

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию
Березиной Натальи Александровны
на тему: «Научно-практические основы создания поликомпонентных
мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий
повышенной пищевой ценности»
по специальности 05.18.01- Технология обработки, хранения и
переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов,
плодоовощной продукции и виноградарства
на соискание ученой степени доктора технических наук

Ознакомление с материалами докторской диссертации Березиной Н.А. показало, что **актуальность избранной темы** связана с существующими проектами и концепциями по ведущей стратегии развития функционального и специализированного хлебопечения в Российской Федерации, а именно, с производством высококачественной продукции, способствующей сохранению и укреплению здоровья населения.

В основе данного направления положены достижения мировой и отечественной науки в области инновационных подходов к переработке растительного сырья, в том числе, и вторичных ресурсов, для получения пищевых продуктов сбалансированного состава в соответствии с физиологическими потребностями человека.

Автором отмечено, что решение поставленной задачи на современном уровне развития невозможно без применения компьютерных технологий.

Работа проводилась в рамках различных проектов по приоритетным направлениям развития науки: «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2014-2020 годы», «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы», а также гранта РФФИ № 16-37-00365 «Разработка математических, алгоритмических основ и реализация автоматизированной системы научных исследований для оптимизации аминокислотного состава белка мучной смеси».

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации Березиной Н.А. базируются на многочисленных исследованиях таких ученых, как Р.Д.Поландова, Л.И.Кузнецова, С.Я.Корячкина, Н.М.Дерганосова и многих других исследователей.

Достоверность полученных результатов, научных положений, выводов и рекомендаций обеспечивалась применением современных методов теоретических и экспериментальных исследований, математических методов планирования и обработки экспериментальных данных, а также использованием современных измерительных приборов, подтверждается совпадением результатов лабораторных и промышленных испытаний.

Новизна исследований, сформулированная в диссертации Березиной Н.А. заключается в формулировании концепции нового перспективного

направления получения поликомпонентных мучных смесей с заданными показателями пищевой ценности и технологической адекватности и подтверждены многочисленными комплексными исследованиями. Доказана возможность получения из них ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с химическим составом соответствующим основным физиологическим потребностям человека.

Впервые получены зависимости скорости разжижения и осахаривания некондиционного картофеля для получения новых сахаросодержащих продуктов, определены оптимальные режимы гидролиза картофельной массы под действием амилаглюкозидазы AMG 1100 BG по температуре, pH, содержанию сухих веществ и дозировке ферментного препарата.

Теоретически и экспериментально обоснованы оптимальные параметры кислотно-термического и экструзионного способа модификации сухой обессахаренной свекловичной стружки для получения новых источников пищевых волокон – порошков пищевых свекловичных.

Обоснована и экспериментально подтверждена возможность использования муки крупяных культур (ячменной, рисовой, гречневой и пшеничной) для получения новых завтраков для хлебобулочных изделий.

Расширены представления о технологических функциях нового и нетрадиционного сырья в составе мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий: сахаросодержащих порошков из картофеля, порошков пищевых свекловичных, завтраков из муки крупяных культур, молока сухого обезжиренного, сыворотки молочной сухой, муки соевой и чечевичной, семян подсолнечника и кунжута, а также для подкислителей для ускоренного производства: сыворотки творожной нативной, концентрата кислого сула, порошков брусники, клюквы, калины, рябины, яблока.

Выявлена высокая корреляционная зависимость между технологическими показателями мучных поликомпонентных смесей с новым и нетрадиционным сырьем и качеством хлебобулочных изделий из них. Установлена верхняя и уточнена нижняя ограничительная норма числа падения для мучных поликомпонентных смесей с новым и нетрадиционным сырьем, обеспечивающая высокое качество продукции.

Сформулированы и реализованы методологические принципы создания разнообразного ассортимента поликомпонентных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с новым и нетрадиционным сырьем, оптимизированы их составы по содержанию незаменимых аминокислот, соотношению кальция, фосфора и магния, белков, жиров и углеводов, обоснованы технологические решения ускоренных технологий производства хлебобулочных изделий с применением подкислителей на основе сбалансированных композиций органических кислот, сыворотки молочной сухой, сыворотки творожной нативной, концентрата кислого сула, порошков брусники, клюквы, калины, рябины, яблока.

Впервые проведена медико-биологическая оценка ржано-пшеничных хлебобулочных изделий из поликомпонентных смесей повышенной пищевой ценности с новым и нетрадиционным сырьем. Полученные данные

показывают положительное влияние разработанных изделий на увеличение в крови содержания кальция, триглицеридов и липопротеидов высокой плотности, что будет способствовать профилактике заболеваний имеющих алиментарные причины.

Новизна предлагаемых решений подтверждена 13 патентами РФ.

Автором сформулирована **основная цель** исследований, заключающаяся в научно-практическом обосновании и разработке поликомпонентных мучных смесей с заданными показателями пищевой и технологической направленности благодаря оптимизации процесса за счет использования нового и нетрадиционного сырья.

В соответствии с поставленной целью соискателем **решилось 8 задач**, главными из которых являлись:

1. разработка научно-обоснованных технологий новых видов сырья из вторичных ресурсов (сахаросодержащих порошков из картофеля, порошков пищевых свекловичных), и полуфабрикатов из муки крупяных культур (заварок из муки ячменной, рисовой, гречневой, пшеничной);
2. теоретическое и экспериментальное обоснование применения нового и нетрадиционного сырья для создания поликомпонентных мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности и подкислителей для их ускоренного производства;
3. определение математических зависимостей технологических свойств нетрадиционного сырья от его гранулометрического состава и рН-среды, поликомпонентных мучных смесей от дозировки нетрадиционного сырья, качества ржано-пшеничных хлебобулочных изделий от состава мучных смесей;
4. разработка рецептур и технологических решений для производства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий из поликомпонентных мучных смесей повышенной пищевой ценности, определение их потребительских свойств и медико-биологических характеристик.

По мнению автора, научная концепция работы состоит в разработке научных и практических основ прогнозирования сбалансированного биохимического состава и технологических свойств поликомпонентных мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, основанного на аналитической оценке химического состава и технологических свойств ее отдельных компонентов.

Практическая значимость диссертационной работы заключается:

- в развитии основ конструирования поликомпонентных мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности с использованием возможностей современных вычислительных средств;
- в разработке и экспериментальном обосновании технологии новых видов сырья: сахаросодержащих порошков из картофеля, порошков пищевых свекловичных, из вторичных ресурсов пищевых производств – некондиционного картофеля и сухой обессахаренной свекловичной стружки, разработке технологии использования муки крупяных культур (ячменной,

рисовой, гречневой и пшеничной) для производства заварных ржано-пшеничных хлебобулочных изделий;

- в экспериментально-практическом обосновании технологических решений производства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий на основе поликомпонентных мучных смесей с нетрадиционным сырьем.

Разработана программа ЭВМ «Программное средство расчета и анализа оптимального состава поликомпонентной мучной смеси» (свидетельство о государственной регистрации № 2019619374)

Разработаны и утверждены технические документации на: «Порошок сахаросодержащий из картофеля», на порошок пищевой свекловичный «Сахарные волокна» и порошок пищевой свекловичный «Сахарные волокна» экструдированный, муку «Орловский богатырь», сухие заварки «Крупяные» на мучные смеси, хлеб ржано-пшеничный «Орловский богатырь», «Хлеб из смеси ржаной и пшеничной муки с порошками пищевыми свекловичными», «Хлебобулочные изделия «Композиция здоровья».

Опытно-промышленная апробация результатов исследования проводилась на предприятиях ЗАО «Сахарный комбинат «Колпнянский» (пгт Колпна), ООО «Звягинский крахмальный завод» (п. Звягинки), ООО мини-пекарня «Юность» и ООО «Колпнянский хлебозавод».

Материалы выполненной работы используются в учебном процессе при чтении лекций и проведении лабораторно-практических занятий студентов по направлению «Продукты питания из растительного сырья» ФБОГОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева».

Положения, выносимые автором на защиту включают:

- методологию и принципы проектирования поликомпонентных мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности на основе химического состава, технологических свойств нетрадиционного и нового сырья с целью создания продукции заданного нутриентного состава и высокого потребительского достоинства;

- теоретическое и экспериментальное обоснование разработанных технологий получения новых видов сырья из вторичных ресурсов пищевых производств и полуфабрикатов из муки крупяных культур, содержащих биологически ценные компоненты и обладающие высокими технологическими свойствами;

- научно-практическое обоснование выбора нетрадиционного сырья для поликомпонентных мучных смесей с высокой пищевой ценностью и натуральных растительных и животных подкислителей для ускоренного производства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий.

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на многочисленных всероссийских и международных конференциях, конвентах и конгрессах в г.г. Орел, Барнаул, Челябинск, Екатеринбург, Уфа, Краснодар, Казань, Москва, Саратов, Одесса, Воронеж и др.

Основное содержание работы представлено в 119 научных трудах, в том числе 23 статей в рецензируемых научных изданиях ВАК, 2 статьи относящихся к базе данных WebOfSciences, 4 монографии (из них 2

коллективные), 7 учебных и учебно-методических пособий (в том числе 2 с грифом УМО), получено 13 патентов РФ на изобретения.

Диссертация состоит из введения, 7 глав: аналитического обзора литературы, объектов и методов исследований, результатов собственных исследований, выводов, списка использованных источников литературы и приложений. Основное содержание изложено на 307 страницах печатного текста, включает 102 таблицы, 68 рисунков; список литературы включает 500 источников, из которых 431 отечественных и 69 зарубежных авторов; 19 приложений. Общий объем диссертации составляет 461 страницу.

В первой главе представлен анализ научно-технической информации по теме исследований. Обозначены современные проблемы питания населения и роль нутриентного состава массовых сортов хлебобулочных изделий. Рассмотрены, возможные причины снижения уровня потребления хлеба и направления развития технологий ржано-пшеничных хлебобулочных изделий функционального назначения. Приведена характеристика способов применения нетрадиционного сырья для выработки функциональных ржано-пшеничных хлебобулочных изделий. Осуществлен обзор и критический анализ существующих методов рецептурной оптимизации продуктов нового поколения.

Во второй главе диссертации приведены объекты и методы исследований, структурная схема исследований. Объектами исследования явились широкий спектр традиционного и нетрадиционного сырья: мука ржаная хлебопекарная обдирная, мука пшеничная хлебопекарная I сорта, обессахаренная сухая свекловичная стружка по ГОСТ Р 54901-2012, свежий картофель по ГОСТ Р 51808-2013, порошок калины, рябины, клюквы, брусники, яблока ТУ 10.39.25-003-69275064-2017, мука ячменная по ТУ 9293-007-00932169-96, мука рисовая по ТУ 9293-002-43175543-03, мука гречневая по ТУ 9293-005-00932169-96, мука пшеничная по ТУ 9293-006-00932169-96, мука соевая по ГОСТ 3898-56, мука чечевичная по ТУ 9293-009-89751414-10, кунжут по ГОСТ 12095-76, подсолнечник по ТУ 9729-233-01597945-05, молоко сухое обезжиренное по ГОСТ 33629-2015, сыворотка молочная сухая по ГОСТ 33958-2016, концентрат квасного суслу по ГОСТ 28538-90, заварки из муки ячменной, рисовой, гречневой, пшеничной, картофельная масса, гидролизат картофельной массы, порошки сахаросодержащие из картофеля, порошки пищевые свекловичные.

Так же во второй главе представлены данные исследований технологических свойств сырья, его химического состава, физико-химических свойств полуфабрикатов, готовой продукции, показателей безопасности сырья и готовой продукции, которые проводились стандартными и общепринятыми методами в лабораториях ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»: на кафедрах пищевых технологий и организации ресторанного дела, промышленной химии и биотехнологии; в производственных лабораториях предприятий ООО «Звягинского крахмального завода» (п. Звягинки), ОАО «Сахарного завода Колпнянского»

и целого ряда других организаций, осуществляющих анализы по данным направлениям.

В третьей главе диссертации приведено обоснование применения нетрадиционных видов сырья для поликомпонентных мучных ржано-пшеничных смесей повышенной пищевой ценности. В основе этого этапа работы положена разработка новых видов пищевых ингредиентов повышенной пищевой ценности из вторичных ресурсов пищевых производств (картофелекрахмального, свеклосахарного) – сахаросодержащих порошков из картофеля и порошков пищевых свекловичных, заварок из муки крупяных культур (ячменной, рисовой, гречневой и пшеничной). Обоснование их применения для создания поликомпонентных мучных смесей повышенной пищевой ценности в композициях с таким ценным в пищевом отношении сырьем, как сухая молочная сыворотка, сухое молоко, мука соевая, чечевичная, кунжут, подсолнечник. Научно обоснованно применение в технологии ржано-пшеничного хлеба растительных порошков из брусники, клюквы, калины, рябины, яблока, сухой и нативной молочной сыворотки, концентрата квасного сула.

В данной главе представлена технология получения сахаросодержащих продуктов из картофеля, которая основана на биохимической модификации некондиционного картофеля под действием ферментного препарата AMG 1100 BG. Исследованы зависимости скорости разжижения и осахаривания некондиционного картофеля в гидролизат картофеля от технологических параметров модификации на основании которых определены оптимальные режимы разжижения основного сырья путем гидротермической обработки и осахаривания. Приведена технологическая схема получения сахаросодержащих порошков из картофеля. Предложено разделение высокоосахаренного полуфабриката на сироп и пасту.

В связи с высокой длительностью сушки сахаросодержащей картофельной пасты – 7 часов, использована рециркуляционная сушка, предусматривающая добавление осушителей, снижающих начальную влажность высушиваемого продукта.

В качестве осушителей применены: сухой порошок предыдущего высушивания (СПК), или мука ржаная обдирная, или мука пшеничная первого сорта. На основании проведенных исследований автором были разработаны и утверждены ТУ 9166-293-02069036-2012 Порошок сахаросодержащий из картофеля, получены патенты РФ №№ 2214711, 2228638, 2467573, 2580137.

В данной главе автором приведены технологии получения порошков пищевых свекловичных из сухой обессахаренной стружки сахарной свеклы. Основаны на кислотнo-термической модификации сухой обессахаренной свекловичной стружки. Исследованы зависимости водосвязывающей и сорбционной способности, а также содержания пектиновых веществ от технологических параметров физико-химической модификации сухой обессахаренной свекловичной стружки на основании которых определены

Данные расчета аминокислотного сгора показали, что исследуемые новые виды сырья имеют высокие значения по дефицитным для хлебобулочных изделий аминокислотам – треонину и метионину+цистину.

Комплексная оценка качественных показателей сахаросодержащих продуктов из картофеля и порошков пищевых свекловичных позволила соискателю установить, что они могут входить в состав поликомпонентных мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, как источник пищевых волокон, незаменимых аминокислот, а также участвовать в формировании технологических свойств мучной смеси, увеличивая водосвязывающую, водоудерживающую способности и число падения.

Определено, что заварки из муки крупяных культур содержат в основном углеводы: редуцирующие сахара и крахмал. Повышенная титруемая кислотность заварок в хлебопекарных полуфабрикатах будет сокращать продолжительность технологического процесса. Установлено, что заварки из муки ячменной и рисовой имеют вкус и запах схожий с контрольной заваркой из ржаной муки, а заварки из муки гречневой и пшеничной сохраняют оттенки вкуса и запаха используемой для их получения муки, что будет оказывать влияние на органолептические показатели хлебобулочных изделий. Сухие заварки обладают высокими показателями водосвязывающей, водоудерживающей способности, а также (кроме рисовой) числом падения. В них обнаружено высокое содержание магния, незаменимых аминокислот в том числе лимитирующих в хлебобулочных изделиях: лизина, треонина и суммы серосодержащих аминокислот (метионин+цистин). Комплексная оценка заварок из муки крупяных культур показала, что в составе мучных поликомпонентных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий они могут служить источником незаменимых аминокислот, обогатить конечные продукты минеральными веществами, участвовать в формировании вкусо-ароматических характеристик конечного продукта.

Выбор остальных видов пищевого сырья для поликомпонентных мучных смесей, по мнению автора (сухой молочной сыворотки, сухого молока, муки соевой, чечевичной, семян кунжута, подсолнечника), был основан, прежде всего, на их высокой пищевой ценности и доступности на рынке.

По мнению автора, роль сухих молочных продуктов заключается в корректировании минерального состава, особенно содержания кальция, а также повышения биологической ценности хлебобулочных изделий за счет внесения наиболее дефицитных аминокислот в их состав – лизина и треонина.

Анализ химического состава муки соевой, чечевичной, кунжута и подсолнечника позволил выявить высокое содержание белка – в 1,2-4 раза превышающее количество белка в хлебопекарной муке. Установлено, что соевая мука имеет наиболее сбалансированный аминокислотный состав и обладает очень высокой биологической ценностью – 80,9 %. Наиболее высокий скор по лизину обнаружен в соевой и чечевичной муке. Чечевичная мука, семена кунжута и подсолнечника отличаются высоким скором по треонину, метионину+ цистину. В кунжуте обнаружено значительное

количество клетчатки в 20-22 раза больше, чем в хлебопекарной муке. Содержание кальция в кунжуте превышало суточную рекомендуемую норму. Исследуемые сырьевые ингредиенты имели близкие значения водосвязывающей и водоудерживающей способности. Максимальная степень набухания установлена у соевой муки. В ней же определено минимальное значение числа падения. Число падения муки чечевичной, измельченных семян подсолнечника и кунжута достаточно высокое, на уровне числа падения пшеничной хлебопекарной муки.

В качестве природных подкислителей в составе поликомпонитной мучной смеси автором было рассмотрено следующее сырье: молочная сыворотка нативная и сухая, концентрат квасного сула, порошки из брусники, клюквы, калины, рябины, яблока. Установлено, что данные виды сырья обладают высокой кислотностью – 28-70 град, в их составе содержатся водорастворимые сахара – от 4,5 до 45 %. На основании этих показателей автором сделан вывод, что данное сырье будет способствовать интенсификации технологического процесса в ускоренных схемах производства ржано-пшеничного хлеба.

Соискателем установлена зависимость технологических свойств сырьевых компонентов поликомпонитных смесей от гранулометрического состава и кислотно-щелочной среды (рН). Установлено, что увеличение размера частиц способствует снижению водосвязывающей, жиросвязывающей способности и числа падения.

Проведенный Березиной Н.А. анализ математических зависимостей технологических свойств пищевого сырья для поликомпонитных смесей от его гранулометрического позволил установить, что в случае крупнодисперсного сырья, увеличение числа падения смеси будет свидетельствовать об увеличении данных показателей. Автор считает, что показатель «число падения» имеет статистически значимую тенденцию к увеличению при возрастании водосвязывающей и жиросвязывающей способности пищевых компонентов. Снижение рН-среды отрицательно влияет на водосвязывающую способность сырьевых компонентов, что, по мнению автора, связано с уплотнением структуры белковых компонентов и снижением их способности к поглощению.

Исходя из данных заключений автор полагает, что показатель числа падения сырьевых компонентов поликомпонитных смесей позволяет прогнозировать их технологический потенциал формирующий качество полуфабрикатов и готовых изделий.

Глава четвертая связана с определением влияния нетрадиционного сырья на технологические свойства ржано-пшеничной муки и обоснование их рациональных дозировок. Целью данного этапа исследований являлось обоснование выбора технологического показателя качества ржано-пшеничной мучной смеси с нетрадиционным сырьем, позволяющего на стадии составления рецептурной композиции гарантировать удовлетворительное потребительское качество конечного продукта и определить оптимальные начальные характеристики полуфабрикатов.

Для этого в рецептурах теста заменяли 5, 10 и 15 % **ржано-пшеничной** муки нетрадиционным сырьем. В смесях определяли водосвязывающую способность и число падения, в готовых хлебобулочных изделиях – пористость и органолептические показатели. Приготовление хлебобулочных изделий осуществляли с использованием густой ржаной закваски, соли и прессованных дрожжей. Количество воды на замес определяли с учетом изменения водопоглотительной способности мучных смесей при внесении нетрадиционного сырья.

Анализ уравнений связи водосвязывающей способности и числа падения мучных смесей, а также пористости хлебобулочных изделий с нетрадиционным сырьем от дозировки вносимых компонентов показал, что свободные члены регрессионных уравнений имеют близкие значения к данным показателям ржано-пшеничной муки и хлеба без добавок – 3,0 см³/г, 206 с, 54,0 % соответственно. Это доказывает определяющее влияние основного сырья на формирование этих показателей. При этом, коэффициенты уравнений показывают степень изменения (вариабельность) ржано-пшеничной муки и хлебобулочных изделий в зависимости от вида вносимого нетрадиционного сырья. Данное обстоятельство позволили автору использовать полученные эмпирические зависимости для проектирования и прогнозирования качества мучной смеси.

Березиной установлена отрицательная линейная зависимость органолептических показателей ржано-пшеничных хлебобулочных изделий из мучных смесей при внесении муки чечевичной, муки соевой, молочных продуктов, порошка пищевого свекловичного (ППС), заварки из муки ячменной. Наиболее отрицательное влияние на органолептическое показатели готовых изделий из мучных смесей с новым и нетрадиционным сырьем оказывает мука чечевичная и молоко сухое имеющие значительные отрицательные размеры коэффициентов уравнений – 12 и 11. Внесение чечевичной муки придавало изделиям бобовый привкус, а высокие дозировки сухого молока делали мякиш липким, заминаемым, плохо разжевываемым.

Проведенные экспериментальные и аналитические исследования позволили установить максимальное количество нетрадиционного сырья в составе мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, которое позволит получить конечный продукт с высокими значениями пористости и органолептических показателей: мука чечевичная – 5,0 %, мука соевая – 5,0 %, молоко сухое – 5,0%, сыворотка молочная сухая – 5,0 %, сахаросодержащие порошки из картофеля 11,0 % - 11,5 %, порошок пищевой свекловичный (ППС) – 5,0 %, порошок пищевой свекловичный экструдированный (ППСЭ) – 15,0 %, заварка из муки ячменной – 10,0%, рисовой – 5,0 %, гречневой – 10,8 %, пшеничной – 10,8 %, семена кунжута – 10,4 %, подсолнечника – 10,4 %. Полученные дозировки были автором использованы в дальнейших расчетах при проектировании поликомпонентных мучных смесей повышенной пищевой ценности.

Определение величины эффекта воздействия технологических свойств мучных смесей на потребительские свойства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий осуществлялось с применением статистических методов обработки и анализа данных. Установлено, что влияние числа падения на качество ржано-пшеничных хлебобулочных изделий из мучных смесей с нетрадиционным сырьем является более значимым, так как величина значения t-критерия для него более высокая – 6,5 по сравнению t-критерием для водосвязывающей способности – 2,3. Не обнаружена статистически значимая связь между показателями водосвязывающей способности, числа падения и органолептической оценкой качества хлебобулочных изделий, что не позволяет использовать результаты органолептической оценки для прогнозирования качества мучных смесей с нетрадиционным сырьем.

Для определения вида и типа регрессионной зависимости водосвязывающей способности и числа падения на показатель пористости, экспериментальные данные для этих показателей были аппроксимированы с помощью пакета анализа программы MSExcel. Наиболее адекватным уравнением связи пористости хлебобулочных изделий, является квадратичное уравнение зависимости пористости от числа падения мучных смесей, в котором все коэффициенты являются значимыми при доверительном уровне вероятности 0,05. В связи с этим данное уравнение использовано для анализа и прогноза качества ржано-пшеничных хлебобулочных изделий. Для графической интерпретации результатов анализа по данному уравнению была построена графическая зависимость показателя пористости хлебобулочных изделий от числа падения мучной смеси, показывающими, что критической точкой, показателя числа падения ржано-пшеничной муки, обеспечивающей наилучшее качество готовых хлебобулочных изделий является значение 200 ± 10 с.

Для определения оптимальных начальных характеристик полуфабрикатов для ускоренного тестоприготовления ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с помощью методов математического планирования эксперимента Беорезиной Н.А. было исследовано влияние факторов: числа падения ржаной муки (X1), содержания клейковины в пшеничной муке (X2), количества ржаной муки в ржано-пшеничной смеси (X3), массовой доли влаги в тесте (X4) и его начальной кислотности (X5) на продолжительность брожения, расстойки тестовых заготовок и пористость готовых хлебобулочных изделий. Тесто из модельных ржано-пшеничных мучных смесей готовили ускоренным способом с применением в качестве подкислителя лимонной кислоты для получения начальной заданной кислотности теста. Принятая автором дозировка прессованных дрожжей -2,0% была значительно выше установленной нормы, в то же время дозировка поваренной соли – 1,5 %, была несколько ниже для данного вида изделий.

Проведенная Березиной Н.А. аналитическая оценка результатов математического моделирования показала, что на продолжительность брожения теста значимо влияет только один фактор – начальная кислотность теста (X5), имеющий коэффициент с отрицательным знаком, показывающим,

что продолжительность брожения теста сокращается при увеличении начальной кислотности, что коррелирует с литературными данными. На продолжительность расстойки также влияет начальная кислотность теста, чрезмерное увеличение которой будет увеличивать продолжительность расстойки, что обусловлено подавлением дрожжевой микрофлоры.

Установлено, что на пористость хлебобулочных изделий оказывают влияние следующие факторы: X3 (количество ржаной муки в ржано-пшеничной смеси, %), X42, (массовая доля влаги в тесте, %), сочетание факторов X1X3 (число падения и количество ржаной муки в ржано-пшеничной смеси) и X4X5 (массовая доля влаги в тесте и начальная кислотность теста из ржано-пшеничной смеси).

Математическая обработка полученных данных показала незначимость такого фактора, как содержание клейковины в пшеничной муке, вносимой в ржано-пшеничную смесь.

Глава пятая посвящена разработке теоретических основ создания поликомпонентных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности с заданными технологическими свойствами. Создание поликомпонентных смесей для хлебопечения, основанное только на аналитической комбинации количественно-качественной составляющей содержащихся в них нутриентов, имеет весьма существенное несовершенство, связанное с отсутствием гарантии получения конечного продукта достаточного потребительского достоинства.

При исследовании влияния технологических свойств нового и нетрадиционного сырья на показатели качества хлебобулочных изделий автором установлена высокая корреляционная зависимость между значениями числа падения смесей и качеством готовых изделий из них. Из этого Березина Н.А. делает заключение, что данный показатель может использоваться в качестве расчетного критерия технологической адекватности при составлении поликомпонентных смесей для ржано-пшеничного хлеба. Усовершенствованная формула расчета позволяет определить число падения хлебопекарной смеси из любого количества компонентов, что показывает ее универсальность в применении. Однако большое количество ингредиентов делает расчеты громоздкими и долгими, что показывает необходимость применения для этой цели современных вычислительных средств.

В основе методологического подхода количественно-качественной оценки нутриентного состава поликомпозиной смеси был принят принцип выделения в качестве ключевой составляющей белковой компоненты смеси. Во многом это обусловлено тем, что белки, являясь эволюционно-обусловленной доминантой пищевого рациона, в целом определяют характер питания. В связи с этим, при формализации задачи в качестве целевой функции была принята максимизация количества белка в проектируемой смеси и его биологическая ценность. Для раскрытия потенциала нетрадиционного сырья вносимого в состав проектируемой хлебопекарной смеси введены такие параметры, как соотношение белков и углеводов,

минеральных веществ Ca:P:Mg и показатель числа падения. В связи с многозадачностью поставленной цели проектирования мучной поликомпонитной смеси с нетрадиционным сырьем для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий было разработано программное обеспечение с гибким интерфейсом позволяющее производить необходимые расчеты в соответствии с представленным теоретическим и практическим обоснованием для создания хлебопекарных смесей повышенной пищевой ценности с заданными технологическими свойствами.

Глава шестая связана с разработкой и оптимизацией технологии производства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий из поликомпонитных смесей повышенной пищевой ценности.

Автором установлено, что молочные продукты, концентрат квасного сусла и фруктово-ягодные порошки в составе подкислителей позволили улучшить вкус и запах конечного продукта за счет привнесения оттенков вкуса самих компонентов, а также наличия в них значительного количества сахаров, участвующих в реакции меланоидинообразования.

В результате оптимизации состава поликомпонитных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с помощью программного обеспечения было сгенерировано более 40 модельных смесей. После анализа расчетных данных было отобрано 9 с показателем биологической ценности не менее 70 % со сбалансированным составом по основным макро-и микронутриентам. Кроме новых видов пищевых ингредиентов в их состав включены: сухая молочная сыворотка, сухое молоко, мука соевая, чечевичная, семена кунжута и подсолнечника. Приготовление хлебобулочных изделий из модельных смесей осуществляли ускоренным способом, по технологии, представленной выше с использованием подкислителей.

Автором разработаны и утверждены 3 комплекта технической документации на новые виды сырья (сахаросодержащие продукты из картофеля, порошки пищевые свекловичные, заварки сухие), а также 5 – на мучные смеси и хлебобулочные изделия с нетрадиционным сырьем, проведена их промышленная апробация.

Проведены определения переваримости хлебобулочных изделий из мучных поликомпонитных смесей *in vitro*. В качестве контрольного образца использовано хлебобулочное изделие из торговой сети – хлеб ржано-пшеничный «Спасский» по ТУ 1091451-006-48363077-2016 (АО «Орловский хлебокомбинат»). Установлено, что показатели переваримости опытных образцов выше, чем хлеба «Спасского», что обусловлено большим содержанием в них водорастворимых белков, лучше поддающихся расщеплению пищеварительными ферментами.

На основании расчета химического состава по мнению автора в разработанных хлебобулочных изделиях биологическая ценность повысилась на 8,1 % - 17,0 % %, соотношение белков:жиров:углеводов находятся в соотношении соответствующем оптимальному усвоению этих пищевых веществ в – 1,0:0,8:3,9-4,8, соотношение минеральных веществ – Ca:Mg:P соответствует 1:0,5-0,6:1,2-1,5.

Березиной Н.А. разработан комплект технической документации на хлебобулочные изделия (ТУ 9113 -316-02069036-2018 «Хлебобулочные изделия «Композиция здоровья»). На поликомполитные мучные смеси получены патенты РФ №№ 2527298, 2533042, 2556895 . Разработанные рецептуры могут быть адаптированы к технологическому процессу и оборудованию, установленному на хлебопекарных предприятиях и не требуют дополнительных затрат для своего производства.

На исследованиях *in vivo* определено, что хлебобулочные изделия с использованием поликомполитных смесей в рационе лабораторных животных увеличивают скорость обменных процессов. Введение в рацион 14 добровольцев нового вида хлеба из поликомполитной смеси сбалансированного состава способствовало увеличению к концу исследования числа добровольцев с нормальным уровнем холестерина, что свидетельствует о положительном влиянии систематического употребления разработанного сорта хлеба на липидный обмен.

Глава седьмая посвящена расчету экономической эффективности продукции с включением поликомполитных смесей в рецептуру ржано-пшеничного хлеба. Результаты расчетов показали, что стоимость таких изделий в 3,8-5,4 раза выше по сравнению с традиционными изделиями массой 350г (контроль - 8,35рублей; на поликомполитных смесях – от 36,56 рублей до 46,05 рублей).

Однако, по утверждению автора, разработанная продукция имеет высокий интегральный показатель конкурентоспособности 1,1-1,88.

В результате комплексных исследований Березиной Н.А. разработана научная концепция и методология создания поликомполитных мучных смесей для ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, базирующаяся на аналитической оценке химического состава и технологических свойств нетрадиционного сырья путем применения формализованных методов оптимизации нутриентной и технологической адекватности с использованием компьютерных технологий.

Автореферат докторской диссертации Березиной Н.А. отражает основное содержание диссертации.

Несмотря на значительное количество теоретического, экспериментального и практического материала следует отметить некоторые недостатки и неточности, обнаруженные в диссертации:

1. Вызывает сомнение, что полный отказ от чистых культур кислотообразующих микроорганизмов и переход на плодоовощные порошки, ягоды позволит получать ржано-пшеничные, в том числе и заварные, виды хлебобулочных изделий с удовлетворительными органолептическими и физико-химическими показателями.

2. Насколько оправданным является использование столь разнообразных растительных и животных добавок, не будет ли наблюдаться отрицательный эффект при их синергическом действии в тестосистеме?

3. Насколько целесообразно использование в поликомполитных смесях продуктов переработки из не кондиционного картофеля?

4. С какой целью проводились медико-биологические исследования на животных с отдельными видами растительных добавок?
5. Неясно, какую ржаную или пшеничную муку заменяли на нетрадиционное сырье (в тексте диссертации обозначено как «**ржано-пшеничная мука**»)?
6. В модельных пробах при приготовлении ржано-пшеничного теста с мучными композитными смесями использована, не обосновано высокая дозировка прессованных дрожжей -2,0%, что влечет за собой интенсификацию спиртового брожения и получения изделий неудовлетворительного качества.
7. Непонятно, какие образцы изделий служили контролем для разных вариантов поликомпозитных смесей?
8. Основными критериями для оценки качества ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, приготовленных с использованием поликомпозитных смесей, автор выбирает кислотность и пористость, однако наиболее значимыми являются органолептические показатели, особенно вкус и запах выпеченных изделий. При балльной оценке показателю «запах» отводится 10 баллов из суммарной оценки 45баллов.
9. В диссертации отсутствуют фотографические изображения контрольных и опытных образцов хлебобулочных изделий. В результате чего сложно судить о качестве готовых хлебобулочных изделий, приготовленных на вновь разработанных поликомпозитных смесях.
10. При расчете экономической эффективности несколько смущает высокая стоимость изделий, которая в 3,8-5,4 раза превышает стоимость контрольных образцов.
11. Отдельные приложения не читаемы из-за очень мелкого шрифта(приложение 1, приложение 18). Некоторые приложения даются без соответствующего заключения, особенно по протоколам испытаний(приложение 9).
12. Следует отметить отдельные опечатки и неточности в оформлении диссертации: слитное написание отдельных слов (стр. 92,93 название таблиц), неправильное оформление списка литературных источников (стр. 324, №/№ 124,125, 126, 127, 129,130,131,132,133,136,137; стр. 327 №/№ 153,154; стр.334 № 209; стр 337 № 238; стр 338 № /№240, 243, 247; стр 339 №/№ 248, 249,251,254; стр. 348 №/№306, 308, 309,310, 311,312, 313; стр 349 №/№ 316, 317,319,320,321,322; стр. 350 №/№323, 331; стр.351 № 333; стр.355 № 370; стр. 357 № 382, 386; стр. 358 № 387, 388; стр. 359 № 401; стр. 360 № 410; стр. 362 № 429).

Несмотря на отмеченные замечания, диссертация Березиной Н.А. является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технологические решения, внедрение последних вносит значительный вклад в развитие пищевых технологий, а именно, в создание хлебобулочных изделий для здорового питания. Работа базируется на основных принципах обогащения пищевых продуктов, которые решаются с использованием математических методов планирования эксперимента и современных

компьютерных технологий. Оценивая работу в целом, следует отметить, что она соответствует требованиям специальности 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства». По всем формальным признакам диссертация отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор, профессор,
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский государственный университет
пищевых производств, 125080, Москва, Волоколамское шоссе, д. 11.
8(499)7500111 доб.72-48
hleb@mgupp.ru;
Богатырева Татьяна Глебовна



24.12.2019г

Гербовая печать

Подпись Богатыревой Татьяны Глебовны заверяю

Проректор по научной работе

М.П.Щетинин

