**Садыгова Мадина Карипулловна. Научно-практические основы технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с применением муки из семян нута Саратовской селекции: диссертация ... кандидата сельскохозяйственных наук: 05.18.01 / Садыгова Мадина Карипулловна;[Место защиты: Воронежский государственный университет инженерных технологий].- Воронеж, 2015.- 394 с.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

Воронежский государственный университет инженерных технологий

На правах рукописи

САДЫГОВА Мадина Карипулловна

**НАУЧНО - ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ И МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МУКИ ИЗ СЕМЯН НУТА САРАТОВСКОЙ СЕЛЕКЦИИ**

Специальность: 05.18.01 - технология обработки, хранения

и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства

**Д И С С Е Р Т А Ц И Я**

на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук

**Научный консультант:**

доктор технических наук, профессор Магомедов Г азибег Омарович

Воронеж 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 6

Глава I. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА 14 ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ И МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

1. Современное состояние исследований в области технологии 14 хлебобулочных и мучных кондитерских изделий функционального назначения
2. Хлебобулочные и мучные кондитерские изделия на основе 36 продуктов переработки нута
3. Современное состояние и перспективы производства мучных 38 кондитерских изделий функционального назначения
4. Посевные площади и валовой сбор семян нута 43
5. Эффективное воздействие сверхвысокой (СВЧ) и крайне высокой 44

(КВЧ) частоты излучений на биопродукт

1. Механический способ разрыхления полуфабрикатов хлебопекарного 50

производства

Глава II. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ 54

1. Организация эксперимента и структурная схема исследования 54
2. Характеристика сырья и методы его исследования 56
3. Способ получения муки из цельносмолотого нута 57
4. Методики приготовления полуфабрикатов и изделий 59
5. Приготовление полуфабрикатов и хлебобулочных изделий по 59 традиционной технологии
6. Приготовление сбивных полуфабрикатов и хлебобулочных 61 изделий механическим способом разрыхления
7. Приготовление полуфабрикатов и мучных кондитерских 63 изделий
8. Методы оценки качества полуфабрикатов, хлебобулочных и мучных 68

кондитерских изделий

1. Методика расчета основных показателей пищевой ценности изделий 80
2. Математические методы обработки экспериментальных данных 83

Глава III. ПРИМЕНЕНИЕ НУТОВОЙ МУКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ 85

ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПО ТРАДИЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

1. Научно-практическое обоснование подбора сорта нута Саратовской 85

селекции для производства хлебобулочных изделий по традиционной технологии

1. Качество товарных партий зерна пшеницы, выращиваемого в 85 Саратовской области
2. Технологический потенциал сортов нута Саратовской 89 селекции
3. Исследование реологических свойств полуфабрикатов с 96

использованием муки из цельносмолотых семян нута различных

сортов

1. Влияние нутовой муки на интенсивность брожения пшеничного 102

теста

1. Влияние нутовой муки на газообразующую способность теста 104
2. Применение муки из семян различных сортов нута в технологии 117

хлеба

1. Расширение ассортимента хлебобулочных изделий с нутовой мукой 125

по традиционной технологии

1. Разработка рецептуры и технологии батона Студенческого с 125 нутовой мукой
2. Разработка рецептуры и технологии нутово-пшеничного 1 31 батона
3. Характеристика изделий по содержанию ароматобразующих 134 веществ и антиоксидантов
4. Влияние нутовой муки на продолжительность сохранения 137 свежести хлебобулочных изделий

Глава IV. НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ 146

СБИВНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

* 1. Обоснование применения дезинтеграционно-волнового помола семян нута для производства хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности
		1. Отличия в технологии дезинтеграционно-волнового и 146 валкового помола семян нута
		2. Результаты исследования биопродукта, полученного 148 дезинтеграционно-волновым методом помола
		3. Влияние дезинтеграционно-волнового помола на 153 фракционный и аминокислотный состав белков нута разных сортов
		4. Исследование фракционного состава белков муки из 157 различных видов культур
	2. Механизм образования пенообразных дисперсных систем и роль 159

компонентов муки

* + 1. Механизм образования теста при интенсивном перемешивании 161
		2. Механизм механического разрыхления структуры сбивного 164 теста
		3. Влияние технологических факторов при интенсивном 169 перемешивании на структурообразование теста
	1. Исследование влияния технологических параметров на показатели 178

качества сбивных полуфабрикатов и изделий на основе муки из цельносмолотых семян нута

* + 1. Изменение объемной массы сбивного полуфабриката от 178 параметров сбивания
		2. Исследование влияния сухой пшеничной клейковины, соли 180 поваренной и крахмала на показатели качества сбивного теста и хлеба
		3. Разработка оптимального рецептурного состава нутового 183

хлеба

* + 1. Оценка качества сбивного хлеба из муки цельносмолотых 189 семян нута
		2. Изменение показателей качества хлебобулочного изделия в 194 процессе хранения
		3. Пищевая ценность хлебобулочного изделия 197
	1. Совершенствование технологии сбивного хлеба из муки 200

цельносмолотых семян нута

* + 1. Сравнительная оценка сбивных полуфабрикатов и изделий из 200 муки цельносмолотых семян нута разных сортов
		2. Исследование влияния яблочного сока и модифицированного 202 крахмала на показатели качества теста и хлеба
		3. Исследование влияния рН теста на пенообразующую 203 способность белков нута
		4. Оптимизация способа приготовления сбивного теста 206
		5. Оценка качества хлеба 210 Глава V. НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МУЧНЫХ 217 КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ
1. Разработка технологии кексов из муки различных видов культур 217
2. Применение муки из различного растительного сырья в 217 технологии кексов
3. Влияние различных видов муки и их соотношений на 225 показатели качества кексов
4. Органолептические и физико-химические показатели качества 231 кексов
5. Определение содержания ароматобразующих веществ 237 антиоксидантной активности изделий
6. Определение рационального состава изделия с помощью 241 метода многокритериальной оптимизации
7. Исследование изменения показателей качества кексов в 244 процессе хранения
8. Разработка технологии коржиков на основе муки из 247

цельносмолотых семян нута

1. Влияние дозировки муки из цельносмолотого нута на свойства 247 теста и качество коржиков
2. Определение оптимальной дозировки нутовой муки в 255 рецептуре коржиков
3. Влияние дозировки патоки на показатели качества теста и 258 изделий
4. Определение содержания ароматобразующих веществ и 262 антиоксидантов
5. Определение цветовых характеристик 265
6. Исследование показателей качества коржиков в процессе их 267 хранения
7. Разработка ассортимента коржиков повышенной пищевой 269 ценности
8. Оценка изделий по показателям пищевой ценности 271
9. Разработка технологии полуфабриката для заварного пирожного с 273

нутовой мукой

1. Влияние дозировки муки из семян нута на свойства теста и 273 качество полуфабриката для заварного пирожного
2. Определение содержания ароматобразующих веществ и 277 антиоксидантов
3. Исследование показателей качества изделий в процессе их 279

хранения

1. Оценка качества изделий 279

ВЫВОДЫ 285

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ 288

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 290

Приложение А. Нормативно-техническая документация 336

Приложение Б. Акты производственных испытаний 362

Приложение В. Патентная документация. 382

Приложение Г. Расчет ожидаемой экономической эффективности 387

ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность работы.** Принятые «Основы государственной политики РФ в области здорового питания до 2020 г», а также Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации предусматривают расширение ассортимента функциональных, диетических хлебобулочных изделий, изделий для детского и геродиетического питания [141, 142, 247].

Рационы питания взрослого и детского населения Саратовской области, как и по всей стране, сегодня характеризуются дефицитом полиненасыщенных жирных кислот на фоне избыточного потребления животных жиров, выраженным дефицитом большинства витаминов, недостаточностью поступления ряда минеральных веществ и микроэлементов. Остро стоит вопрос, связанный с недостаточным потреблением пищевых волокон [333].

Большой вклад в разработку научных основ производства продуктов, выработанных из нетрадиционного сырья, их целенаправленного и рационального использования для повышения пищевой ценности продуктов питания внесли: Л.Я. Ауэрман, В.И. Дробот, А.В. Зубченко, О.А. Ильина, Л.Н. Казанская, С.Я. Корячкина, В.И. Криштафович, Н.В. Лабутина, Г.О. Магомедов, В.Д. Малкина, И.В. Матвеева, Л.И. Пучкова, Р.Д. Поландова, Е.И. Пономарева, В.А. Патт, Л.П. Пащенко, Ю.Ф. Росляков, Т.В. Санина, Т.Н.Тертычная, Н.Н. Типсина, Г.И. Цугленок, Т.Б. Цыганова, В.Я. Черных, M. Velencia, D. Salunkhe и другие.

Среди отечественных культур, адаптированных к климатическим условиям Приволжского региона, как альтернативу сое следует выделить семена нута. Обладая высокой устойчивостью к засухе, вредителям, технологическим потенциалом, сбалансированным аминокислотным составом, нут может значительно способствовать производству хлебобулочных, мучных кондитерских изделий с высоким содержанием полноценного белка.

Несмотря на имеющиеся информацию о положительных свойствах нута, как отечественного источника растительного белка для создания различных пищевых систем, данные химического состава сортов нута местной селекции требуют углубления, обобщения, дополнения в части функциональных свойств, научно-практических основ и технического обеспечения применения.

Традиционно в Поволжье эта культура использовалась на кормовые цели, поэтому необходима популяризация нута как пищевого продукта.

Комплексная переработка нута с применением дезинтеграционно-волнового метода измельчения семян и разработка ресурсосберегающей технологии производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий из нутовой муки различных сортов, используя механический способ разрыхления теста, позволит повысить эффективность производства, улучшить пищевую и биологическую ценность, придать им функциональные свойства.

Диссертационная работа выполнялась в рамках НИР кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств» Воронежского государственного университета инженерных технологий «Разработка энерго- и ресурсосберегающих чистых технологий переработки сельхозсырья в конкурентоспособные хлебобулочные, кондитерские и макаронные функциональные продукты на основе медико-биологических воззрений» (№ г. р. 01970008815) и кафедры «Технологии продуктов питания» Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова «Создание продуктов питания функционального назначения из растительного сырья».

**Степень разработанности темы:** в научных работах Г.О. Магомедова, Е.И. Пономаревой, И.А. Алейник, И.В. Прибытковой определены инновационные подходы к производству пищевых продуктов, разработаны технологии сбивных хлебобулочных изделий из цельносмолотого зерна пшеницы, ржи и их смеси, представляют перспективную альтернативу существующим традиционным технологиям. Результаты исследований технологических свойств муки из семян нута различных сортов позволяют сделать обоснованный выбор сырья для производства и расширения ассортимента хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. На способ производства сбивного хлеба повышенной пищевой ценности получен патент №2492655, на способ приготовления полуфабриката заварного пирожного патент №2461202, на способ получения нутово-пшеничного батона патент № 2429599, на мучные кондитерские изделия оформлены 5 технических условий, работа планируется быть продолженной в направлении исследований по расширению ассортимента обогащенной пищевой продукции за счет использования вторичных сырьевых ресурсов.

**Целью работы** является разработка научно-практических основ технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий из муки семян различных сортов нута Саратовской селекции с применением дезинтеграционно-волнового помола сырья.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

1. Обосновать сырьевой потенциал и подобрать наиболее перспективные сырьевые источники для создания новых хлебобулочных и кондитерских изделий функционального назначения, конкурентоспособных, безопасных и для здорового питания населения Саратовской области;
2. Изучить технологический потенциал сортов нута Саратовской селекции и научно обосновать выбор нута как белковый сырьевой источник для разработки хлебобулочных и кондитерских изделий функционального назначения. Определить критерии отбора сорта нута для последующего исследования продуктов его переработки при производстве сбивного хлеба;

3.Определить влияние муки из семян нута различных сортов на газообразующую способность пшеничной муки, реологические свойства полуфабриката и возможность их использования в традиционной технологии хлебобулочных изделий;

1. Исследовать влияние дезинтеграционно-волнового метода помола семян нута на качество и выход цельносмолотой муки;
2. Обосновать формирования структуры теста на основе нутовой муки при интенсивном перемешивании и сбивании его под действием избыточного давления воздуха с учетом физико-химических, физико-механических и коллоидных процессов, протекающих с точки зрения теории устойчивости лиофобных дисперсных систем Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека (ДЛФО).

Разработать практические рекомендации по формированию и устойчивости развитой пористой структуры сбивного теста и готовых изделий;

1. Изучить влияние технологических параметров на показатели качества сбивных полуфабрикатов и изделий на основе муки из цельносмолотых семян нута различных сортов. Оптимизировать рецептурный состав нутового хлеба и провести оценку его качества. Обосновать преимущество предлагаемой технологий хлебобулочных изделий как альтернативу традиционной;
2. Научно и практически обосновать производство мучных кондитерских изделий функционального назначения из композитной смеси различных видов муки (нутовой, пшеничной, рисовой, ячменной, гречневой, овсяной, кукурузной и др.). Оптимизировать составы мучных кондитерских изделий, обеспечивающие нормы функциональной потребности;
3. Провести опытно-промышленные апробации, разработать техническую документацию на хлебобулочные и мучные кондитерские изделия, внедрить в производство. Рассчитать экономический эффект от внедрения предлагаемых технологий.

**Научная концепция работы.** Основой в решении проблемы создания функциональных хлебобулочных и мучных кондитерских изделий является комплексная оценка технологических свойств различных сортов семян нута Саратовской селекции, и возможность их использования при создании продуктов питания высокого качества.

**Научная новизна.** Впервые была проведена комплексная оценка 6 сортов нута Саратовской селекции и определен их технологический потенциал. Определены критерии отбора при создании сортов нута для сбивной технологии хлебобулочных изделий.

Впервые изучено влияние различных рецептурных компонентов (поваренной соли, яблочного сока, сахара и органических кислот) на структурообразование и механизм образования теста из муки нута при интенсивном перемешивании и сбивании его под действием избыточного давления воздуха.

Расширен ассортимент хлебобулочных и мучных кондитерских изделий на основе муки из цельносмолотых семян нута различных сортов для здорового питания населения Саратовской области.

Получены математические зависимости показателей качества полуфабрикатов и готовой продукции - объемной массы сбивного полуфабриката и удельного объема хлеба от дозировки модифицированного крахмала и продолжительности сбивания теста.

Разработаны научные и методологические основы технологии функциональных хлебобулочных, мучных кондитерских изделий на основе муки из цельносмолотых семян нута и различных обогатителей с применением дезинтеграционно-волнового помола и механического способа разрыхления теста.

Впервые из муки цельносмолотых семян нута разработаны рецептура и технология сбивного безглютенового хлеба.

Приоритет выполненной работы относительно созданных технологий производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий функционального назначения подтвержден 3 патентами РФ и 9 ТУ (Приложения А и В).

**Практическая значимость работы.** В результате решения научной проблемы разработаны новая технология получения муки из семян нута и новые технологии на 9 видов хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, на которые разработана и утверждена техническая документация.

Проведена промышленная апробация предлагаемых технологий в условиях ОАО «Саратовский хлебокомбинат им. Стружкина» г. Саратова, ОАО «Хлебозавод №.7» г. Воронежа, мини-пекарни ИП А.М. Магомедова (Саратовская область, Краснопартизанский район, п. Горный), подтвердившие положительные результаты исследований (Приложения Б).

Теоретические и методические положения работы использованы при подготовке «Методических рекомендаций по внедрению технологии сбивных хлебобулочных изделий из цельносмолотого нута».

Материалы диссертации используются в учебном процессе ФГБОУ ВПО Саратовский ГАУ имени Н.И. Вавилова, в других учебных заведениях РФ, на

ОАО «Саратовский хлебокомбинат им. Стружкина» г. Саратова, ОАО «Хлебозавод №.7» г. Воронежа, мини-пекарни ИП А.М. Магомедова (Саратовская область, Краснопартизанский район, п. Горный).

**Методология и методы исследования.** Для достижения цели диссертационной работы и подтверждения достоверности полученных результатов были использованы новые методики при определении ароматобразующих веществ в изделиях. Активность воды определяли криоскопическим методом по температуре замерзания, посредством устройства типа АВК, разработанного на кафедре «Технология производства и переработки продукции животноводства» ФГБОУ ВПО Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова. Статистическую обработку и оценку достоверности результатов исследований проводили методами регрессионного анализа с помощью программ Maple, MS Excel.

**Научные положения, выносимые на защиту:**

* обоснование сырьевого потенциала и подбор наиболее перспективных сортов для создания хлебобулочных и кондитерских изделий функционального назначения;
* комплексная оценка технологических свойств семян различных сортов нута Саратовской селекции и обоснование возможности их использования в традиционных технологиях хлебобулочных изделий;

-анализ структуры и химического состава муки из цельносмолотых семян нута, полученной дезинтеграционно-волновым способом;

-результаты исследования влияния рецептурно-технологических параметров на качество сбивных полуфабрикатов и изделий на основе муки из цельносмолотых семян нута;

-механизм образования теста из муки цельносмолотых семян нута при интенсивном перемешивании и сбивании его под действием избыточного давления воздуха;

* оценка качества функциональных хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, на основе муки из семян сортов нута Саратовской селекции;

-сравнительная оценка пищевой и биологической ценности хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, полученных различными способами разрыхления теста.

**Степень достоверности и апробации результатов.** Достоверность полученных результатов подтверждена применением современных физико­химических методов анализа, математической обработкой результатов эксперимента, промышленной апробацией и оценкой экономической эффективности предлагаемых технологий.

Основные результаты работы опубликованы в трудах, доложены и обсуждены на различных международных и всероссийских научно-практических конференциях и форумах: «Новейшие технологии оздоровительных продуктов питания ХХІ века» (Харьков, 2010 г.); «Техника и технологии пищевых производств» (г. Могилев, 2012 г.); «Аграрная наука: современные проблемы и перспективы развития» (г. Махачкала, 2012); на VIII Международном научно­практической конференции «Образованието и науката на XXI век-2012» (г. София, 2012 г.); «Технология и продукты здорового питания» (г. Саратов, 2012 - 2013 гг.); «Инновационные технологии в пищевой и перерабатывающей промышленности» (г. Краснодар, 2012 г.).

Разработки экспонировались на выставке «Ярмарка инноваций НИИСХ Юго-Востока, посвященной 100-летию института» (г. Саратов, 2010 г.), в правительстве Саратовской области на выставке «Национальные проекты», в Экспоцентре «Продмаш-2010» (г. Саратов, 2010 г.), на VI, VII и VIII Саратовском салонах изобретений, инноваций и инвестиций (г. Саратов, 2011, 2012, 2013 гг.), на 29-й Межрегиональной специализированной выставке «Пищевая индустрия» (Воронеж, 2012 г.).

В номинации «Лучший продукт-2010» на выставке Продэкспо (2010 г.) студенческий батон с нутовой мукой был отмечен серебряной медалью. На 29 -й Межрегиональной специализированной выставке «Пищевая индустрия» (Воронеж, 2012 г.) за разработку технологий хлебобулочных и мучных кондитерских изделий из муки цельносмолотых семян нута авторы награждены дипломом, на VIII Саратовском салоне изобретений, инноваций и инвестиций (2013 г.) авторы проекта «Бездрожжевой сбивной хлеб из цельносмолотого нута» отмечены грамотой Министерства промышленности и энергетики Саратовской области.

**Публикации**. По теме диссертации опубликовано 65 работ, в том числе 2 монографии, 1 2 статей в изданиях, рекомендованных по списку ВАК РФ, 36 статей в других изданиях, 3 тезиса докладов, 3 патента РФ, 9 технических условий.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа состоит из введения, обзора научно-технической литературы, экспериментальной части из 4 глав, списка использованной литературы, приложений. Список использованной литературы включает 443 источника российских и зарубежных авторов. Диссертационная работа изложена на 289 страницах основного текста, включает 129 рисунков и 132 таблицы. Приложения содержат копии нормативной документации на новые хлебобулочные и мучные кондитерские изделия, актов производственных испытаний и патентов.

Автор выражает глубокую благодарность и признательность научному консультанту, заведующему кафедрой технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств ФГБОУ ВПО Воронежского государственного университета инженерных технологий, доктору технических наук, профессору Магомедову Г азибег Омаровичу, кандидату технических наук, доценту Лукиной Светлане Ивановне, доктору сельскохозяйственных наук, заслуженному работнику сельского хозяйства РФ, главному научному сотруднику лаборатории селекции и семеноводства нута ГНУ Краснокутская селекционно-опытная станция НИИСХ Юго-Востока Г ерманцевой Надежде Ивановне за неоценимую помощь за содействие, оказанное в процессе проведения исследований.

ВЫВОДЫ

1. Системный анализ информационного материала показал, что на хлебопекарные предприятия Саратовской области поступает до 80% муки с низким содержанием клейковины. Перспективным высокобелковым сырьем для производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий является нут, который в структуре посевных площадей зернобобовых культур занимает 84%. По результатам исследования технологических свойств семян нута 6 сортов Саратовской селекции выявлены, как перспективные для использования в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий сорта Вектор, Заволжский и Краснокутский 28.
2. По степени измельчения нутовая мука, полученная дезинтеграционно - волновым помолом, соизмерима с пшеничной сортовой мукой. Среднеповерхностный размер частиц муки из цельносмолотых семян нута составляет - 31,9 мкм, среднеобъемный размер - 42,7 мкм. Дезинтеграционно- волновой помол увеличивает суммарную долю незаменимых аминокислот в белках нута разных сортов в среднем на 1,5-2%, что обуславливает высокую биологическую ценность нутовой муки -52-78%.
3. При замесе теста из пшеничной муки с низкими хлебопекарными свойствами введение 5, 10% муки из семян нута сортов Вектор и Краснокутский 28 существенно влияют на его реологические характеристики: сопротивляемость и стабильность теста увеличивается в 2,5-3 раза; степень разжижения уменьшается в 2,5 раза, повышается валориметрическая оценка, что позволяет их рекомендовать для производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий по традиционной технологии.
4. Критерии в селекции нута для отбора перспективных линий для технологии сбивных хлебобулочных изделий - объемная масса теста и удельный объем изделий. Установлено, что при использовании муки из семян сорта «Заволжский» достигаются наименьшая объемная масса теста (0,39 г/см3) и наибольший удельный объем хлеба (320 см3/100г), что позволяет рекомендовать его в технологии сбивного хлеба, полученного с помощью механического способа разрыхления теста под давлением сжатого воздуха.
5. Разработаны регрессионные модели зависимости объемной массы сбивного полуфабриката и удельного объема хлеба от дозировки модифицированного крахмала и продолжительности сбивания теста. Установлены их оптимальные значения: дозировка модифицированного крахмала - 5 %, продолжительность сбивания - 52 с при частоте вращения месильного органа - 800 мин-1 и давлении сжатого воздуха 0,50 ± 0,02 МПа. Разработана рецептура и способ приготовления безглютенового сбивного хлеба «Нутелло Лайф».
6. Методом многокритериальной оптимизации рассчитаны обобщенные функции желательности шести образцов кексов, рекомендован рецептурный состав двух образцов: «Ароматный» с внесением муки нутовой и рисовой (70:30) и кекс «Атлет» с внесением муки нутовой и ячменной (80:20).
7. Методом многокритериальной оптимизации установлена оптимальная дозировка муки из цельносмолотых семян нута - 62% к общей массе муки в рецептуре коржиков повышенной пищевой ценности. Выявлено, что внесение патоки в дозировке до 40% взамен сахара-песка по сухому веществу способствует снижению сахароемкости (на 14%), продлению срока хранения изделий (на 2 сут). При применении арахиса в рецептуре коржика «Улыбка» повышается биологическая ценность белков на 22,7 и 20,9%, биологическая эффективность жиров на 38 и 66% соответственно для коржика «Улыбка» и «Улыбка» с орехом.

Разработанные технологии позволяют удовлетворить суточную потребность в белке и пищевых волокнах на 15%.

1. Сбивной хлеб из цельносмолотых семян нута (100 г) обеспечит удовлетворение суточной потребности организма в белке на 17%, в пищевых волокнах - на 34 %, в калии и фосфоре - на 15 %, биологическая ценность сбивного хлеба «Нутелло Лайф» составляет - 83,0 %, энергетическая - 736 Дж /100 г. Суммарное содержание антиоксидантов увеличено на 83% по сравнению с хлебом белым из пшеничной муки первого сорта.
2. Оптимальные реологические свойства мякиша и высокая комплексная оценка готовой продукции в разработанных рецептурах хлебобулочных и мучных кондитерских изделий по традиционной технологии ограничивают количество вводимой нутовой муки (10-15%), что не придает изделиям функциональных свойств и доказывает преимущество новой предлагаемой технологии.

Биологическая ценность хлеба «Нутелло Лайф» по сбивной технологии на 25% выше по сравнению с хлебобулочными изделиями по традиционной технологии, дефицит суточной потребности организма в белках сократился до 9%, пищевых волокнах до 25%.

 Расчетный экономический эффект от предполагаемого внедрения на 1 т готовой продукции: для Студенческого батона и батона Нарезного с нутовой мукой 11,54 и 29,54 тыс. руб. соответственно; для полуфабриката для заварного пирожного «Успех» - 10, 09 тыс.руб.; для хлеба «Нутелло Лайф» составит 69 тыс.р.; для кексов «Атлет» и «Ароматный» в среднем составит 39 тыс. руб.; для коржиков «Улыбка» и «Улыбка» с орехом в среднем - 30,8 тыс. руб.