пшеницы на ее ассимиляционную способность к тяжелым металлам, микробиологическую контаминированность спорами *V.subtilis*.

Результаты исследований, представленные в диссертационной работе, имеют **практическое значение**:

- сформированы методики, использующие для прогнозирования хлебопекарных и макаронных свойств муки показателя твердозерности зернового сырья,

- разработаны методики регулирования температурно-влажностных режимов замеса макаронного теста, производства хлебобулочных и макаронных изделий с заданными потребительскими свойствами.

Разработан способ определения количества и качества клейковины в зерне пшеницы (патент № 2586780, дата регистрации 18.05.2016). Разработано программное обеспечение для оценки показателей качества макаронной муки на основе фрактографического анализа (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2016611164). Разработано программное

средство для определения показателей количества и качества клейковины зерна пшеницы на основе фрактографического анализа (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2016611014).

Разработанные методики прошли производственную апробацию на предприятиях отрасли (ООО «Оренбургский комбикормовый завод», ОАО «Сладкая жизнь» и др.).

Достоверность и обоснованность представленных исследований. Достоверность научных положений, выводов, сформулированных соискателем, представляются обоснованными и достоверными, поскольку они получены с применением общепринятых и специальных методов исследований, обработка полученных экспериментальных данных проводилась с использованием продуктов Microsoft Excel, SPSS Statistics, Statsoft Statistica.

Основные положения диссертационной работы были доложены и обсуждены на научных конференциях с 2009 г. по 2019 г. Обоснованность полученных результатов подтверждена публикациями (всего 90 работ, в том числе 2 монографии, 27 статей в журналах, из списка рекомендованных ВАК РФ, 2 статьи в базе Scopus). Новизна технических решений подтверждена 3 патентами на изобретение и 20 государственными свидетельствами о регистрации программ для ЭВМ. Материалы, изложенные в автореферате, отражают содержание диссертационной работы.

Отмечая достоинства результатов исследований, представленных в диссертационной работе, следует отметить следующие вопросы и замечания:

1. Автором в качестве геометрических критериев формы и размера частиц размолотого зерна при фрактографическом анализе не использовались такие традиционные характеристики как площадь частицы и коэффициент вытянутости частицы, что легло в основу предлагаемой автором методики? При фрактографическом анализе возможно получить только показатели X и K, или есть другие показатели, характеризующие параметры частиц?

2. Показатели содержание и качество клейковины характеризуют сильные корреляционные связи с хлебопекарными и макаронными свойствами муки, почему эти показатели не рассматривались в качестве интегрального показателя?

3. Какими методами определяли твердозерность при построении корреляционных матриц?

4. Генетически наследуемым показателем является только твердозерность зерна или существуют другие показатели?

5. Из материалов приведенных таблиц непонятно - какова повторяемость проводимых экспериментальных исследований?

6. В качестве технологических параметров, влияющих на потребительские свойства макаронных изделий, рассматривалось влияние влажности и температуры замеса теста в зависимости от твердозерности зерна. Однако во внимание не принято влияние других, не менее значимых факторов, в частности продолжительность и интенсивность замеса теста.

Отмеченные недостатки не влияют на основные теоретические и практические результаты диссертации. Результаты обладают оригинальностью, научной новизной и практической значимостью, демонстрируют вклад автора в области технологии переработки злаковых культур. Соискатель характеризуется как сложившийся исследователь, умеющий самостоятельно решать сложные технические и технологические задачи.

Диссертационная работа Федотова В.А. представляет законченную научно-квалификационную работу, имеющую существенное значение в народном хозяйстве, в частности в области технологии производства хлебобулочных и макаронных изделий.

Диссертационная работа Федотова Виталия Анатольевича на тему «Совершенствование методологии оценки технологических свойств зерна и прогнозирования качества хлебобулочных и макаронных изделий из

пшеничной муки» 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 хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Шенцова Евгения Сергеевна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,

394036, Россия, г. Воронеж, проспект Революции, д. 19

телефон: 8(473)255-42-67; e-mail: post@vsuet.ru

Подпись Шенцовой Е.С. удостоверяю



Сканировано с CamScanner

