

На правах рукописи



Мусина Ольга Николаевна

**НАУЧНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ
ЦЕЛЕВОГО КОМБИНИРОВАНИЯ СЫРЬЯ
В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛИКОМПОНЕНТНЫХ
МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

Специальность 05.18.15 –
Технология и товароведение пищевых продуктов
и функционального и специализированного назначения
и общественного питания

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Екатеринбург – 2018

Работа выполнена на кафедре технологии продуктов питания
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет
им. И. И. Ползунова»

Научный консультант: доктор технических наук, профессор
Щетинин Михаил Павлович (Россия),
заведующий кафедрой технологии продуктов питания
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический
университет им. И. И. Ползунова»

Официальные оппоненты: **Евдокимов Иван Алексеевич** (Россия),
доктор технических наук, профессор,
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный
университет», заведующий базовой кафедрой
технологии молока и молочных продуктов

Красуля Ольга Николаевна (Россия),
доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет технологий и управления
им. К. Г. Разумовского», профессор кафедры
регулирования продовольственного рынка,
пищевой, перерабатывающей промышленности
и экспертизы товаров

Ивкова Ирина Александровна (Россия),
доктор технических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный
университет им. П. А. Столыпина»,
профессор кафедры товароведения,
стандартизации и управления качеством

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Российский экономический университет
имени Г. В. Плеханова»

Защита диссертации состоится 19 мая 2018 г. в 10:00 на заседании диссертационного совета Д 212.287.02 при ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет» по адресу: 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», зал диссертационных советов (ауд. 150).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет». Автореферат размещен на официальном сайте ВАК Министерства образования и науки РФ: <http://vak.ed.gov.ru> и на сайте ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»: <http://science.usue.ru>.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук



О. В. Феофилактова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Состояние питания населения – один из важнейших факторов, определяющих здоровье нации. Основные положения политики государства в области здорового питания изложены в Федеральном законе № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов». На период до 2020 г. основы государственной политики РФ в области здорового питания населения утверждены распоряжением Правительства РФ № 1873-р. Согласно «Основам государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 г.» удовлетворение потребностей различных групп населения в здоровом питании с учетом их традиций, привычек и экономического положения является необходимым и своевременным. Кроме того, распоряжением Правительства РФ № 559-р утверждена «Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности РФ на период до 2020 г.», предусматривающая разработку и внедрение новых технологий, позволяющих расширить ассортимент и объемы производства продуктов нового поколения с заданными качественными характеристиками.

Состояние здоровья человека можно рассматривать как интегральный отклик на совокупное действие таких факторов, как наследственность, образ жизни, состояние окружающей среды, социальное окружение, трофический статус. Целесообразно попытаться воздействовать на наиболее лабильный из этих факторов – трофический статус – путем улучшения качества продуктов питания.

В решении проблемы обеспечения населения продуктами питания желаемого состава ведущая роль принадлежит комбинированным продуктам. Так, целевое комбинирование молочного и зернового сырья позволит создавать поликомпонентные продукты с заданным комплексом характеристик, продукты общего и специализированного назначения, общественного питания. Поэтому разработка научных принципов, приемов и методов получения поликомпонентных молочных продуктов с желаемыми товароведными характеристиками, продуктов, полученных на основе целевого комбинирования сырья, является актуальным и перспективным направлением.

Степень разработанности темы исследования

Фундаментальные основы проектирования продуктов и рационов питания с задаваемой пищевой ценностью заложены в классических работах академиков И. А. Рогова и Н. Н. Липатова (мл.). В дальнейшем методология получила развитие в работах А. Б. Лисицина, С. Б. Юдиной, Ю. А. Ивашкина, Е. И. Сизенко, А. М. Бражникова, Г. И. Касьянова, В. М. Позняковского, Н. И. Дунченко, А. Т. Diplock, A. Wollen, Ruguo Hu, G. Dantzig, L. Lasdon, A. Waren, J. G. Watson, D. Fylstra и др. Проведенные

исследования основаны также на теоретических и экспериментальных трудах таких ученых, как Н. Н. Липатов (ст.), А. Г. Храпцов, А. А. Покровский, В. А. Тутельян, В. Д. Харитонов, Ю. Я. Свириденко, Л. А. Остроумов, Л. А. Забодалова, А. А. Борисенко, И. С. Хамагаева, И. А. Евдокимов, Н. Б. Гаврилова, Л. В. Голубева, О. Н. Красуля, Л. М. Захарова, И. И. Протопопов, И. А. Ивкова, М. П. Щетинин и др. Для оптимизации рецептур существующих и новых продуктов разработаны различные теоретические подходы, описанные в работах G. E. Arteaga, D. Granato, V. M. de Araújo Calado и др. Одно из главных направлений проектирования рецептур базируется на принципах пищевой комбинаторики, сформулированных Н. Н. Липатовым.

Основным фактором, определяющим соответствие поликомпонентных продуктов их ожидаемым свойствам, выступает научное обоснование их рецептурного состава. Проблемой при создании поликомпонентных продуктов с заданным комплексом характеристик является повышение эффективности поиска номенклатуры и соотношения компонентов, который на современном этапе развития науки нерационален без привлечения формализованных методов, оперирующих численной информацией о составе ингредиентов и эталоне.

Работы по совершенствованию технологии поликомпонентных молочных продуктов особенно актуальны на фоне повышения интереса общества к таким продуктам и увеличения объемов их производства. Вместе с тем количество работ, посвященных совершенствованию научных основ проектирования поликомпонентных продуктов, выработке эффективной стратегии действий при их разработке, созданию технологий их производства, недостаточно на современном этапе развития производства этих продуктов. Современные методы проектирования рецептур, основанные на принципах пищевой комбинаторики, должны использовать возможности ЭВМ для решения рецептурных задач по созданию продуктов с желаемым набором характеристик и без неоправданного перерасхода ингредиентов, что особенно актуально при росте себестоимости молочного сырья. Большое социальное и народнохозяйственное значение имеют исследования, связанные с разработкой продуктов, базирующихся на целевом комбинировании молочного и зернового сырья, имеющего высокую ресурсность в России.

Таким образом, совершенствование технологии и расширение ассортимента поликомпонентных продуктов, базирующихся на целевом комбинировании молочного и зернового сырья, а также их товароведная оценка является перспективным направлением развития прикладной науки, имеющим большое народнохозяйственное значение. Диссертационная работа направлена на решение важной народнохозяйственной задачи – повышение качества жизни населения через повышение качества питания, что со-

гласуется с основным принципом государственной политики, ставящим заботу о жизни и здоровье населения превыше всего.

Цель работы – разработать методологические основы целевого комбинирования молочного и зернового сырья, включающие алгоритм и комплекс технико-технологических решений, позволяющих производить поликомпонентные молочные продукты с заданными свойствами и составом.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

1) провести анализ тенденций развития отрасли поликомпонентных молочных продуктов и разработать методический подход к поиску априорной информации при решении задач проектирования продуктов питания;

2) разработать классификацию немолочных ингредиентов, используемых в производстве молочных продуктов на основе сыров и творога, с учетом результатов патентных исследований;

3) предложить технико-технологические решения по обеспечению качества и безопасности зерновых ингредиентов, используемых в поликомпонентных молочных продуктах, с учетом функционально-технологических свойств сырья;

4) установить факторы, влияющие на формирование качества и потребительских свойств поликомпонентных продуктов при целевом комбинировании молочного и зернового сырья и предложить математические модели процессов, протекающих на этапе совместного сквашивания сырья;

5) обосновать подходы к формированию ассортимента поликомпонентных молочных продуктов на основе ретардной дифференциации;

6) разработать многопрофильный программный комплекс (базы данных, программы ЭВМ), предназначенный для целевого комбинирования сырья при производстве поликомпонентных молочных продуктов;

7) разработать рецептуры и технологии поликомпонентных молочных продуктов на основе творога, дать их товароведную оценку.

8) установить регламентируемые показатели качества, режимы хранения и сроки годности, разработать техническую документацию на новые виды продукции, провести промышленную апробацию.

Научная концепция заключается в комплексном научно-практическом подходе, основанном на использовании многопрофильного программного комплекса и принципов ретардной дифференциации при формировании заданных состава и свойств поликомпонентных молочных продуктов.

Научная новизна

Впервые на основании патентных исследований за весь период существования патентного ведомства в России предложена классификация немолочных ингредиентов поликомпонентных молочных продуктов на основе сыров и творога, учитывающая технологические стадии комбинирования сырья, способы подготовки немолочных ингредиентов, направ-

ленные на обеспечение качества и безопасности поликомпонентных молочных продуктов, процессы, протекающие при подготовке к комбинированию, а также частоту использования немолочных ингредиентов (*п. 3 Паспорта специальности 05.18.15*).

Установлено, что главным фактором, оказывающим влияние на ВУС, является степень измельчения зерна: степень влияния этого фактора 92,1–98,4 %; величина влияния степени измельчения на ВПС более 65 %, влияние температурного фактора не превышает 10 %. Доказано, что зерновое сырье обладает высокой ВПС (до 300 %) и ВУС (до 4,5 мг/л), и обоснована целесообразность использования в составе поликомпонентных молочных продуктов зерновых ингредиентов с крупностью частиц до 160 мкм (*п. 4 Паспорта специальности 05.18.15*).

Установлены факторы, влияющие на формирование качества и потребительских свойств поликомпонентных продуктов при целевом комбинировании молочного и зернового сырья на различных технологических стадиях. Впервые предложены частные и интегральные математические модели процесса сквашивания молочно-зерновых смесей, описывающие зависимость кислотности и вязкости смеси, содержания сухих веществ в сыворотке и процесса синерезиса от дозы зернового ингредиента и технологических режимов. Выявлена максимальная эффективность использования составных частей сырья при дозе закваски 5–7 % от массы молочно-зерновой смеси. Установлено, что увеличение дозы закваски и температуры сквашивания молочно-зерновой смеси ускоряет процесс синерезиса, а увеличение дозы зернового ингредиента – замедляет. Установлены закономерности положительного влияния зерновых ингредиентов, вносимых на стадии заквашивания, на качество получаемых поликомпонентных молочных продуктов, выражающиеся в возрастании скорости кислотообразования с увеличением дозы зернового ингредиента в смеси и в синергизме влияния факторов «доза закваски» и «доза зернового ингредиента» на продолжительность сквашивания смеси (*п. 4 Паспорта специальности 05.18.15*).

Впервые для получения поликомпонентных продуктов с различными органолептическими характеристиками научно обосновано использование ретардной дифференциации (*п. 7 Паспорта специальности 05.18.15*).

Теоретически доказана целесообразность комбинирования сырья в рецептуре молочно-зерновых продуктов путем пошаговой выборки из множества поликомпонентных молочных продуктов до подмножества молочно-зерновых и предложена базовая рецептура поликомпонентного молочного продукта с эффектом пре- и постабсорбтивного насыщения. Сформулированы технологические требования к способам получения поликомпонентных молочно-зерновых продуктов (*п. 7, 11 Паспорта специальности 05.18.15*).

Создан многопрофильный программный комплекс, позволяющий проектировать на основе целевого комбинирования молочного и зернового сырья новые виды поликомпонентных продуктов с заданными свойствами и составом с учетом индивидуальных особенностей отдельных групп населения и с учетом рациональности использования исходных компонентов, и описан алгоритм его работы (*п. 7, 11 Паспорта специальности 05.18.15*).

Впервые научно обоснован рецептурный состав поликомпонентных молочных продуктов на основе творога с применением принципов целевого комбинирования сырья, ретардной дифференциации и использованием многопрофильного программного комплекса (*п. 11 Паспорта специальности 05.18.15*).

Доказана перспективность использования в сфере общественного питания поликомпонентных творожных продуктов с зерновыми ингредиентами для выработки замороженных полуфабрикатов (сырников, вареников, запеканок и т. п.) на основании результатов исследования динамики показателей качества в процессе хранения (*п. 5 Паспорта специальности 05.18.15*).

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая. Развита теория пищевой комбинаторики путем применения универсальных математических и специально написанных соискателем программ для моделирования номенклатуры и оптимального соотношения ингредиентов рецептур поликомпонентных продуктов. Разработаны методологические основы целевого комбинирования молочного и зернового сырья и комплекс технико-технологических решений, позволяющих производить поликомпонентные молочные продукты с заданными свойствами и составом.

Практическая. Результаты теоретических и экспериментальных исследований использованы при разработке поликомпонентных продуктов и блюд на основе сыров и творога. Материалы исследований опубликованы в четырех монографиях, используются в учебном процессе бакалавров и магистров, обучающихся по направлению «Продукты питания животного происхождения» и «Технология продукции и организация общественного питания».

Результаты работы использованы при реализации проектов «Исследование динамики биохимических процессов и динамики структурно-механических показателей при производстве молочно-растительных продуктов» Федерального агентства по образованию, договор № 6Н-08 от 1 января 2008 г. (2008–2010 гг.); «Разработка теоретических основ проектирования поликомпонентных продуктов питания и экспериментальное подтверждение возможности создания функциональных продуктов на основе национальных предпочтений в регионах Алтая» Федерального

агентства по образованию, договор № 3Н-11 от 1 января 2011 г. (2011–2013 гг.); «Разработка перспективных технологий и проектирование рациональных схем производства сыра с коротким сроком созревания и гарантированными санитарно-гигиеническими показателями», государственный контракт № 240807 ОКФ от 30 августа 2007 г. (2007 г.).

Разработан многопрофильный программный комплекс, включающий в себя две базы данных: «Комбинированные сыры» (свидетельство о государственной регистрации № 2011620073 от 24 января 2011 г.) и «Химический состав пищевого сырья и продуктов питания» (№ 2012620334 от 4 апреля 2012 г.), а также три компьютерные программы: «Минимум-Максимум» (№ 2010612628 от 15 апреля 2010 г.), «Идеальный белок» (№ 2010616153 от 17 сентября 2010 г.), «Проектирование рецептуры» (№ 2011611470 от 14 февраля 2011 г.). Разработанный программный комплекс может быть использован не только при создании молочных поликомпонентных продуктов, но и для нахождения высокоэффективных технологических решений в пищевой отрасли в целом.

Разработаны рецептуры и технологии девяти поликомпонентных продуктов, базирующихся на целевом комбинировании молочного и зернового сырья: «Творожно-злаковый продукт» (ТУ 9224-024-00419710-02) – с пророщенной пшеницей; «Творожно-мучной продукт» (ТУ 9224-037-00419710-04) – с зернобобовым ингредиентом; «Глазированные сырки» (СТО 00419710-010-2010) – с пшеничными отрубями; «Соус творожный» (СТО 00419710-011-2010) – с мультикомпонентной зерновой смесью; «Мини-сырники» (СТО 00419710-015-2010) – с зерновыми ингредиентами из пшеницы, овса, кукурузы; «Творожные вафли» (ТУ 9130-001-02067824-2008) – с зерновыми ингредиентами из пшеницы, проса, овса, гречихи, кукурузы. В том числе разработаны технологии и рецептуры замороженных полуфабрикатов, базирующихся на целевом комбинировании молочного и зернового сырья: «Запеканка творожная» (СТО 00419710-012-2010) – с ячменным ингредиентом; «Вареники с творожно-пшеничной начинкой» (СТО 00419710-013-2010); «Сырники» (СТО 00419710-014-2010) – с гречишным ингредиентом. Разработанная продукция была представлена в рамках III Торгово-продовольственной биржи деловых контактов «АлтайПродМаркет».

Разработанные рецептуры внедрены на молокоперерабатывающих предприятиях и предприятиях общественного питания Алтайского края и Омской области: ООО «Сибиряк», ООО «ЭСЗ», ООО «Константа», ОАО «Модест», ООО «Дока пицца», ИП Р. С. Кудрявцев, столовая МКДОУ Детский сад «Солнышко».

Новизна технических решений подтверждена патентами РФ № 2133576 «Смесь для детского и диетического питания (варианты)», 2245062 «Творожно-злаковый продукт», 2282996 «Способ производства творога», 2367159 «Способ получения кисломолочного продукта»,

2374856 «Способ приготовления творожного изделия», 39444 «Линия производства творога», 41235 «Линия производства кисломолочных продуктов», 43731 «Линия производства творога», 43434 «Линия производства творога», 43128 «Линия производства кисломолочных продуктов», 43121 «Линия производства творога», 46152 «Технологическая линия производства диетического творога», 46151 «Линия производства кисломолочных продуктов», 74766 «Вафля», 75542 «Технологическая линия производства вафельных листов», 75535 «Технологическая линия выработки творожного изделия», 92298 «Технологическая линия производства концентрированных молочных продуктов, преимущественно творога», 99279 «Технологическая линия производства сыра повышенной пищевой ценности», 124868 «Линия производства сыров повышенной пищевой ценности».

Методология и методы исследования

Теория построена на известных принципах пищевой комбинаторики и согласуется с опубликованными экспериментальными результатами по проектированию рецептур продуктов и рационов питания с задаваемой пищевой ценностью. Для реализации задач, поставленных для достижения цели, использованы общепринятые, стандартные и специальные методы исследований качества, безопасности и свойств сырья и продуктов питания, статистической обработки полученных данных.

Положения, выносимые на защиту:

– методический подход к поиску априорной информации при решении задач проектирования продуктов питания, основанный на методах библиометрии и автоматизированного контент-анализа;

– классификация немолочных ингредиентов поликомпонентных молочных продуктов на основе творога и сыров;

– технико-технологические решения по обеспечению качества и безопасности зерновых ингредиентов, используемых в поликомпонентных молочных продуктах;

– обоснование эффективности использования ретардной дифференциации при разработке ассортимента поликомпонентных молочных продуктов;

– обоснование эффективности использования многопрофильного программного комплекса для проектирования поликомпонентных молочных продуктов;

– состав и технологии поликомпонентных молочных продуктов.

Степень достоверности и апробация работы. Достоверность подтверждается выбором современных методов анализа, проведением исследований в аккредитованных лабораториях на сертифицированном оборудовании с установленными метрологическими характеристиками, промышленной апробацией, использованием методов статистической обработки полученных экспериментальных данных. О достоверности резуль-

татов свидетельствует представительная выборочная совокупность экспериментальных данных и применение соответствующих методов их математической обработки.

Основные положения работы опубликованы, доложены, обсуждены на конференциях, форумах, семинарах различного уровня, в том числе на международной научно-практической конференции «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири» (Кемерово, 2002; Новосибирск, 2004); международном симпозиуме «Федеральный и региональный аспекты государственной политики в области здорового питания» (Кемерово, 2002); международной научно-практической конференции «Современные достижения биотехнологии» (Ставрополь, 2002, 2011, 2014, 2015); международном симпозиуме «Биологически активные добавки к пище и проблемы оптимизации питания» (Сочи, 2002), конференции «Пищевые продукты и здоровье человека» (Кемерово, 2003); всероссийском конгрессе «Здоровое питание населения России» (Москва, 2003); международной научно-практической конференции «Перспективы производства продуктов питания нового поколения» (Омск, 2003, 2005, 2011); конгрессе «Молочная промышленность Сибири» (Барнаул, 2004, 2006, 2008, 2012); международной научно-практической конференции «Пища. Экология. Качество» (Краснообск, 2004); научно-практической конференции с международным участием «Современные проблемы техники и технологии пищевых производств» (Барнаул, 2006, 2007, 2009, 2011, 2016); всероссийской научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания» (Челябинск, 2009); международном научно-практическом семинаре «Современные технологии продуктов питания: теория и практика производства» (Омск, 2010); международной научной конференции «Техника и технология пищевых производств» (Могилев, Беларусь, 2010); международной научно-практической конференции «Научные и практические аспекты совершенствования качества продуктов детского и геродиетического питания» (Истра, 2012); международной научно-практической конференции «Europejska nauka XXI wieka» (Пшемысль, Польша, 2012); международной научно-практической конференции «Научният потенциал на света» (София, Болгария, 2012); международной научно-практической конференции «Качество и безопасность продуктов питания в условиях ВТО» (Москва, 2012); международной научно-практической конференции «Proceedings of Academic Science» (Шеффилд, Великобритания, 2014); международной научно-практической конференции «Современные проблемы здорового питания. Инновации и традиции» (Барнаул, 2014); международной научно-практической конференции «Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений» (Воронеж, 2014); и др.

По теме диссертации опубликовано 4 монографии общим объемом 77,2 печатных листа; 31 статья в журналах из перечня ВАК; 2 статьи в журналах, индексируемых в Web of Science, Scopus; 13 статей в зарубежной печати; зарегистрировано 19 патентов, две базы данных и три программы ЭВМ.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения и 8 глав, в том числе аналитического обзора литературы, методологической части, результатов собственных исследований и их анализа, заключения, списка литературы, приложений. Диссертация содержит 368 страниц основного текста, 73 таблицы и 121 рисунок; библиографический список включает 399 наименований, в том числе 52 на иностранных языках.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Состояние и тенденции развития отрасли поликомпонентных молочных продуктов. Выполнен аналитический обзор отечественной и зарубежной литературы, обобщен опыт создания поликомпонентных молочных продуктов, проанализированы тенденции развития данного направления. Изучены известные методические подходы к проектированию продуктов питания. Предложен новый методический подход к поиску априорной информации при решении задач проектирования продуктов питания, основанный на методах библиометрии и автоматизированного контент-анализа. Основанный на применении информационных технологий методический подход может быть использован для прогнозирования ассортимента проектируемых поликомпонентных продуктов. Подтверждена актуальность выбранного направления исследований, сформулирована проблема, требующая решения, предложена гипотеза и научная концепция, обосновано направление собственных исследований, их цель и задачи.

Глава 2. Методология и организация исследования. Экспериментальная часть исследования выполнена в ФГБОУ ВО «АлтГТУ им. И. И. Ползунова», ФГБНУ «Сибирский научно-исследовательский институт сыроделия», ОАО «Экспериментальный сыродельный завод», ФГУ «Алтайский ЦСМ», Испытательном лабораторном центре Центра Роспотребнадзора в Барнауле, на предприятиях Алтайского края и Омской области. Исследования проведены автором в течение 1997–2017 гг.

Объектом исследования является процесс целевого комбинирования сырья для получения поликомпонентных пищевых продуктов.

Предметом исследования выступают поликомпонентные молочно-зерновые продукты, полученные путем комбинирования сырья: пшеница мягкая яровая по ГОСТ Р 52554, рожь по ГОСТ Р 53049, овес по ГОСТ 28673, ячмень по ГОСТ 28672, просо по ГОСТ 22983, фасоль по ГОСТ 7758, чечевица по ГОСТ 7066, кукуруза по ГОСТ 13634, гречиха по ГОСТ

19092, горох нешелушенный по ГОСТ 28674, рис по ГОСТ 6293, отруби пшеничные по ГОСТ 7169, пшеничные зародышевые хлопья по ТУ 9295-001-00932169-96, молоко питьевое по ГОСТ Р 52090, творог по ГОСТ Р 52096, поликомпонентные молочные продукты с зерновыми ингредиентами (экспериментально-лабораторного производства).

При выполнении экспериментальной части работы применяли комплекс общепринятых, стандартных и специальных методов исследования, в том числе физико-химические, биохимические, микробиологические, реологические, ультразвуковые, спектральные, хроматографические, органолептические, математические. Обработка результатов исследований, в том числе ПФЭ 2² и ПФЭ 2³, производилась с использованием программ Microsoft Excel, MathCAD Professional, TableCurve 3D.

Общая схема проведения исследования приведена на рисунке 1.

Теоретически проведен обзорно-аналитический этап исследований. На основании аналитического обзора обосновано направление авторского исследования, его цель и задачи. Предложен новый подход к поиску априорной информации при решении задач проектирования продуктов питания. Обоснованы на основе патентных исследований ресурсы немолочного сырья, перспективного для применения в производстве поликомпонентных молочных продуктов. Разработана классификация немолочных ингредиентов, используемых в производстве поликомпонентных молочных продуктов, предложена стратегия действий при разработке поликомпонентных продуктов на основе творога и сыров.

На экспериментальном этапе изучены функционально-технологические характеристики молочного и зернового сырья. Исследованы показатели их качества и безопасности, а также микроструктура. Проанализировано влияние температуры дисперсионной среды, времени выдержки и размера частиц зернового сырья на влагопоглодательную и влагоудерживающую способность зерновых компонентов.

На следующем этапе разработан комплекс технико-технологических решений по обеспечению качества и безопасности зерновых ингредиентов, используемых в поликомпонентных молочных продуктах. С этой целью изучены способы и режимы подготовки зерновых ингредиентов к внесению. Разработана интегральная технология и частные технологические схемы получения зерновых ингредиентов из пророщенного зерна пшеницы, цельной пшеницы, зернобобовых культур, овса, кукурузы, проса, гречихи.

Следующий этап работ посвящен проектированию поликомпонентных молочных продуктов на основе целевого комбинирования сырья. Обоснован подход к формированию ассортимента поликомпонентных молочных продуктов на основе ретардной дифференциации. Доказана целесообразность комбинирования сырья в рецептуре молочно-зерновых продуктов и предложена базовая рецептура такого продукта. Сформулирова-

ны технологические требования к способу получения поликомпонентных молочно-зерновых продуктов. Разработан многопрофильный программный комплекс для проектирования поликомпонентных продуктов, состоящий из трех программ ЭВМ и двух баз данных.

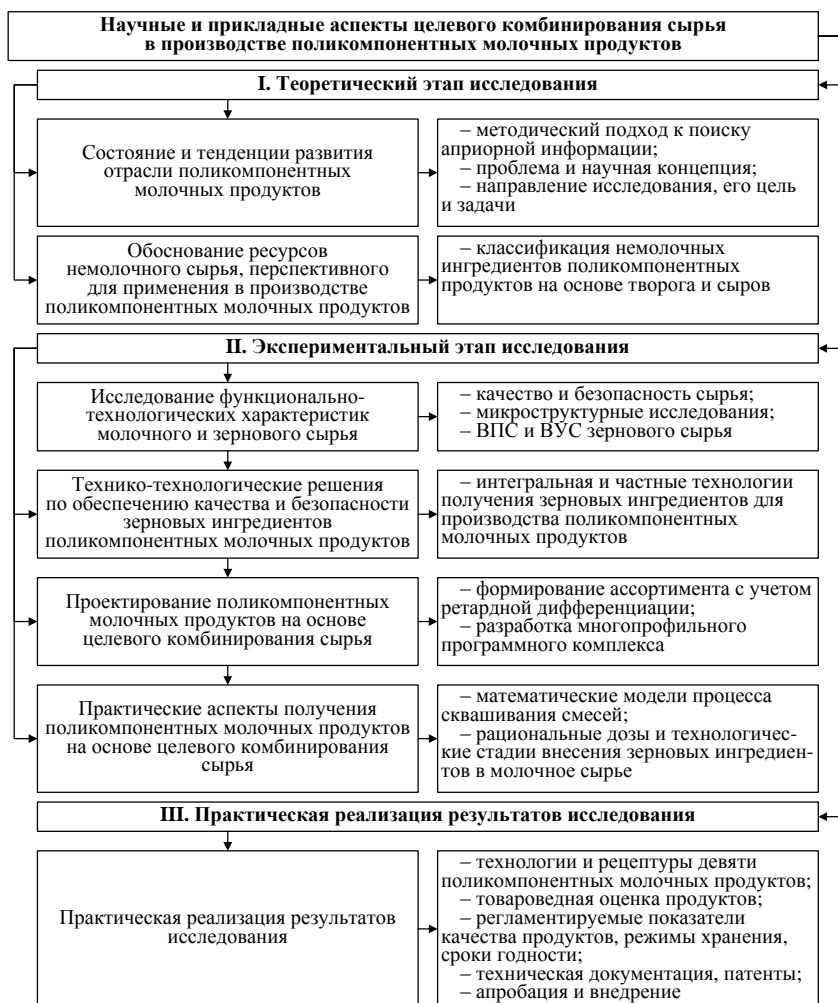


Рисунок 1 – Схема проведения исследования

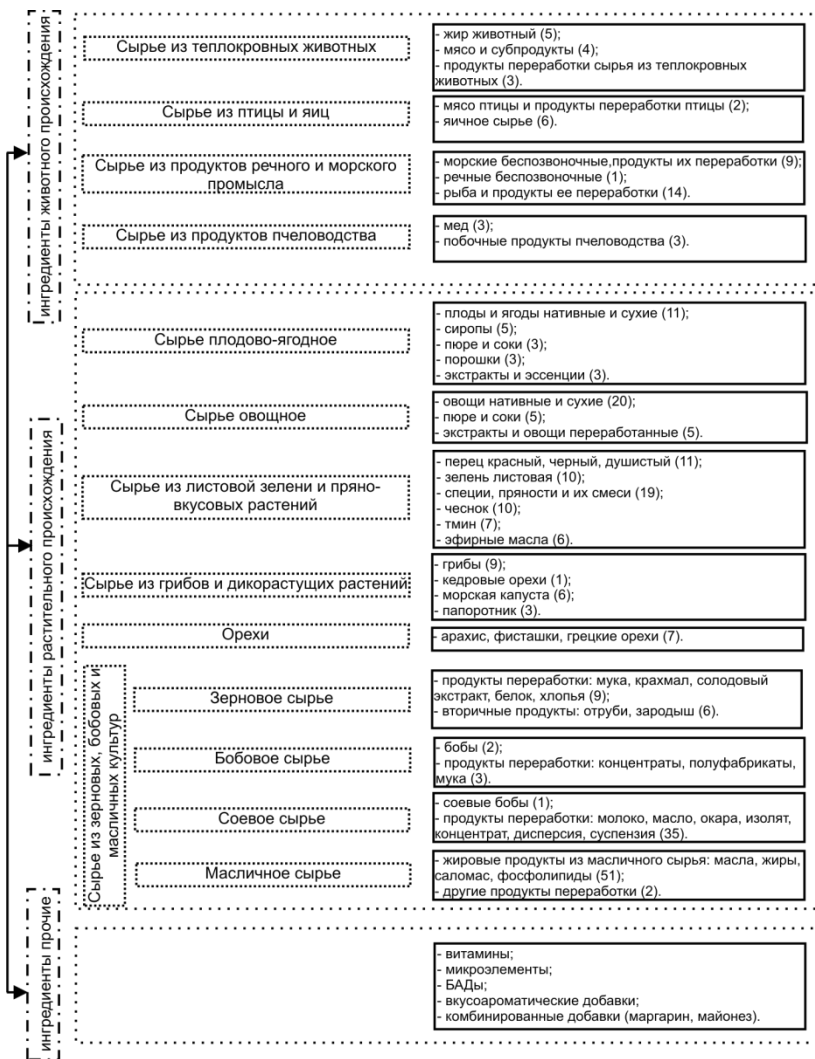
На дальнейшем этапе изучены практические аспекты получения поликомпонентных молочных продуктов на основе целевого комбинирования сырья. Установлены факторы, влияющие на формирование качества

и потребительских свойств поликомпонентных продуктов при целевом комбинировании молочного и зернового сырья. Получены математические модели процессов, протекающих на этапе совместного сквашивания молочно-зерновых смесей, научно обоснованы рациональные объемы и технологические стадии внесения зерновых ингредиентов в молочное сырье.

Заключительный этап посвящен практической реализации результатов исследования. С использованием созданного многопрофильного программного комплекса, учетом принципа ретардной дифференциации и предложенных схем получения зерновых ингредиентов разработаны рецептуры и технологии поликомпонентных продуктов на основе целевого комбинирования молочного и зернового сырья. Дана товароведная оценка новым поликомпонентным молочным продуктам, установлены регламентируемые показатели качества, режимы хранения и сроки годности. Разработана документация на новые продукты, получены патенты, проведены апробация и внедрение.

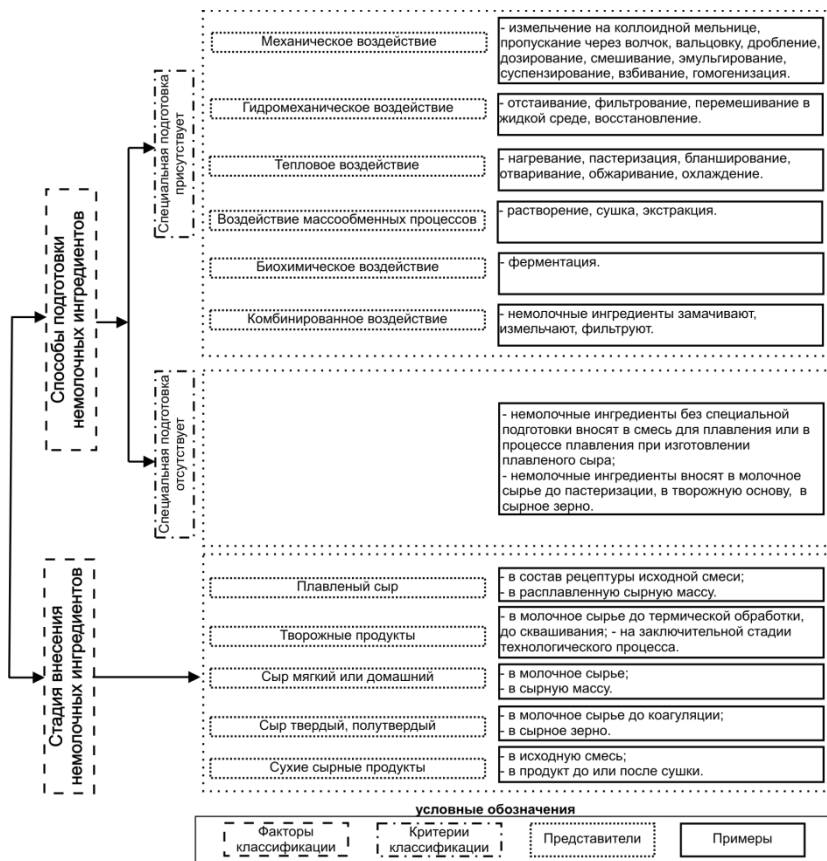
Глава 3. Научное обоснование на основе патентных исследований ресурсов немолочного сырья, перспективного для применения в производстве поликомпонентных молочных продуктов. В основу научного обоснования выбора нетрадиционных ингредиентов для создания новых молочных продуктов положена идея, заключающаяся в применении патентных исследований на начальных этапах поиска таких ингредиентов. Результаты патентных исследований являются отправной точкой в жизненном цикле разрабатываемого объекта. Задачей этого этапа было построение патентного ландшафта исследуемой области.

На основании комплексного сочетания общих факторов и критериев систематизации видов сырья немолочного происхождения, использование которого возможно при выработке поликомпонентных продуктов и блюд на основе сыров и творога, разработана классификация немолочных ингредиентов поликомпонентных продуктов на основе творога и сыров (рисунок 2), учитывающая технологические стадии комбинирования сырья, способы подготовки немолочных ингредиентов и протекающие при этом процессы, а также частоту использования немолочных ингредиентов (сырье из листовой зелени и пряновкусовых растений → масличное → соевое → овощное → плодово-ягодное → из продуктов речного и морского промыслов → из грибов и дикоросов → зерновое → из теплокровных животных → из птицы или яиц → орехи → продукты пчеловодства → бобовое). Установлено, что перспективным для целевого комбинирования с поликомпонентными молочными продуктами является зерновое и бобовое сырье.



a – сырьевые источники

Рисунок 2 – Классификация немолочных ингредиентов поликомпонентных продуктов на основе творога и сыров



б – технологические особенности применения

Рисунок 2 – Классификация немолочных ингредиентов поликомпонентных продуктов на основе творога и сыров

Изучена динамика изобретательской активности. Выявлены ведущие отечественные и зарубежные фирмы-патентовладельцы. Систематизированы цели изобретения, виды поликомпонентных продуктов, виды вносимых немолочных ингредиентов, их количество, способы подготовки и стадии внесения. Создана база данных «Комбинированные сыры», которая выдает информацию о номере документа, виде комбинируемого продукта, виде немолочного ингредиента, его количестве и подготовке к внесению, технологической стадии внесения, цели изобретения и др. Предложены рекомендации по стратегии действий при создании поликомпонентных продуктов на основе творога и сыров.

Глава 4. Исследование функционально-технологических свойств сырья. Изучен макронутриентный состав сырья и установлена его безопасность. Исследована микроструктура творога, пшеницы, ржи, овса, ячменя, проса, риса, гречихи, кукурузы, гороха, фасоли, чечевицы, отрубей пшеничных. Выдвинута гипотеза о проявлении высоких ФТС (ВПС и ВУС) зерновым сырьем в дисперсионных средах, при различной крупности помола (рисунок 3), температуре среды и времени выдержки при этой температуре. Путем статистического анализа оценена степень влияния факторов (степень измельчения, температура среды) на ФТС.

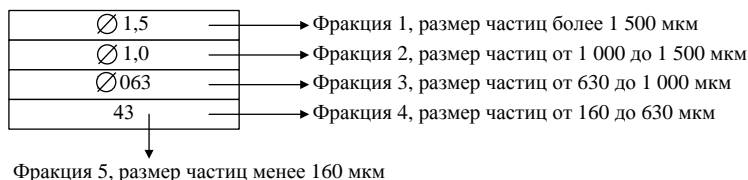


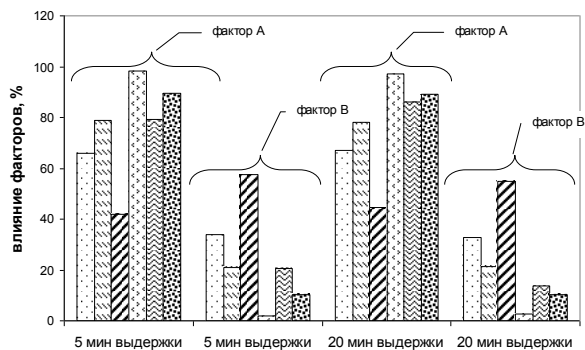
Рисунок 3 – Схема сортировки продуктов размола

Влияние степени измельчения и температурного фактора на изменение ВПС колеблется в широком диапазоне, что коррелирует с разницей в химическом составе и свойствах культур, относящихся к разным ботаническим семействам. Установлено, что величина влияния фактора А (степень измельчения) на ВПС превышает 65 % (рисунок 4), а фактора В (температура увлажняющей среды) – не более 10 %. Решающее влияние на ВУС зерновых ингредиентов оказывает фактор А, степень его влияния более 90 %. Продолжительность выдержки фракций зерна в дисперсионной среде практически не влияет на степень выраженности действия факторов А и В.

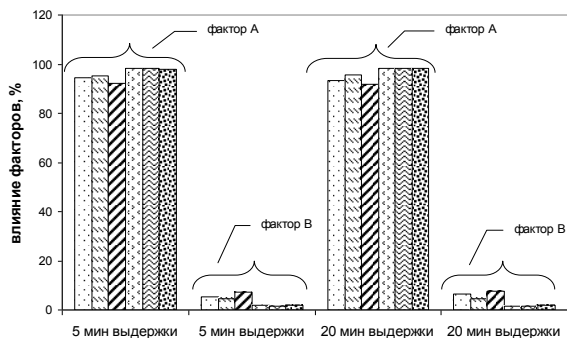
Главным фактором, оказывающим решающее влияние на ВУС зерновых компонентов, является степень их измельчения (92,1...98,4) %. В отличие от способности поглотить влагу, способность ее удержать мало зависит от вида культуры, поскольку в этом процессе участвуют присутствующие в составе всех зерновых культур элементы (крахмал, ПВ, белки), которые удерживают влагу, тогда как изначальный уровень влаги поглощения зависит от пропорций этих элементов в растительном сырье.

Изучение ФТС пшеницы, ржи, овса, ячменя, проса, гороха, гречихи, фасоли, чечевицы показало, что они действительно обладают высокой ВПС (до 300 %) и ВУС (до 4,5 мг/л). Основным фактором, влияющим на эти свойства зернового сырья, является крупность помола. Обнаружение этой закономерности позволит при создании поликомпонентных молочно-зерновых продуктов сэкономить ресурсы на подогреве увлажняющей среды, а также повышении длительность выдержки в ней. Установлено,

что рациональная для использования в молочной отрасли степень измельчения – до размера частиц не более 160 мкм.



a



b

□ горох ▤ пшеница ▨ овес ▩ рожь ▪ гречиха ▫ чечевица

Рисунок 4 – Степень влияния факторов А и В на ВПС (*a*) и ВУС (*b*) зерновых ингредиентов

Дополнительно проведен анализ влияния на ВПС и ВУС вида дисперсионной среды – дистиллированной воды (контроль) и молока (технологически заданная среда). Дисперсной фазой являлась фракция № 5 гороха, диапазон температур расширен (45...95 °С).

Установлено (рисунки 5, 6), что независимо от температуры и времени выдержки при этой температуре ВПС в воде выше, чем в молоке. Эта закономерность объясняется в первую очередь различиями в составе воды и молока: сравнительно небольшим молекулам воды проще проникнуть в структуру растительного компонента по сравнению с такими

крупными молекулами, как, например, белки или жир. Дисперсионная среда оказывает на способность фракции № 5 удерживать влагу такое же влияние, как и на способность ее поглотить: вода в растительном компоненте удерживается несколько лучше, чем молоко. Причина этого феномена также заключается в химическом составе и гидрофобных свойствах компонентов дисперсионных сред.

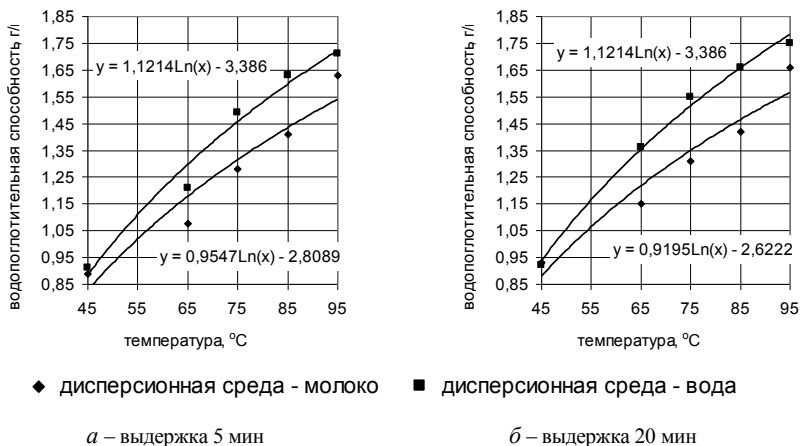


Рисунок 5 – ВПС в зависимости от вида дисперсионной среды

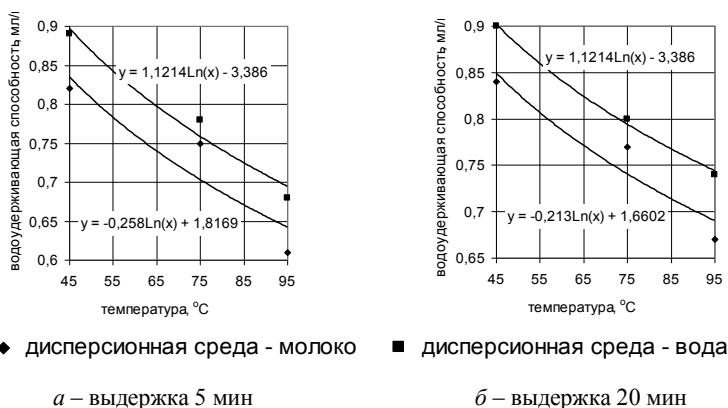


Рисунок 6 – ВУС в зависимости от вида дисперсионной среды

Глава 5. Разработка технологии получения зерновых ингредиентов поликомпонентных молочных продуктов. Предложен комплекс технико-технологических решений по обеспечению качества и безопас-

ности зерновых ингредиентов, используемых в поликомпонентных молочных продуктах. Получена математическая модель процесса биотрансформации при получении зернового ингредиента из пророщенной пшеницы. Обоснованы шесть способов микробиологического кондиционирования зерновых ингредиентов перед внесением в молочные продукты (таблица 1).

Таблица 1 – Способы и режимы обработки зерна

Способ	Режим
Обработка горячим воздухом в сушильном шкафу СЭШ-3М	$t = (160 \pm 2) ^\circ\text{C}$
Обжаривание	$t = (200 \pm 10) ^\circ\text{C}$
Ошпаривание водой в соотношении 1:10	$t = (100 \pm 5) ^\circ\text{C}$
Отваривание до пюреобразного состояния	$t = (120 \pm 10) ^\circ\text{C}$
Обработка УФ-излучением	$\tau = (10 \pm 1) \text{ мин}$
Обработка 2,5 %-м раствором поваренной соли (в соотношении 1 : 10)	$\tau = (10 \pm 1) \text{ мин}$

Разработана интегральная технология получения зерновых ингредиентов поликомпонентных молочных продуктов, вариант практической реализации которой может быть следующим:

- зерновое сырье взвешивают и подвергают контрольной очистке от примесей путем пропуска через сепараторы. Проход направляют на просеивающие машины. После очистки от примесей зерно провеивают в аспираторах, а потом подают на магнитный контроль. Обработку поверхности зерна осуществляют в машине мокрого шелушения;

- осуществляют термическую обработку зерна;
- очищенное сырье размалывают путем последовательного пропуска через системы вальцовых станков;
- продукты размола рассортировывают на отсевах, фракцию нужной крупности отбирают проходом капронового сита № 35к;
- зерновой ингредиент подают в бункер.

На основе интегральной технологии разработаны частные технологические схемы получения зерновых ингредиентов (из пророщенного зерна пшеницы, цельной пшеницы, зернобобовых культур, овса, кукурузы, проса, гречихи), учитывающие особенности микроструктуры зерна и предложенные режимы его микробиологического кондиционирования, а также зависимость ФТС от крупности помола. Анализ химического состава пшеничного ингредиента, полученного по такой частной схеме приведен в таблице 2.

Установлено, что проращивание зерна сопровождается увеличением относительного количества ПВ, содержащихся в оболочках зерновки, за счет деструкции крахмала. Косвенным подтверждением этого служит увеличение количества минеральных веществ при проращивании зерна, так как они сосредоточены также в основном в оболочках зерна.

Таблица 2 – Основной химический состав пшеничного ингредиента и сырья для его получения (г/100 г) и энергетическая ценность (ккал)

Показатель	Исходное зерно пшеницы	Пшеничный ингредиент
Вода	10,7 ± 0,1	12,3 ± 0,1
Белок	13,2 ± 0,1	11,8 ± 0,1
Жир	2,4 ± 0,1	1,9 ± 0,1
Минеральные вещества	0,84 ± 0,03	0,92 ± 0,03
Углеводы, в том числе:	66,2 ± 0,2	23,6 ± 0,2
крахмал	65,3 ± 0,1	12,4 ± 0,1
лактоза	0,02 ± 0,01	0,04 ± 0,01
сахароза	0,89 ± 0,01	11,20 ± 0,01
ПВ, в том числе:	11,2 ± 0,2	14,7 ± 0,2
целлюлоза	2,5 ± 0,1	3,9 ± 0,1
гемицеллюлоза	5,1 ± 0,1	5,9 ± 0,1
пектиновые вещества	1,2 ± 0,1	1,7 ± 0,1
лигнин	2,4 ± 0,1	3,2 ± 0,1
Энергетическая ценность	339,2	158,7

Глава 6. Научные принципы проектирования поликомпонентных молочных продуктов на основе целевого комбинирования сырья.

Сигнал, вызывающий чувство насыщения, генерируется при питании любыми видами пищи, в том числе молочно-зерновыми продуктами. Для воздействия на глюкорецепторы в рецептуру проектируемых продуктов следует включать глюкозу или ее предшественники – сахарозу, декстрины, углеводы. Последнему положению отвечают зерновые ингредиенты. Для формирования достаточно стойкого сигнала насыщения молочная основа для создания молочно-зерновых продуктов должна быть выбрана из группы концентрированных (сыры, творог и т. п.), а зерновая часть должна быть богата ПВ (например, цельные злаки). Для получения аминорецепторами сигнала насыщения основа продукта должна быть выбрана из группы белковых (сыры, творог и т. п.). Невысокая энергетическая ценность проектируемых продуктов позволит включать их в редуцированные по калорийности рационы. Выполнение этого условия возможно при использовании молочной основы с низкой массовой долей жира. Использование зерновых компонентов с максимально сохраненными плодowymi и семенными оболочками замедлит метаболизацию поликомпонентного продукта.

Предложена базовая рецептура поликомпонентного молочного продукта с эффектом пре- и постабсорбтивного насыщения, схематически представленная в виде алгоритма на рисунке 7. Предполагается, что комбинирование факторов – выбор продукта из группы белковых, предпочтительно концентрированных белковых, и введение в рецептуру ингредиентов, содержащих ПВ – даст синергизм эффектов пре- и постабсорбтивного насыщения.

Сформулированы технологические требования к способам получения поликомпонентных молочно-зерновых продуктов. Одним из таких требований является ретардная дифференциация – использование как

можно дольше одной и той же технологической цепочки для получения поликомпонентных продуктов с различными органолептическими характеристиками (рисунок 8).



Рисунок 7 – Алгоритм составления формулы поликомпонентного молочного продукта с эффектом пре- и постабсорбтивного насыщения

Создан многопрофильный программный комплекс, позволяющий проектировать на основе целевого комбинирования сырья поликомпонентные продукты с заданными свойствами и составом с учетом особенностей питания отдельных групп населения и с учетом рациональности использования с компонентов. Многопрофильный программный комплекс включает две базы данных и три компьютерные программы. Разработанный программный комплекс дает возможность как совершенствовать традиционные, так и создавать новые поликомпонентные продукты.

Реализуемый программой «Идеальный белок» алгоритм моделирования номенклатуры и оптимального соотношения рецептурных ингредиентов позволяет достаточно просто подойти к решению вопроса проектирования поликомпонентных продуктов с аминокислотным составом белка, соответствующим задаваемому эталону.

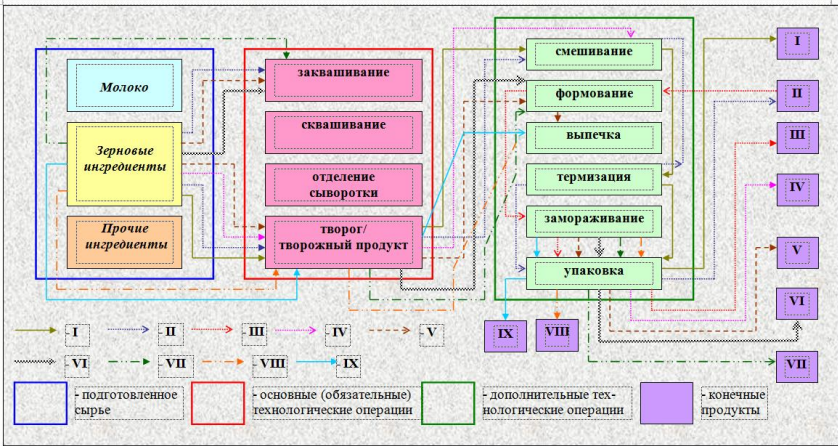


Рисунок 8 – Ретардная дифференциация на примере ассортиментного ряда творожно-зерновых продуктов:

- I – творожно-злаковый продукт с пророшенным зерном;
- II – творожно-мучной продукт с зернобобовым ингредиентом;
- III – глазированные сырки с пшеничными отрубями;
- IV – соус творожный с мультикомпонентной зерновой смесью;
- V – запеканка творожная с ячменным ингредиентом;
- VI – вареники с творожно-пшеничной начинкой; VII – сырники с гречишным ингредиентом;
- VIII – мини-сырники с зерновыми ингредиентами;
- IX – творожные вафли с зерновыми ингредиентами

Программа «Минимум-Максимум» позволяет задавать и корректировать комплекс желаемых характеристик конечного продукта, рассчитывает номенклатуру и количественные соотношения компонентов рецептуры в автоматическом режиме. Программа решает задачу минимизации себестоимости продукта, оптимизирует его энергетическую ценность, соотношение между белками, жирами и углеводами, аналитически рассчитывает общехимический, жирнокислотный, углеводный и витаминный состав продукта, содержание макро- и микроэлементов, производит расчет и оценку взаимосбалансированности аминокислотного состава.

Программа «Проектирование рецептуры» предназначена для оптимизации рецептур пищевых продуктов, где под оптимизацией понимается снижение стоимости продукта при сохранении его свойств. Программный код оформлен как набор функций языка GNU R. Может быть задано любое количество видов сырья и количество свойств, при этом рецептура оптимизированного продукта близка к исходной рецептуре, а стоимость конечного продукта уменьшена.

Для демонстрации возможностей программного комплекса рассмотрена конкретная задача и ее решение. Задача – спроектировать тво-

рожно-зерновой продукт, имеющий скор всех незаменимых аминокислот не ниже чем в эталонном белке. В результате работы программного комплекса получена рецептура (таблица 3), причем для получения сбалансированного по аминокислотному составу творожно-зернового продукта не понадобилось использовать все 13 видов имеющегося сырья, достаточно комбинации из шести ингредиентов: творога, пшеничных зародышевых хлопьев, пшеничных отрубей, ржи, овса и гречихи. Цель проектирования достигнута, минимальный скор аминокислот продукта равен 114 %.

Таблица 3 – Матрица данных и результирующая рецептура творожно-зернового продукта

Ингредиенты	Масса, кг	Массовая доля, %					Энергетическая ценность, ккал
		Жир	Белок	Углеводы (кроме ПВ)	Вода	ПВ	
Творог нежирный	85,000	0,6	18,0	1,80	79,6	0,0	71,53
ПЗХ	4,631	9,5	38,1	29,8	22,6	2,0	16,19
Отруби пшеничные	3,031	3,2	14,2	14,0	68,6	53,0	4,19
Горох	0,000	2,0	20,5	48,6	14,0	5,7	0,00
Пшеница	0,000	2,3	12,5	55,2	14,0	2,5	0,00
Рожь	4,000	2,2	9,9	55,5	14,0	2,6	10,70
Ячмень	0,000	2,4	10,3	49,4	14,0	4,3	0,00
Овес	2,000	6,2	10,0	37,6	13,5	10,7	4,74
Просо	0,000	3,9	11,2	56,6	13,5	7,9	0,00
Гречиха	1,338	3,2	10,8	54,4	14,0	10,8	3,69
Рис	0,000	2,6	7,5	56,1	14,0	9	0,00
Кукуруза	0,000	4,9	10,3	58,5	14,0	2,1	0,00
Фасоль	0,000	2,0	21,0	46,6	14,0	3,9	0,00
Чечевица	0,000	1,5	24,0	42,7	14,0	3,7	0,00
Поликомпонентный продукт	100,00	1,30	18,24	7,03	73,43	2,16	111,04

Таким образом, учет принципа целевого комбинирования сырья, ретардной дифференциации и применение многопрофильного программного комплекса позволяют рационально использовать молочные ресурсы, прочее дорогостоящее сырье, расширить ассортимент конкурентоспособных продуктов с привлекательными для потребителя органолептическими характеристиками, обладающих заданным комплексом показателей пищевой ценности, без потери оперативности управления производством при решении рецептурных задач.

Глава 7. Практические аспекты получения поликомпонентных продуктов на основе целевого комбинирования молочного и зернового сырья. Предложены математические модели процесса сквашивания молочно-зерновых смесей, описывающие зависимость кислотности и вязкости смеси, содержания СВ в сыворотке и процесса синерезиса от дозы зернового ингредиента и технологических режимов. В результате реализации ПФЭ 2³ получены математические модели процесса сквашивания модельных молочно-зерновых смесей (таблица 4), где Y – активная кис-

лотность, X_1 – доза зернового ингредиента, X_2 – продолжительность сквашивания, X_3 – температура сквашивания.

Таблица 4 – Результаты полного факторного эксперимента

Молочно-зерновая смесь	Уравнения регрессии
Молочно-пшеничная, молочно-гороховая, молочно-овсяная	$Y = 4,91 - 0,08 \times X_1 - 0,95 \times X_2 + 0,01 \times X_3$ $Y = 5,86 - 0,11 \times X_1 - 0,1 \times X_2 + 0,003 \times X_3$
Молочно-гречишная	$Y = 4,90 - 0,08 \times X_1 - 0,95 \times X_2 + 0,02 \times X_3$ $Y = 5,85 - 0,11 \times X_1 - 0,1 \times X_2 + 0,003 \times X_3$
Молочно-чечевичная, молочно-ржаная	$Y = 3,91 - 0,08 \times X_1 - 0,95 \times X_2 + 0,01 \times X_3$ $Y = 4,86 - 0,11 \times X_1 - 0,1 \times X_2 + 0,003 \times X_3$
Молочно-ячменная	$Y = 3,79 - 1,19 \times X_1 - 0,40 \times X_2 + 0,02 \times X_3 + 0,52 \times X_{12}$ $Y = 2,04 - 1,59 \times X_1 - 0,04 \times X_2 + 0,01 \times X_3 + 0,05 \times X_{12}$
Молочно-просьяная	$Y = 3,82 - 1,16 \times X_1 - 0,35 \times X_2 + 0,02 \times X_3 + 0,57 \times X_{12}$ $Y = 2,15 - 1,55 \times X_1 - 0,04 \times X_2 + 0,01 \times X_3 + 0,05 \times X_{12}$
Молочно-фасолевая	$Y = 3,32 - 0,66 \times X_1 - 0,38 \times X_2 + 0,01 \times X_3 + 0,54 \times X_{12}$ $Y = 2,20 - 0,88 \times X_1 - 0,04 \times X_2 + 0,003 \times X_3 + 0,05 \times X_{12}$

Выявлена максимальная эффективность использования составных частей сырья при дозе закваски 5–7 % от массы молочно-зерновой смеси. Установлено, что увеличение дозы закваски и температуры сквашивания молочно-зерновой смеси ускоряет процесс синерезиса, а увеличение дозы зернового ингредиента – замедляет (рисунок 9).

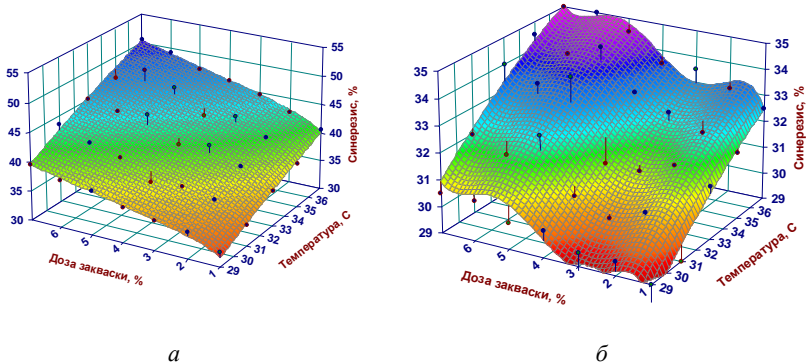


Рисунок 9 – Функция отклика синерезиса творожно-зернового сгустка при различных дозах закваски и температуре сквашивания:

а – доза зернового ингредиента 0,5 %; *б* – доза зернового ингредиента 1,5 %

Установлено, что при сквашивании молочно-зерновой смеси жир в сгусток переходит в той же степени, как и при сквашивании молочной смеси без добавления зерновых ингредиентов. Влияние внесения зерновых ингредиентов в молочную смесь на содержание СВ в сыворотке по окончании процесса сквашивания незначительно. Приоритетным факто-

ром является продолжительность сквашивания, влияние вида и количества зернового ингредиента на особенности протекания процесса сквашивания смеси вторично, т. е. внесение зерновых добавок не искажает классической парадигмы биотехнологических процессов, например, получения творога только из молочного сырья.

Установлены закономерности положительного влияния зерновых ингредиентов, вносимых на стадии заквашивания, на качество получаемых поликомпонентных молочных продуктов, выражающиеся в возрастании скорости кислотообразования с увеличением дозы зернового ингредиента в смеси и в синергизме влияния факторов «доза закваски» и «доза зернового ингредиента» на продолжительность сквашивания смеси.

Предложена интегральная математическая модель процесса сквашивания молочно-зерновой смеси, которая описывает зависимость продолжительности сквашивания молочно-зерновой смеси (Y_1), содержания СВ в сыворотке (Y_2) и синерезиса молочно-зернового сгустка (Y_3) от дозы закваски (X_1), дозы зернового ингредиента (X_2) и температуры сквашивания (X_3):

$$\begin{cases} Y_1 = 9,70 - 0,55X_1 - 0,39X_2 - 0,95X_3 - 0,27X_1X_2 \\ Y_2 = 5,66 - 0,18X_1 - 0,19X_3 \\ Y_3 = 36,25 + 2,63X_1 - 4,5X_2 + 3,38X_3 - 1,63X_1X_2 - 1,38X_2X_3 \end{cases}$$

Установлены рациональные дозы и технологические стадии внесения зерновых ингредиентов при разработке новых поликомпонентных молочно-зерновых продуктов и блюд (изделий) на основе творога: в заквашиваемое молочное сырье в количестве до 1,0 % или в готовый творог до 10 %. Увеличение количества зерновых ингредиентов до 1,5 или до 15–20 % соответственно возможно при использовании вкусоароматических ингредиентов в рецептуре поликомпонентных продуктов.

Изучены факторы, влияющие на формирование качества и потребительских свойств поликомпонентных продуктов при комбинировании молочного и зернового сырья на различных технологических стадиях.

В процессе хранения замороженного творожного продукта оценивали динамику м. д. влаги, ВУС и кислотности (рисунок 10). По окончании трехмесячного периода хранения м. д. влаги в контрольном твороге снизилась с 73,8 до 70,8 %, в творожном продукте с пшеницей – с 78 до 75,6 %, с овсом – с 76 до 73,3 %, с горохом – с 79 до 76,4 %. Уменьшение м. д. влаги приводит к уменьшению массы творожного продукта. Отмечено, что наибольшим изменением подвергся контрольный образец творога. ВУС творожных продуктов после замораживания снижается, причем в контрольном образце творога изменения более выражены, чем в поликомпонентном. В контрольном образце творога они составили 9,1 %, в творожном продукте с пшеницей – 6,0 %, с овсом – 6,3 %, с горохом – 6,2 %.

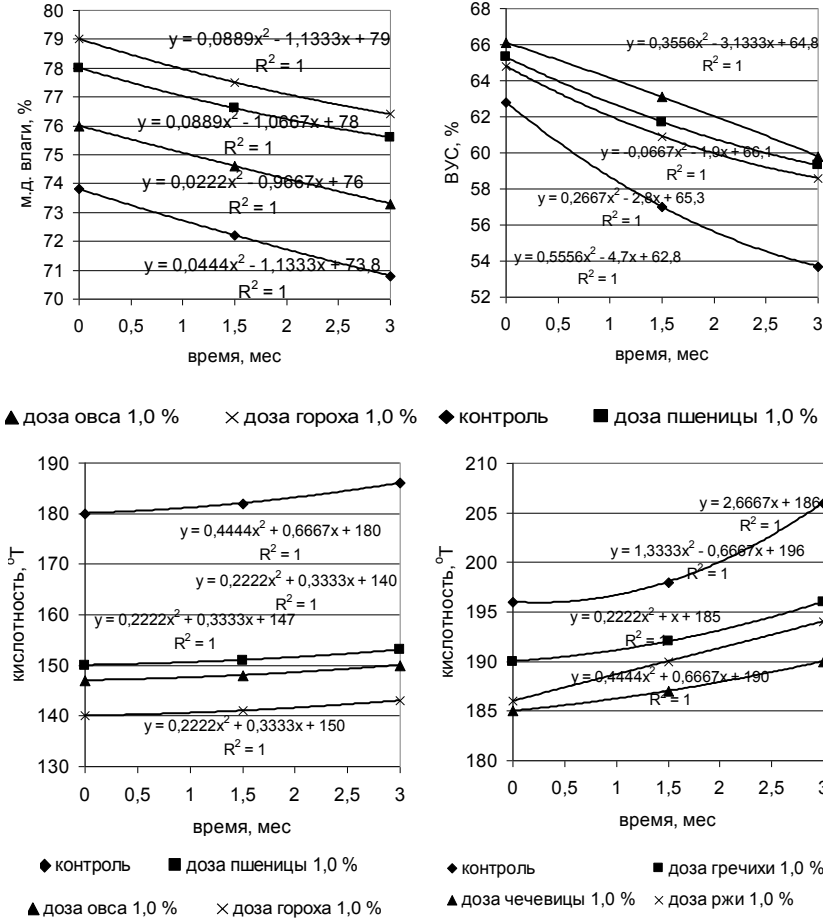


Рисунок 10 – Зависимость показателей творожного продукта от длительности хранения

После трехмесячного хранения замороженных образцов практически не отмечено изменений в их вкусе и запахе, консистенция контроля стала более сухой, крупитчатой, чего не отмечено в поликомпонентных творожных продуктах с зерновыми ингредиентами. Таким образом, доказана перспективность использования в сфере общественного питания поликомпонентных творожных продуктов с зерновыми ингредиентами для выработки замороженных полуфабрикатов (сырников, вареников, запеканок и т. п.) на основании результатов исследования динамики показателей качества в процессе хранения.

Глава 8. Разработка и товароведная оценка новых поликомпонентных молочных продуктов. С использованием многопрофильного программного комплекса, учетом принципа ретардной дифференциации и целевого комбинирования сырья разработаны рецептурный состав и технологии девяти новых поликомпонентных молочных продуктов на основе творога с зерновыми ингредиентами.

Для всех новых продуктов проведена товароведная оценка – изучены органолептические, физико-химические и микробиологические показатели качества, обоснованы их режимы хранения и сроки годности, установлены регламентируемые показатели качества, разработана техническая документация, проведена промышленная апробация.

Практическая реализация получения поликомпонентных продуктов на основе целевого комбинирования молочного и зернового сырья представлена в автореферате на примере творожно-мучных продуктов с зернобобовым ингредиентом. Показана возможность комбинирования молочных продуктов с зернобобовыми ингредиентами (на примере горохового – таблица 5) с характерными для творожных продуктов органолептическими показателями.

Таблица 5 – Органолептические показатели творожно-мучного продукта в зависимости от технологической стадии внесения зернобобового компонента

Вариант	Вкус и запах	Внешний вид и консистенция	Цвет
Перед сквашиванием	Чистый, нежный, кисло-молочный, с легким привкусом растительного белка	Мягкая, нежная, слегка мажущаяся масса с незначительной мучнистостью	Молочно-белый с желтым оттенком, равномерный по всей массе
В творог	Чистый, нежный, кисло-молочный, с привкусом растительного белка	Однородная масса, нежная, в меру плотная, без комков, с незначительной мучнистостью	Молочно-белый с желтым оттенком, обусловленный добавлением зернобобового компонента, равномерный по всей массе

На основании проведенных исследований установлены регламентируемые показатели качества творожно-мучного продукта с зернобобовым ингредиентом (таблица 6): срок годности и режим хранения 72 ч при ОВВ не выше 75 % и температуре $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Все новые поликомпонентные молочные продукты внедрены на предприятиях Алтайского края и Омской области: ООО «Сибиряк», ООО «ЭСЗ», ООО «Константа», ОАО «Модест», ООО «Дока пицца», ИП Р. С. Кудрявцев, столовая МКДОУ Детский сад «Солнышко».

Таблица 6 – Регламентируемые показатели качества творожно-мучного продукта с зернобобовым ингредиентом

Показатель	Характеристика
Внешний вид и консистенция	При внесении зернобобового ингредиента перед сквашиванием – мягкая, нежная, слегка мажущаяся масса с незначительной мучнистостью; при внесении в творог – однородная масса, нежная, в меру плотная, без комков, с незначительной мучнистостью
Цвет	Молочно-белый с желтым оттенком, обусловленный добавлением зернобобового компонента или внесенными вкусоароматическими наполнителями, равномерный по всей массе
Вкус и запах	Чистый, нежный, кисломолочный, с привкусом растительного белка или обусловленный внесенными вкусоароматическими наполнителями
Титруемая кислотность, °Т, не более	210
Объем (масса) продукта, г, в которой не допускаются:	
– БГКП (колиформы)	0,001
– патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы	25
– стафилококки <i>S. aureus</i>	0,1
М. д. влаги, %, не более	65,0
М. д. белка, %, не менее	14,0
М. д. жира, %, не менее	15,0
М. д. углеводов, %, не менее	2,0
Температура при выпуске с предприятия, °С	4 ± 2

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научно обоснованы рецептуры и технологии новых поликомпонентных молочных продуктов на основе целевого комбинирования молочного и зернового сырья с учетом принципа ретардной дифференциации, предложенных схем получения зерновых ингредиентов (из пророщенного зерна пшеницы, цельной пшеницы, зернобобовых культур, овса, кукурузы, проса, гречихи) и использованием созданного многопрофильного программного комплекса. Совокупность полученных данных показывает, что зерновые ингредиенты обладают высокими функционально-технологическими свойствами и перспективны для целевого комбинирования с молочным сырьем при разработке новых поликомпонентных молочных продуктов. Проведено промышленное внедрение, показаны преимущества поликомпонентных творожных продуктов с зерновыми ингредиентами для разработки замороженных полуфабрикатов в сфере общественного питания.

ВЫВОДЫ

1. Проанализированы тенденции развития отрасли поликомпонентных продуктов на основе напитков молочных, кисломолочных и сыворо-

точных; молочно-белковых продуктов; сыров; масложировых продуктов; мороженого; концентрированных молочных продуктов. Обоснована перспективность использования зерновых культур для целевого комбинирования с молочным сырьем. Проведен анализ известных методических подходов к проектированию продуктов питания и обоснована необходимость целевого комбинирования сырья для разработки новых продуктов. Предложен новый методический подход к поиску априорной информации для прогнозирования ассортимента поликомпонентных продуктов, основанный на применении информационных технологий.

2. Разработана классификация немолочных ингредиентов, используемых в производстве молочных продуктов на основе сыров и творога, учитывающая технологические стадии комбинирования сырья, способы подготовки немолочных ингредиентов и процессы, протекающие при этом, а также частоту использования немолочных ингредиентов (сырье из листовой зелени и пряно-вкусовых растений → масличное → соевое → овощное → плодово-ягодное → из продуктов речного и морского промыслов → из грибов и дикоросов → зерновое → из теплокровных животных → из птицы или яиц → орехи → продукты пчеловодства → бобовое).

3. С учетом результатов исследования ФТС предложены технико-технологические решения по обеспечению качества и безопасности зерновых ингредиентов поликомпонентных молочных продуктов, включающие интегральную и частные схемы получения таких ингредиентов. Установлено, что при любых сочетаниях зерновых культур и режимах их гидротепловой обработки главным фактором, оказывающим влияние на ВУС, является степень измельчения зерна: степень влияния этого фактора 92,1–98,4 %; для большинства исследованных видов зерна величина влияния степени измельчения на ВПС превышает 65 %, а влияние температурного фактора не более 10 %.

4. Установлены закономерности положительного влияния зерновых ингредиентов, вносимых на стадии заквашивания, на качество получаемых поликомпонентных молочных продуктов, выражающиеся в возрастании скорости кислотообразования с увеличением дозы зернового ингредиента в смеси и в синергизме влияния факторов «доза закваски» и «доза зернового ингредиента» на продолжительность сквашивания смеси. Предложены математические модели процесса сквашивания молочно-зерновых смесей, описывающие зависимость показателей кислотности и вязкости смеси, содержания сухих веществ в сыворотке и процесса синерезиса от дозы зернового ингредиента и технологических режимов. Предложена интегральная математическая модель процесса сквашивания молочно-зерновой смеси и доказано, что приоритетным фактором является продолжительность процесса, влияние вида и количества зернового ингредиента на особенности протекания сквашивания вторично.

5. Обоснован новый подход к формированию ассортимента поликомпонентных молочных продуктов на основе ретардной дифференциации, заключающейся в использовании одной и той же технологической цепочки как можно дольше для получения конечных продуктов с различными органолептическими характеристиками. Теоретически доказана целесообразность комбинирования сырья в рецептуре молочно-зерновых продуктов и предложена базовая рецептура такого продукта. Сформулированы технологические требования к способу получения поликомпонентных молочно-зерновых продуктов.

6. Разработан многопрофильный программный комплекс для проектирования поликомпонентных продуктов, состоящий из программы ЭВМ «Идеальный белок» для проектирования рецептур поликомпонентных продуктов с белком, приближенным по аминокислотному составу к эталону; программы ЭВМ «Минимум-Максимум» для проектирования рецептуры пищевого продукта с заданной себестоимостью, энергетической и пищевой ценностью; программы ЭВМ «Проектирование рецептуры», предназначенной для оптимизации рецептур поликомпонентных молочных продуктов, а также двух справочных баз данных.

7. Впервые научно обоснован рецептурный состав и технологии поликомпонентных молочных продуктов на основе творога с применением принципов целевого комбинирования сырья, ретардной дифференциации, использованием предложенных схем получения зерновых ингредиентов и многопрофильного программного комплекса.

8. Дана товароведная оценка новым поликомпонентным молочным продуктам, установлены регламентируемые показатели качества, режимы хранения и сроки годности (при ОВВ не выше 75 % и температуре $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$ срок годности творожно-злакового продукта – 48 ч, творожно-мучного продукта – 72 ч, творожного соуса – 72 ч; при температуре $(-18 \pm 2) ^\circ\text{C}$ срок годности творожной запеканки – 90 сут, глазированных сырков – 120 сут, вареников, сырников и мини-сырников – 3 мес.; при ОВВ 65–70 % и температуре $(18 \pm 3) ^\circ\text{C}$ срок годности творожных вафель – 6 мес.). Выявлено, что поликомпонентные творожные продукты с зерновыми ингредиентами показывают лучшую сохраняемость по сравнению с традиционными продуктами, хранящимися в тех же условиях (замораживание). По окончании трехмесячного периода хранения м. д. влаги в контрольном образце (творог) снизилась с 73,8 до 70,8 %, в поликомпонентном творожном продукте с пшеницей – с 78 до 75,6 %, с овсом – с 76 до 73,3 %, с горохом – с 79 до 76,4 %. В контрольном образце после замораживания ВУС составила 53,7 % (при закладке на хранение – 62,8 %), в поликомпонентном творожном продукте с пшеничным ингредиентом – 59,3 % (при закладке на хранение – 65,3 %), в творожном продукте с овсяным ингредиентом – 59,8 % (при закладке на хранение – 66,1 %), в творожном продукте с гороховым ингредиентом – 58,6 % (при закладке на хранение – 64,8 %).

ВУС образцов после замораживания снижается, причем в контрольном образце изменения более выражены, чем в поликомпонентных творожно-зерновых продуктах. Так, в контрольном образце они составили 9,1 %, а в творожном продукте с пшеницей – 6,0 %, с овсом – 6,3 %, с горохом – 6,2 %. На новую продукцию разработана техническая документация, проведена промышленная апробация предложенных решений.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При разработке новых поликомпонентных молочно-зерновых продуктов и блюд (изделий) на основе творога целесообразно вносить зерновые ингредиенты в заквашиваемое молочное сырье в количестве до 1,0 % или в готовый творог до 10 %. Увеличение количества зерновых ингредиентов до 1,5 или до 15–20 % соответственно возможно при использовании вкусоароматических ингредиентов в рецептуре поликомпонентных продуктов.

2. При внесении в состав новых поликомпонентных молочно-зерновых продуктов зерновых ингредиентов на стадии сквашивания целесообразно применять их помол до крупности не более 160 мкм, что обеспечит получение дисперсий с наилучшими ФТС, при этом даст экономию трудовых и энергетических ресурсов на подогреве увлажняющей среды, а также повышению длительности выдержки в ней.

3. Использовать в сфере общественного питания поликомпонентные творожные продукты с зерновыми ингредиентами для выработки замороженных полуфабрикатов (сырников, вареников, запеканок и т. п.).

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Монографии

1. Щетинин, М. П. Современные тенденции использования зерновых добавок в производстве молочных продуктов / М. П. Щетинин, **О. Н. Мусина**, М. Н. Сахрынин. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2004. – 340 с. – 450 экз. – ISBN 5-7568-0380-7. – Усл. печ. л. 19,8.

2. **Мусина, О. Н.** Состояние и тенденции развития биотехнологии комбинированных молочных продуктов / О. Н. Мусина, М. П. Щетинин, М. Н. Сахрынин. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2006. – 335 с. – 450 экз. – ISBN 5-7568-0606-7. – Усл. печ. л. 19,3.

3. **Мусина, О. Н.** Поликомпонентные продукты на основе комбинирования молочного и зернового сырья / О. Н. Мусина, М. П. Щетинин. – Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2010. – 244 с. – 500 экз. – ISBN 978-5-7904-1028-4. – Усл. печ. л. 14,0.

4. **Мусина, О. Н.** Молочные поликомпонентные продукты: совершенствование на основе системной формализации и целевого комбиниро-

вания сырья : монография / О. Н. Мусина, М. П. Щетинин. – М. : КолосС, 2015. – 302 с. – 1000 экз. – ISBN 978-5-9532-0832-1. – Усл. печ. л. 24,1.

Статьи, индексируемые в базе цитирования Web of Science

5. **Musina, O.** Application of modern computer algebra systems in food formulations and development: A case study / O. Musina, P. Putnik, M. Koubaa, F. J. Barba, R. Greiner, D. Granato, S. Roohinejad // Trends in Food Science & Technology. – 2017. – Vol. 64. – P. 48–59. – doi: 10.1016/j.tifs.2017.03.011

6. **Musina, O. N.** An approach to the choice of alternatives of the optimized formulations / O. N. Musina, P. A. Lisin // Foods and Raw Materials. – 2015. – Vol. 3, no. 2. – P. 65–73. – doi: 10.12737/13120

Статьи в изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных журналов ВАК при Минобрнауки России

7. Щетинин, М. П. Производство молочных продуктов со злаковыми наполнителями / М. П. Щетинин, М. С. Уманский, **О. Н. Мусина**, И. С. Ливинцева // Молочная промышленность. – 2002. – № 8. – С. 39.

8. Щетинин, М. П. Применение пророщенных злаков в комбинированных творожных изделиях / М. П. Щетинин, **О. Н. Мусина** // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. – № 8. – С. 40.

9. Щетинин, М. П. Творог с наполнителем из проросшей пшеницы / М. П. Щетинин, М. Н. Сахрынин, **О. Н. Мусина** // Молочная промышленность. – 2004. – № 2. – С. 45–46.

10. Щетинин, М. П. Безопасность злаковых ингредиентов / М. П. Щетинин, М. Н. Сахрынин, **О. Н. Мусина** // Молочная промышленность. – 2005. – № 7. – С. 52.

11. **Мусина, О. Н.** Применение зерновых компонентов в молочной отрасли / О. Н. Мусина // Молочная промышленность. – 2006. – № 10. – С. 60–61.

12. **Мусина, О. Н.** Молочно-белковые продукты с нетрадиционным зерновым сырьем / О. Н. Мусина // Молочная промышленность. – 2006. – № 11. – С. 62–63.

13. **Мусина, О. Н.** Технология творожного продукта с зернобобовым компонентом / О. Н. Мусина // Сыроделие и маслоделие. – 2007. – № 2. – С. 50–52.

14. **Мусина, О. Н.** Творожные продукты с зерновыми или зернобобовыми компонентами / О. Н. Мусина // Молочная промышленность. – 2007. – № 10. – С. 33.

15. **Мусина, О. Н.** Оптимизация режима получения творожно-мучного продукта / О. Н. Мусина // Молочная промышленность. – 2007. – № 12. – С. 68–69.

16. **Мусина, О. Н.** Статистический анализ патентной ситуации в российском сыроделии / О. Н. Мусина // Сыроделие и маслоделие. – 2007. – № 6. – С. 7–9.

17. **Мусина, О. Н.** Современное состояние биотехнологии комбинированных молочных продуктов (обзор). 1. Предпосылки и принципы создания комбинированных молочных продуктов / О. Н. Мусина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 3. – С. 59–63.

18. **Мусина, О. Н.** Современное состояние биотехнологии комбинированных молочных продуктов (обзор). 2. Тенденции совершенствования основных видов комбинированных молочных продуктов / О. Н. Мусина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 4. – С. 62–65.

19. **Мусина, О. Н.** Творожный продукт с зернобобовым компонентом / О. Н. Мусина // Молочная промышленность. – 2008. – № 5. – С. 68–70.

20. **Мусина, О. Н.** Влагоудерживающая способность зернобобового (горохового) компонента творожного продукта / О. Н. Мусина // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2008. – № 8. – С. 108–113.

21. **Мусина, О. Н.** Способы подготовки наполнителей к внесению в продукты сыроделия / О. Н. Мусина // Сыроделие и маслоделие. – 2010. – № 1. – С. 37–40.

22. **Мусина, О. Н.** Рациональная схема получения зернобобового компонента для использования в молочной отрасли / О. Н. Мусина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 5. – С. 72–74.

23. **Мусина, О. Н.** Ретроспективный анализ создания комбинированных продуктов в отечественном сыроделии / О. Н. Мусина // Сыроделие и маслоделие. – 2009. – № 5. – С. 28–29.

24. **Мусина, О. Н.** Обработка зернобобового компонента молочно-растительных продуктов / О. Н. Мусина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 11. – С. 32–34.

25. **Мусина, О. Н.** Влияние дозы растительного компонента на свойства творожно-мучного продукта / О. Н. Мусина // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2010. – № 8. – С. 100–105.

26. Лисин, П. А. Методология оценки сбалансированности аминокислотного состава многокомпонентных пищевых продуктов / П. А. Лисин, **О. Н. Мусина**, И. В. Кистер, Н. Л. Черопольская // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3. – С. 53–58.

27. **Мусина, О. Н.** Требования к технологии молочно-зерновых продуктов / О. Н. Мусина // Молочная промышленность. – 2010. – № 10. – С. 71–72.

28. **Мусина, О. Н.** Формула молочно-зерновых продуктов / О. Н. Мусина // Молочная промышленность. – 2011. – № 5. – С. 58–59.

29. **Мусина, О. Н.** Комплексное монографическое исследование «Комбинированные сыры» (обзор). Ч. 1. Статистический анализ и выявление тенденций в сыродельной отрасли путем исследования патентных документов / О. Н. Мусина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – № 6. – С. 60–63.

30. **Мусина, О. Н.** Комплексное монографическое исследование «Комбинированные сыры» (обзор). Ч. 2. Классификация наполнителей и рекомендации по эффективной стратегии действий при создании комбинированных сыров / О. Н. Мусина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – № 7. – С. 48–52.

31. **Мусина, О. Н.** Системное моделирование многокомпонентных продуктов питания / О. Н. Мусина, П. А. Лисин // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 4. – С. 32–38.

32. **Мусина, О. Н.** Технологические особенности совместного сквашивания молочного и зернового сырья / О. Н. Мусина // Вестник алтайской науки. – 2013. – № 3. – С. 257–262.

33. **Мусина, О. Н.** Проектирование поликомпонентных продуктов путем системной формализации / О. Н. Мусина // Сыроделие и маслоделие. – 2014. – № 2. – С. 36–38.

34. Бородулин, Д. М. Ячмень как перспективный компонент молочно-злаковых продуктов / Д. М. Бородулин, М. Т. Шульбаева., **О. Н. Мусина**, В. Н. Иванец // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 4. – С. 19–25.

35. **Мусина, О. Н.** Микроструктурные исследования морфологических особенностей зерна как перспективного компонента комбинированных молочных продуктов / О. Н. Мусина // Вестник алтайской науки. – 2015. – № 1. – С. 441–449.

36. **Мусина, О. Н.** Новый подход к оценке структурированности молочных продуктов через анализ термодинамических параметров биосистемы / О. Н. Мусина, П. А. Лисин // Вестник алтайской науки. – 2015. – № 1. – С. 449–455.

37. Коновалов, К. Л. Молочно-белковый продукт с растительным сырьем, адаптированный к национальным традициям питания Западной Сибири / К. Л. Коновалов, **О. Н. Мусина**, С. М. Lupинская, М. Т. Шульбаева, Л. Г. Шайхутдинова // Молочная промышленность. – 2015. – № 10. – С. 50–52.

38. **Мусина, О. Н.** Технологическое проектирование рецептур сыров с зерновым и дикорастущим сырьем Западной Сибири / О. Н. Мусина, К. Л. Коновалов, С. М. Lupинская, М. Т. Шульбаева, Л. А. Кузнецова // Пищевая промышленность. – 2016. – № 6. – С. 14–18.

Зарубежные публикации

39. **Musina, O. N.** The main principles of system modeling of a multicomponent food / O. N. Musina, P. A. Lisin // Научный потенциал на света: материалы за 8-а международна научна-практична конференция (17–25 септември 2012 г.) / ООД «Бял ГРАД-БГ». – София¹, 2012. – Т. 15. Селско стопанство. География и геология. – С. 32–33.

40. Щетинин, М. П. Новый наполнитель на злаковой основе для молочных продуктов / М. П. Щетинин, **О. Н. Мусина** // Вестник Семипала-

тинского государственного университета им. Шакарима². – 2002. – № 1. – С. 74–75.

41. **Мусина, О. Н.** Пророщенные семена пшеницы в производстве кисломолочных продуктов / О. Н. Мусина, М. П. Щетинин, М. Н. Сахрынин // Сельскохозяйственная наука АПК Сибири, Монголии, Казахстана и Кыргызстана : труды 7-й Междунар. науч.-практ. конф. – Улан-Батор³, 2004. – С. 565–569.

42. **Мусина, О. Н.** Перспективы использования бобовых культур в молочной промышленности / О. Н. Мусина // Молочное дело⁴. – 2010. – № 2. – С. 38–40.

43. **Мусина, О. Н.** Возможности современной науки в составлении рецептуры многокомпонентных молочных продуктов / О. Н. Мусина, П. А. Лисин // Молочное дело⁵. – 2009. – № 12. – С. 24–26.

44. **Мусина, О. Н.** Проектирование гаммы рецептур творожных сырников с широким спектром зерновых добавок / О. Н. Мусина, Е. А. Смаыгина // Техника и технология пищевых производств : сб. материалов Междунар. науч.-техн. конф. (22 апреля 2010 г.) / МГУП. – Могилев⁶, 2010. – С. 201.

45. **Мусина, О. Н.** База данных «Химический состав пищевого сырья и продуктов питания» / О. Н. Мусина, М. Н. Сахрынин // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : материалы Междунар. науч.-техн. конф. (10–11 октября 2012 г.). – Минск⁷: РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2012. – Т. 3. – С. 161–164.

46. **Мусина, О. Н.** Обобщение технологических требований к способам получения поликомпонентных молочно-зерновых продуктов / О. Н. Мусина, М. П. Щетинин // Europejska nauka XXI powieką : materiały VIII międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji (07–15 maja 2012 roku) / Sp. z o.o. «Nauka i studia». – Przemysł⁸, 2012. – Vol. 18: Ekologia. Geografia i geologia. Chemia i chemiczne technologie. Rolnictwo. Weterynaria. – S. 84–87.

47. **Мусина, О. Н.** Формализованное описание этапов системы проектирования поликомпонентных продуктов / О. Н. Мусина // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-техн. конф. (16–17 октября 2013 г.). – Минск⁹: РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2014. – Т. 2. – С. 242–249.

48. **Musina, O. N.** The wheat malt as a component of cottage cheese product / O. N. Musina // Nauka i Studia¹⁰. – 2013. – № 21. – С. 19–23.

49. **Мусина, О. Н.** Компьютерное моделирование поликомпонентного продукта с использованием симплекс-метода / О. Н. Мусина, П. А. Лисин, Е. А. Молибога // Современные достижения биотехнологии : материалы IV Международ. науч.-практ. конф. – Минск¹¹ – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2014. – С. 164–169.

50. **Musina, O. N.** Improving the quality of life of the population of the Altai region by improving the nutritional status at the expense of introduction in

a diet of dairy products with added nutritional value / O. N. Musina, P. A. Lisin // Proceedings of academic science : materials of the X International scientific and practical conference (August 30 – September 7, 2014, Sheffield, S. Yorkshire, England). – Sheffield¹² : Science and education LTD, 2014. – Vol. 6: Mathematics. Physics. Modern information technologies. Technical sciences. Construction and architecture. Agriculture. – С. 92–96.

51. **Musina, O. N.** The Application of Albumin for Development Dairy Product Enriched with Semolina / O. N. Musina, O. V. Koltugina, L. N. Azolkina // Journal of Nutritional Health & Food Engineering¹³. – 2016. – Vol. 4, iss. 3. – doi: 10.15406/jnhfe.2016.04.00132

Примечание. ¹ Болгария; ² Казахстан; ³ Монголия; ^{4, 5} Украина; ^{6, 7, 9, 11} – Беларусь; ^{8, 10} Польша; ¹² Великобритания; ¹³ США.

**Статьи в отраслевых периодических изданиях,
сборниках научных трудов институтов,
материалах международных конференций, симпозиумов,
конгрессов, форумов**

Не приведены в связи с ограниченностью объема автореферата.

**Патенты и свидетельства
о регистрации баз данных и программ для ЭВМ**

52. **Пат. 2133576** РФ, МПК⁶ А23L1/10, А23L1/29. Смесь для детского и диетического питания (варианты) / В. С. Иунихина, В. Г. Курцева, Т. Н. Архипова, **О. Н. Мусина** ; заявитель и патентообладатель АлтГТУ. – № 97116556 ; заявл. 07.10.1997 ; опубл. 27.07.1999.

53. **Пат. 2245062** РФ, МПК⁷ А23С23/00. Творожно-злаковый продукт / М. П. Щетинин, **О. Н. Мусина**, М. С. Уманский, И. С. Ливинцева ; заявитель и патентообладатель АлтГТУ, СибНИИС. – № 2002123865 ; заявл. 06.09.2002 ; опубл. 27.01.2005.

54. **Пат. 2282996** РФ, МПК⁷ А23С19/076, А23С23/00. Способ производства творога / М. Н. Сахрынин, **О. Н. Мусина**, М. П. Щетинин ; заявитель и патентообладатель СибНИИС. – № 2004134755 ; заявл. 29.11.2004 ; опубл. 10.09.2006.

55. **Пат. 2367159** РФ, МПК⁸ А23С9/13. Способ получения кисломолочного продукта / **О. Н. Мусина** ; заявитель и патентообладатель Мусина О. Н. – № 2008101730 ; заявл. 16.01.2008 ; опубл. 20.09.2009.

56. **Пат. 2374856** РФ, МПК⁸ А23С23/00. Способ приготовления творожного изделия / Э. В. Костомарова, **О. Н. Мусина**, М. П. Щетинин ; заявитель и патентообладатель СибНИИС. – № 2008105636 ; заявл. 13.02.2008 ; опубл. 10.12.2009.

57. **Пат. 39444** РФ, МПК⁷ А01J25/00. Линия производства творога / М. П. Щетинин, **О. Н. Мусина**, М. Н. Сахрынин ; заявитель и патентообладатель СибНИИС. – № 2004110188 ; заявл. 05.04.2004 ; опубл. 10.08.2004.

58. Пат. 41235 РФ, МПК⁷ А23С9/13. Линия производства кисломолочных продуктов / **О. Н. Мусина**, М. П. Щетинин, М. Н. Сахрынин ; заявитель и патентообладатель СибНИИС. – № 2004118545 ; заявл. 18.06.2004; опубл. 20.10.2004.

59. Пат. 43731 РФ, МПК⁷ А01J25/00. Линия производства творога / **О. Н. Мусина**, М. П. Щетинин, М. Н. Сахрынин ; заявитель и патентообладатель СибНИИС. – № 2004125747 ; заявл. 25.08.2004 ; опубл. 10.02.2005.

60. Пат. 43434 РФ, МПК⁷ А01J25/00. Линия производства творога / **О. Н. Мусина**, М. П. Щетинин, М. Н. Сахрынин ; заявитель и патентообладатель СибНИИС. – № 2004126008 ; заявл. 30.08.2004 ; опубл. 27.01.2005.

61. Пат. 43128 РФ, МПК⁷ А23С9/13. Линия производства кисломолочных продуктов / **О. Н. Мусина**, М. П. Щетинин, М. Н. Сахрынин ; заявитель и патентообладатель СибНИИС. – № 2004128577 ; заявл. 27.09.2004 ; опубл. 10.01.2005.

62. Пат. 43121 РФ, МПК⁷ А01J25/00. Линия производства творога / **О. Н. Мусина**, М. П. Щетинин, М. Н. Сахрынин ; заявитель и патентообладатель СибНИИС. – № 2004128575 ; заявл. 27.09.2004 ; опубл. 10.01.2005.

63. Пат. 46152 РФ, МПК⁷ А23С23/00, А01J25/00. Технологическая линия производства диетического творога / **О. Н. Мусина**, М. Н. Сахрынин, М. П. Щетинин ; заявитель и патентообладатель СибНИИС. – № 2005103099 ; заявл. 07.02.2005 ; опубл. 27.06.2005.

64. Пат. 46151 РФ, МПК⁷ А23С9/13. Линия производства кисломолочных продуктов / **О. Н. Мусина**, М. Н. Сахрынин, М. П. Щетинин ; заявитель и патентообладатель СибНИИС. – № 2005103100 ; заявл. 07.02.2005 ; опубл. 27.06.2005.

65. Пат. 74766 РФ, МПК⁷ А21D13/08. Вафля / **О. Н. Мусина**, Э. В. Костомарова, М. П. Щетинин ; заявитель и патентообладатель СибНИИС. – № 2008109334 ; заявл. 11.03.2008 ; опубл. 20.07.2008.

66. Пат. 75542 РФ, МПК⁷ А21D13/08. Технологическая линия производства вафельных листов / **О. Н. Мусина**, Э. В. Костомарова, М. П. Щетинин ; заявитель и патентообладатель СибНИИС. – № 2008112722 ; заявл. 02.04.2008 ; опубл. 20.08.2008.

67. Пат. 75535 РФ, МПК⁷ А01J25/00. Технологическая линия выработки творожного изделия / **О. Н. Мусина**, Э. В. Костомарова, М. П. Щетинин ; заявитель и патентообладатель СибНИИС. – № 2008112699 ; заявл. 02.04.2008 ; опубл. 20.08.2008.

68. Пат. 92298 РФ, МПК⁷ А01J25/00. Технологическая линия производства концентрированных молочных продуктов, преимущественно творога / Г. Ф. Вальтер, **О. Н. Мусина** ; заявитель и патентообладатель Г. Ф. Вальтер. – № 2009141323/22 ; заявл. 09.11.2009 ; опубл. 20.03.2010.

69. Пат. 99279 РФ, МПК⁷ А01J25/00. Технологическая линия производства сыра повышенной пищевой ценности / **О. Н. Мусина**, М. П. Ще-

тинин ; заявитель и патентообладатель СибНИИС. – № 2010122227 ; заявл. 31.05.2010 ; опубл. 20.11.2010.

70. Пат. 124868 РФ, МПК⁸ А01J25/00. Линия производства сыров повышенной пищевой ценности / А. А. Майоров, А. Н. Архипов, **О. Н. Мусина**, М. Н. Сахрынин ; заявитель и патентообладатель СибНИИС. – № 2012116321 ; заявл. 23.04.2012 ; опубл. 20.02.2013.

71. Свид. 2010612628 о гос. регистрации программы для ЭВМ «Минимум-Максимум» / **О. Н. Мусина**, П. А. Лисин ; правообладатели О. Н. Мусина, П. А. Лисин. – № 2010610731 ; заявл. 15.02.2010 ; зарегистр. 15.04.2010 ; опубл. 20.09.2010.

72. Свид. 2010616153 о гос. регистрации программы для ЭВМ «Идеальный Белок» / **О. Н. Мусина**, П. А. Лисин ; правообладатели О. Н. Мусина, П. А. Лисин. – № 2010613138 ; заявл. 02.06.2010 ; зарегистр. 17.09.2010 ; опубл. 20.12.2010.

73. Свид. 2011620073 о гос. регистрации базы данных «Комбинированные сыры» / **О. Н. Мусина**, М. Н. Сахрынин, М. П. Щетинин ; правообладатели О. Н. Мусина, М. Н. Сахрынин, М. П. Щетинин. – № 2010620790 ; заявл. 24.01.2011 ; опубл. 20.06.2011.

74. Свид. 2011611470 о гос. регистрации программы для ЭВМ «Проектирование рецептуры» / И. А. Шмаков, **О. Н. Мусина**, М. Н. Сахрынин, М. П. Щетинин ; правообладатели И. А. Шмаков, О. Н. Мусина, М. Н. Сахрынин, М. П. Щетинин. – № 2010618181 ; заявл. 23.12.2010 ; зарегистр. 14.02.2011 ; опубл. 20.06.2011.

75. Свид. 2012620334 о гос. регистрации базы данных «Химический состав пищевого сырья и продуктов питания» / **О. Н. Мусина**, М. Н. Сахрынин, М. П. Щетинин ; правообладатели О. Н. Мусина, М. Н. Сахрынин, М. П. Щетинин. – № 2012620108 ; заявл. 04.04.2012 ; опубл. 20.09.2012.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ:

ВПС – влагопоглотительная способность; ВУС – влагоудерживающая способность; ОВВ – относительная влажность воздуха; ПВ – пищевые волокна; ПЗХ – пшеничные зародышевые хлопья; ПФЭ – полный факторный эксперимент; СВ – сухие вещества; СТО – стандарт организации; ТИ – технологическая инструкция; ТУ – технические условия; ФТС – функционально-технологические свойства.

Автор благодарен и признателен своему учителю – профессору Михаилу Павловичу Щетинину за многолетнее внимание, всестороннюю поддержку, ценные советы и предложения; коллегам – за содействие и критические замечания методического характера, а также своим соавторам за плодотворное сотрудничество и взаимопонимание.

Подписано в печать 01.03.2018.
Формат $60 \times 84 \frac{1}{16}$. Гарнитура Таймс. Бумага офсетная. Печать цифровая.
Уч.-изд. л. 2,0. Тираж 150 экз. Заказ 2018 – 616.

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии АлтГТУ
656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46
тел.: (8-3852) 29-09-48

Лицензия на полиграфическую деятельность
ПЛД № 28-35 от 15.07.97 г.