**Пономарева Елена Ивановна. Научные и практические основы технологии хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием сбивных полуфабрикатов : диссертация ... доктора технических наук : 05.18.01 / Пономарева Елена Ивановна; [Место защиты: ГОУВПО "Московский государственный университет пищевых производств"].- Москва, 2009.- 475 с.: ил.**

**Государственное образовательное учреждение высшего**

**профессионального образования**

**Воронежская государственная технологическая академия**

**. , ,. „ На правах рукописи**

**05\*200951045**

**Пономарева Елена Ивановна**

**НАУЧНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СБИВНЫХ ПОЛУ ФАБРИКАТ ОВ**

**Том 1**

**Специальность: 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства»**

**Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук**

**Научный консультант - доктор технических наук, профессор Магомедов Г.О.**

**Содержание**

**Введение 9**

**1 Обзор литературы 15**

**1.1 Анализ современного состояния и тенденций развития ассорти¬**

**мента хлебобулочных изделий функционального назначения в России 15**

**1.2 Роль хлеба в рационе питания различных категорий населения... 29**

**1.3 Факторы, влияющие на метаболизм и кислотно-щелочной**

**баланс в организме человека 31**

**1.4 Способы разрыхления хлебопекарных полуфабрикатов 36**

**1.5 Научные основы формирования структуры сбивных изделий 41**

**1.6 Обоснование включения бездрожжевых хлебобулочных изделий на основе сбивного теста в диетотерапию и рационы**

**питания для профилактики заболеваний 59**

**Заключение по обзору литературы 63**

**2 Экспериментальная часть 66**

**2.1 Объекты и методы исследования 66**

**2.1.1 Организация эксперимента и проблемно-концептуальная**

**схема исследований 66**

**2.1.2 Сырье, применяемое в работе, методы исследования показате¬лей его качества, характеристика сырья 69**

**2.1.3 Методы приготовления теста и хлеба в лабораторных и произ¬водственных условиях 81**

**2.1.4 Методы исследования свойств полуфабрикатов и изделий 90**

**2.2 Специальные методы исследования 99**

**2.3 Математические методы обработки экспериментальных данных 105**

**3 Результаты исследования и их анализ**

**3.1 Научно-практические аспекты получения хлебобулочных**

**изделий путем механического разрыхления 107**

**Ill**

**117**

**125**

**128**

**130**

**141**

**158**

**158**

**158**

**163**

**169**

**171**

**187**

**Механизм образования структуры сбивного теста**

**Ферментативный гидролиз биополимеров при механическом и**

**биологическом способах разрыхления полуфабрикатов**

**Формирование цветового спектра поверхности хлебобулочного**

**изделия в зависимости от способа его приготовления**

**Состояние биополимеров хлебопекарной муки при разных**

**способах разрыхления теста**

**Определение оптимальных параметров приготовления сбивных**

**полуфабрикатов**

**Исследование реологических характеристик сбивного**

**бездрожжевого теста**

**Влияние рецептурных компонентов на свойства теста при**

**перемешивании и сбивании**

**Разработка технологий и рецептур хлеба функционального**

**назначения на основе сбивных полуфабрикатов**

**Разработка технологии бездрожжевого хлеба из пшеничной**

**муки первого сорта на основе сбивного теста**

**Обоснование выбора сырья в качестве обогатителей при**

**производстве сбивных хлебобулочных изделий**

**Влияние исследуемых обогатителей на свойства полуфабрика¬тов и показатели качества готовых изделий**

**Моделирование и оптимизация рецептур для приготовления сбивных хлебобулочных изделий функционального назначения Определение влияния внесения обогатителей и способа приго-товления теста на соотношение форм связи влаги в мякише хле¬ба, содержание ароматобразующих веществ и микробиологиче¬ские показатели**

**Расчет пищевой, энергетической и биологической ценности изделий, рекомендации по потреблению**

**3.2.1.6 Технология приготовления сбивного пшеничного**

**бездрожжевого хлеба функционального назначения 189**

**3.2.2 Разработка технологии приготовления сбивных хлебобулочных**

**изделий из смеси ржаной и пшеничной муки 191**

**3.2.2.1 Определение оптимальных параметров замеса и рецептуры**

**сбивного полуфабриката из смеси ржаной и пшеничной муки.... 193**

**3.2.2.2 Влияние соотношения ржаной и пшеничной муки на реологиче¬ские свойства теста и показатели качества хлеба 193**

**3.2.2.3 Влияние обогатителей на состояние углеводно-амилазного ком¬**

**плекса смеси ржаной и пшеничной муки, свойства теста и показатели качества хлеба 201**

**3.2.2.4 Разработка рецептуры сбивного хлеба из смеси ржаной и пше¬ничной муки с использованием жидкой закваски с заваркой 206**

**3.2.2.5 Исследование влияния продолжительности хранения хлеба на**

**изменение структурно-механических свойств его мякиша 208**

**3.2.2.6 Исследование микробиологических показателей качества хлеба**

**и оценка ароматобразующих веществ в сбивных изделиях из смеси ржаной и пшеничной муки 211**

**3.2.2.7 Оценка пищевой ценности сбивных хлебобулочных изделий,**

**рекомендации по потреблению 213**

**3.2.2.8 Технология приготовления хлеба функционального назначения**

**из смеси ржаной и пшеничной муки 217**

**3.2.3 Разработка технологии хлеба с мучными композитными**

**смесями 220**

**3.2.3.1 Формирование требований к технологическим свойствам сырья, используемого в составе мучных композитных смесей 220**

**3.2.3.2 Научное обоснование и разработка мучных композитных 226**

**смесей, предназначенных для повышения пищевой ценности изделий**

**3.2.3.3 Исследование влияния различных дозировок композитных**

**смесей и способа их подготовки на свойства теста и качество хлеба 232**

**3.2.3.4 Выбор оптимального способа приготовления хлебобулочных**

**изделий с мучными композитными смесями 240**

**3.2.3.5 Применение мучных композитных смесей в приготовлении**

**сбивных бездрожжевых изделий 245**

**3.2.3.6 Определение эффективности внесения обогатителей на 247**

**сохранение свежести хлеба, содержание ароматобразующих веществ и микробиологические показатели**

**3.2.3.7 Квалиметрическая оценка качества хлебобулочных изделий с 256**

**мучными композитными смесями**

**3.2.3.8 Определение пищевой ценности разработанных изделий,**

**рекомендации по потреблению 259**

**3.2.3.9 Технология приготовления разработанных видов**

**хлебобулочных изделий 263**

**3.2.4 Разработка сбивных бездрожэюевых хлебобулочных изделий с применением муки из цельносмолотого зерна различных видов культур 268**

**3.2.4.1 Обоснование механизма пенообразования при механическом**

**разрыхлении теста с учетом влияния фракционного состава белков муки 268**

**3.2.4.2 Изучение технологических свойств муки из цельносмолотого**

**зерна 270**

**3.2.4.3 Влияние вида зерновой культуры на структурно-механические**

**свойства теста и качество хлеба на основе использования цельносмолотого зерна 276**

**3.2.4.4 Исследование содержания ароматобразующих веществ в**

**изделии и влияние внесения цельносмолотой муки на сохранение свежести хлеба 285**

**3.2.4.5 Оценка пищевой ценности изделий с учетом их функцио¬**

**нальных свойств и рекомендаций по потреблению при различных заболеваниях 289**

**3.2.4.8 Технология производства хлебобулочных изделий из цельно¬смолотого зерна 297**

**3.2.5 Разработка способа приготовления сбивного бездрожжевого**

**хлеба из биоактивированного зерна пшеницы 299**

**3.2.5.1 Выбор рациональной продолжительности замеса и сбивания**

**теста из биоактивированного зерна пшеницы 299**

**3.2.5.2 Обоснование выбора пенообразователей и стабилизаторов**

**устойчивости пены и способа их внесения в тесто из биоактивированного зерна пшеницы 304**

**3.2.5.3 Разработка оптимальных рецептур сбивных бездрожжевых**

**изделий 310**

**3.2.5.4 Исследование структурно-механических свойств готовых из¬**

**делий и изменения содержания связанной воды в хлебе при хранении 313**

**3.2.5.5 Определение микробиологической стойкости хлеба в процессе хра¬**

**нения и количественного состава ароматобразующих веществ в изделиях 317**

**3.2.5.6 Пищевая, биологическая и энергетическая ценности изделий,**

**степень покрытия суточной потребности в необходимых нутриентах, рекомендации по потреблению 320**

**3.2.5.7 Технология приготовления сбивного хлеба из 323**

**биоактивированного зерна пшеницы**

**3.2.6 Разработка способа приготовления бездрожжевых сбивных**

**изделий на основе замороженных полуфабрикатов 326**

**3.2.6.1 Влияние процесса замораживания и размораживания на тепло¬**

**физические характеристики сбивных полуфабрикатов и качество хлеба 326**

**3.2.6.2 Выбор эффективного способа размораживания и выпечки**

**замороженных полуфабрикатов 336**

**3.2.6.3 Определение влияния процесса замораживания на содержание**

**ароматобразующих веществ и их изменение при хранении изделий 340**

**3.2.6.4 Влияние продолжительности хранения замороженных полуфаб¬рикатов на качество хлеба и сохранение его свежести 343**

**3.2.6.5 Технология приготовления сбивных хлебобулочных изделий из**

**замороженных полуфабрикатов 346**

**3.3 Медико-биологическая оценка качества хлебобулочных изделий функционального назначения, их пищевая ценность и экономическая эффективность 349**

**3.3.1 Исследование химического состава хлебобулочных изделий.... 349**

**3.3.1.1 Определение массовой доли белка, жира, углеводов и пищевых**

**волокон в хлебе 349**

**3.3.1.2 Исследование аминокислотного и витаминного составов**

**изделий 352**

**3.3.1.3 Исследование содержания минеральных веществ в хлебобулоч¬ных изделиях 356**

**3.3.2 Обоснование влияния хлебобулочных изделий на пищеварение,**

**энергетические затраты организма, кислотно-щелочной**

**- 358**

**баланс**

**3.3.2.1 Определение антиоксидантной активности хлебобулочных**

**изделий и перевариваемости белковых веществ мякиша хлеба... 359**

**3.3.2.2 Определение скорости адсорбции углеводов хлеба в организме**

**человека, установление гликемического индекса хлебобулочных изделий 2^2**

**3.3.2.3 Исследование активной кислотности хлеба и регулирование**

**кислотно-щелочного равновесия в организме 367**

**3.3.3 Медико-биологическая оценка качества хлеба 370**

**3.3.3.1 Определение перевариваемости, усвояемости, острой и**

**хронической токсичности изделия 370**

**3.3.3.2 Выявление позитивного влияния потребления хлеба при**

**различных заболеваниях 372**

**3.3.4 Обоснование функциональности разработанных видов 377**

**изделий**

**3.3.4.1 Методика расчета химического состава хлебобулочных**

**изделий, энергетической, пищевой, биологической ценности и степени удовлетворения в пищевых нутриентах за счет употребления хлеба 377**

**3.3.4.2 Методика расчета индивидуального рациона питания для**

**различных категорий населения в зависимости от пола, возраста, вида деятельности, состояния здоровья. Расчет доли хлеба в рационе питания 378**

**3.3.4.3 Обоснование включения разработанных хлебобулочных изде¬**

**лий функционального назначения в рацион питания примени¬тельно к различным заболеваниям. Рекомендации для профилактики заболеваний 380**

**3.3.5 Экономическая эффективность производства новых видов хлеба**

**функционального назначения 385**

**Выводы 386**

**Список использованных источников 389**

**Выводы**

* Проведен анализ биологического и механического разрыхления, выяв­лены принципы и физико-химические закономерности протекающих процес­сов, дано научное обоснование формирования разрыхленной структуры сбив­ной тестовой массы и мякиша хлеба с точки зрения теории устойчивости дис­персных систем ДЛФО. Предложена физическая модель процесса деструкции крахмала и белка пшеничной муки в сбивном бездрожжевом тесте.
* Установлены методом математического моделирования и оптимизации рациональные параметры приготовления сбивного теста из пшеничной муки первого сорта, смеси ржаной и пшеничной, из муки цельносмолотого зерна, биоактивированного зерна пшеницы, с добавлением мучной композитной сме­си: давление сжатого воздуха - 0,4 МПа, частота вращения месильного органа — 6,7-8,3 с'1, продолжительность перемешивания (ферментативного гидролиза) - 3-9 мин, продолжительность сбивания - 3-12 мин, обеспечивающие значение

л

объемной массы теста в пределах 0,3-0,4 г/см .

* Выбраны и даны практические рекомендации по использованию ре­цептурных ингредиентов для производства хлеба функционального назначения, основанные на принципах современной нутрициологии в соответствии с нор­мами физиологических потребностей при профилактическом питании или при лечении различных групп населения.
* Научно обоснованы и разработаны технологии хлеба функционального назначения, базирующиеся на теории термодинамики тонких пленок и дис­персных систем, из пшеничной муки первого сорта, смеси ржаной и пшенич­ной, с мучными композитными смесями, из муки цельносмолотых различных видов зерновых культур, из биоактивированного зерна пшеницы, заморожен­ных полуфабрикатов в соответствии с иерархическим многоуровневым дина-

мическим процессом. Установлено, что дополнительное сырье интенсифициру­ет скорость реакции меланоидинообразования, что обеспечивает полноценный цвет, вкус и аромат изделий. Выявлено, что процесс замораживания сбивных бездрожжевых полуфабрикатов способствует повышению микробиологической чистоты хлеба на 39 %, увеличивает длительность сохранения его свежести на 36 ч. \*

* Доказано методом электронной микроскопии, что тесто, полученное

механическим и биологическим разрыхлением, характеризуется единой струк­турной природой. Выявлено, что сбивание рецептурных компонентов оказы­вает положительное влияние на формирование более устойчивой микропорис­той структуры теста, что обеспечивается образованием белково-углеводной матрицы за счет равномерного обволакивания пленкой клейковины крахмаль­ных зерен. •

* Разработаны методики определения структурно-механических свойств сбивного теста, учитывающие динамику их изменения. Получены математические модели эффективной вязкости теста от его влажности, интенсивности сбивания и давления сжатого воздуха, позволяющие прогнозировать и регулировать реологи­ческие свойства сбивного полуфабриката.
* Выявлено, что хлеб, полученный путем механического разрыхления, характеризуется средним значением ГИ (от 63 до 69 %) и более низким по сравнению с изделиями, разрыхленными биологическим способом (72-83 %). Установлено, что потребление 100 г разработанных изделий обеспечит степень удовлетворения суточной нормы потребления белка на 6-12 %, жира не более 1 %, углеводов 8-12 *%,* пищевых волокон на 15-26 %., минеральных веществ - 6-30 %, витаминов 6-12 %, аминокислот - 6-12 %.
* Разработана методика оценки кислотно-щелочного баланса организма и даны рекомендации по корректировке его в сторону улучшения. Предложена и реализована в виде программы на ЭВМ методика расчета рациона индивиду­ального питания для различных возрастных групп населения, учитывающая по­крытие основных показателях пищевой ценности в рационе за счет хлеба, спо­собствующая оптимальному здоровью путем предупреждения несбалансиро­ванности питания.
* Разработана и утверждена техническая документация (18 комплектов) на производство новых видов хлеба. Медико-клиническими испытаниями дока­зана целесообразность включения сбивного хлеба функционального назначения в рационы питания населения для оптимизации лечения и профилактики сер­дечнососудистых заболеваний, органов пищеварения, нарушений обменных функций организма.

Установлено, что механический способ разрыхления теста сокращает технологический цикл от 2 до 5,5 ч, исключает затраты сухих веществ при бро­жении на 3-5,5 %, увеличивает выход хлеба на 12-15 %, позволяет перерабаты­вать муку с низкими хлебопекарными свойствами, экономически целесообра­зен, так как ожидаемый экономический эффект от реализации 1 т изделий со­ставляет от 3,5 до 5,5 тыс. р., апробирован в производстве и внедрен в учебный процесс.