

БАКУМЕНКО ОЛЕСЯ ЕВГЕНЬЕВНА

**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ
ОБОГАЩЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ ПИТАНИЯ
СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ**

Специальность 05.18.01 - Технология обработки, хранения и переработки
злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и
виноградарства.

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Москва – 2013

Работа выполнена на кафедре «Технология переработки растительного сырья» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Московский государственный университет пищевых производств»

Научный консультант: **Шатнюк Людмила Николаевна,**
доктор технических наук

Официальные оппоненты: **Дубцова Галина Николаевна,**
доктор технических наук, профессор,
ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств», профессор кафедры
Иунихина Вера Сергеевна,
доктор технических наук, профессор,
НОУ ДПО «Международная промышленная академия», заведующий кафедрой
Гаппаров Минкаил Магомед Гаджиевич,
доктор медицинских наук, профессор,
ФГБУ «НИИ питания» РАМН, заведующий лабораторией

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Защита состоится: « ____ » _____ 2014 г. в ____ часов на заседании Совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Д 212.148.03 при ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств» по адресу: 125080, Москва, А-80, Волоколамское шоссе, д. 11, корп. А, ауд. 302.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «МГУПП».

С авторефератом диссертации можно ознакомиться на сайтах ВАК РФ Министерства образования и науки РФ <http://vak.ed.gov.ru> и ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств» <http://mgupp.ru>.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2013 г

Ученый секретарь
диссертационного совета
Д 212.148.03, к.т.н., доцент

И. Г. Белявская

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Одним из приоритетных направлений «Основ государственной политики в области здорового питания населения на период до 2020 года» является развитие производства продукции, обогащенной незаменимыми нутриентами и предназначенной для питания различных групп населения, в том числе студенческой молодежи (далее по тексту – студенты), которая, по данным ВОЗ, составляет свыше 30 % всего населения в мире.

Регулярные обследования состояния здоровья и питания различных групп населения России свидетельствуют о наличии дефицитов важнейших пищевых веществ (белков, пищевых волокон (ПВ), витаминов, минеральных веществ, полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК)), приводящих к возникновению различных алиментарных заболеваний - сердечно-сосудистых, желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), нарушений функций зрения и др., распространенность которых в последние годы возросла. Кроме того, у студентов, относящихся к категории населения, для которой характерны пониженная физическая активность и повышенные нервно-эмоциональные нагрузки (стрессы), особенно в зачетно-экзаменационный период, наличие вредных привычек, нерациональное питание, сопротивляемость организма воздействию вредных факторов внешней среды существенно снижается.

Проведенные ранее исследования по питанию студентов отечественными учеными (И.П. Овчинникова, Е.С. Парамонова, 2003; Г.Б. Сайфуднинова, В.И. Корюкина, Л.П. Волкотруб, 2003; С.Л. Сафонова, Е.И. Семенова, 2003; И.Г. Кретова, 2004; О.В. Баранова, Е.В. Лунева, 2007), выявили снижение потребления макро - и микронутриентов в их питании. Однако в этих работах учитывались лишь поло-возрастные и конституциональные характеристики студентов.

Наиболее эффективным путем ликвидации выявленных дефицитов пищевых веществ в рационе питания студентов и повышения сопротивляемости организма вредным факторам является разработка нового ассортимента и технологий пищевой продукции, обогащенной нутриентами, способствующей улучшению состояния здоровья, укреплению нервной системы, повышению умственной работоспособности и способности к когнитивной деятельности.

Научные представления и практические основы инноваций в сфере пищевых технологий, подчиненные поиску способов и средств, обеспечивающих экономичное получение и гарантирующих максимальные безопасность и качество пищевой продукции, в т.ч. с позиции пользы для здоровья, заложены в трудах отечественных ученых А.А. Покровского, М.Н. Волгарева, В.А. Тутельяна, А.П. Нечаева, Б.А. Шендерова, И.А. Рогова, В.Б. Спиричева, И.Я. Коня, Э.С. Токаева, Л.Н. Шатнюк, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочетковой, Т.Б. Цыгановой и др. Однако в научно-технической литературе данные о создании и производстве такой продукции для студентов немногочисленны.

Важная роль в разработке обогащенной пищевой продукции принадлежит растительному сырью - зерновым, бобовым культурам, плодам, ягодам, орехам, которые, благодаря многообразию входящих в их состав макро - и микронутриентов (растительные белки, витамины, минеральные вещества, ПВ, ПНЖК, биофлавоноиды и др.), являются ценной сырьевой базой для получения натуральной и высококачественной продукции.

Известно, что ряд приемов технологической обработки, неправильное хранение продовольственного сырья и пищевой продукции приводят к снижению содержания в них эссенциальных микронутриентов. Поэтому особое внимание при разработке обогащенной продукции должно уделяться выбору как природных источников пищевых веществ, так и специальных добавок и витаминно-минеральных комплексов, обеспечивающих гарантированное содержание микронутриентов в порции продукта.

При выборе вида пищевой продукции, обогащаемой эссенциальными нутриентами, целесообразно учитывать современные тенденции развития пищевой промышленности, ориентированные на производство продукции массового потребления повышенной пищевой ценности, в том числе по содержанию физиологически активных ингредиентов, продуктов быстрого приготовления, с длительными сроками хранения и др.

Все выше изложенное определяет **актуальность** представленной диссертационной работы и проведенных исследований.

Диссертационная работа выполнена в рамках следующих программ: аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы» (2006-2010 г.г.) Рособразования РФ; «Разработка технологий функциональных продуктов питания для учащихся ВУЗов» (2002-2012 г.г.); «Анализ пищевого статуса и структуры питания учащихся ВУЗов» (2011-2012 г.г.); соглашения о сотрудничестве между ФГБОУ «МГУПП» и ФГАОУ ВПО «СКФУ»; распоряжения Правительства Москвы от 4 сентября 2009 г. № 2324 – РП «Об организации здорового питания студентов».

Целью настоящей работы явилось решение комплекса научно-практических задач, направленных на разработку технологий обогащенной пищевой продукции для питания студентов, восполняющей дефицит пищевых веществ в их рационе и способствующей сохранению здоровья.

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

- разработать комплексную методику оценки пищевого статуса, образа жизни, в том числе когнитивной деятельности, состояния здоровья студентов и применить ее для научного обоснования выбора пищевой продукции и ингредиентов для ее обогащения;

- обосновать выбор пищевой продукции для питания студентов и новых видов растительного сырья и обогащающих добавок;

- разработать технологические решения по получению новых видов обогащенной пищевой продукции для студентов - зерновых снеков, палочек, батончиков; напитков с повышенной биологической ценностью (далее по тексту – белковых напитков); пищевых концентратов повышенной пищевой ценности - сухих смесей для киселей и напитков;

- исследовать пищевую ценность, органолептические, физико-химические, биохимические, микробиологические показатели новых видов пищевой продукции; обосновать сроки годности и условия их хранения;

- разработать техническую документацию на обогащенную пищевую продукцию; провести опытно-промышленную апробацию и определить экономическую эффективность разработанных обогащенных продуктов;

- провести оценку эффективности использования обогащенной пищевой продукции в рационах студентов и разработать методические рекомендации по организации питания студентов в вузах, в том числе с использованием разработанной продукции.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Комплексная методика оценки пищевого статуса, образа жизни и здоровья студентов, применение которой позволило научно обосновать выбор пищевой продукции для обогащения дефицитными пищевыми веществами и рецептурных ингредиентов, способствующих повышению пищевой и биологической ценности продукции.

2. Теоретическое и экспериментальное обоснование технологических решений по получению экструдатов снеков с максимально скорректированным коэффициентом усвояемости белка (PDCAAS), обогащенных ПВ и омега-3 ПНЖК.

3. Совокупность экспериментальных данных по использованию высокобелкового растительного сырья для получения белковой основы обогащенных напитков для студентов.

4. Технологические решения по созданию пищевых концентратов повышенной пищевой ценности с высокой степенью готовности к употреблению (киселей и напитков) и

использованию в рецептуре ягодных порошков и витаминно-минерального премикса, обеспечивающих равномерность распределения микронутриентов в массе продукта.

5. Совокупность результатов эпидемиологических исследований и клинических испытаний, подтверждающих эффективность разработанной обогащенной пищевой продукции в питании.

Научная концепция. Научное решение проблемы создания обогащенной пищевой продукции для питания студенческой молодежи базируется на современных знаниях в области пищевой химии и нутрициологии; в его основу положен комплексный подход, предусматривающий теоретическое и экспериментальное обоснование, разработку и реализацию методики оценки пищевого статуса, образа жизни и здоровья студентов, позволившую обосновать выбор продуктов и ингредиентов для их обогащения и разработать технологии новых видов пищевой продукции, способствующих снижению дефицита пищевых веществ в питании и повышению качества жизни.

Научная новизна. Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена комплексная методика оценки пищевого статуса, образа жизни и здоровья студентов, позволившая научно обосновать выбор продукции для обогащения дефицитными пищевыми веществами и подобрать сырьевые композиции для создания рецептур и технологий нового ассортимента обогащенной пищевой продукции для питания студентов.

Впервые рассчитан скорректированный аминокислотный коэффициент усвояемости белка PDCAAS для различных зерновых смесей и доказана его роль как фактора, обеспечивающего выбор зерновой смеси для получения продуктов повышенной пищевой и биологической ценности.

Установлено влияние дозировки растительных порошков при получении зерновых экструдатов на их качество и выявлены параметры экструзионной обработки для получения экструдированных продуктов повышенной пищевой ценности, обеспечивающие высокие органолептические и физико-химические показатели. Показано, что для получения готовых изделий - снеков со сбалансированным содержанием пищевых веществ следует использовать соевое или рапсовое масла, которые обеспечивают оптимальное соотношение ПНЖК омега-6/омега-3 в продукте.

Показана возможность получения белкового концентрата из зернобобовых культур как основы для повышения биологической ценности напитков. Установлена взаимосвязь между режимами солодоращения зерна чечевицы и содержанием в нем аминокислот и витаминов. Выявлены условия экстрагирования белковых веществ для увеличения выхода белка в экстракт из пророщенного зерна чечевицы и получение чечевичного сула.

Выявлено влияние условий пастеризации обогащенного белкового напитка на сохранность витаминов и установлены режимы пастеризации, обеспечивающие высокую стабильность витаминов С и группы В.

Установлено, что применение определенных режимов термической обработки льняной муки способствует достижению высокой кинематической вязкости клейстера и увеличению содержания декстринов, что обеспечивает получение сухих смесей для киселей повышенной пищевой ценности и высокой степени готовности к употреблению.

Доказана взаимосвязь между равномерностью распределения компонентов сухой смеси для приготовления напитков и динамикой процесса смешивания. С помощью методов математического моделирования установлены параметры процесса смешивания (число оборотов барабана, коэффициент загрузки, продолжительность смешивания), обеспечивающие равномерность распределения витаминов в массе продукта.

Установлено влияние вида упаковочных материалов и длительности хранения на содержание витаминов, микробиологические, физико-химические и органолептические показатели качества, обосновывающие условия хранения и сроки годности новых видов обогащенной пищевой продукции.

Новизна результатов исследования защищена 3 патентами.

Теоретическая и практическая значимость работы. На основании проведенных исследований разработаны рецептуры, технологии, технологические схемы производства и техническая документация на новые виды обогащенной пищевой продукции: снеки «Студенческие (ТУ 9196-004-02068634-13); палочки витаминизированные (ТУ 9196-005-02068634-12); батончик зерновой (ТУ 9195-006-02068634-12); напиток на основе зерна чечевицы (ТУ 9185-002-02068634-13); концентрат киселя (ТУ 9195-007-02068634-13); концентраты сухих напитков (ТУ 9197-008-02068634-12).

Результаты работы апробированы и внедрены на следующих предприятиях: белковый напиток на основе зерна чечевицы - ОАО «Коломнапром» (г. Коломна, Московская область); зерновой батончик - ООО «Алина фарма» (п. Любучаны, Чеховский район, Московская область); снеки «Студенческие» - ФГУП «Бирюлевский Экспериментальный Завод» Россельхозакадемии (г. Видное, Московская область); палочки витаминизированные - ГНУ ВНИИ пищевой биотехнологии Россельхозакадемии (г. Москва). Расчет экономической эффективности показал, что розничная цена на новый ассортимент обогащенной пищевой продукции является доступной для студентов.

Разработана и апробирована комплексная методика оценки пищевого статуса, образа жизни и состоянии здоровья студенческой молодежи на примере студентов двух регионов (г. Москва – Центральный регион, г. Ставрополь – Северо-Кавказский регион), с использованием компьютерных программ «Питание и здоровье» и «Оценка умственной и психической работоспособности» и включающая 5 тестов, в том числе – тесты на память, внимание и мышление, уровень физической активности, признаки алиментарных заболеваний.

Проведенная на базе ГБУЗ «Салехардская окружная клиническая больница» г. Салехард и ГБУЗ «Минераловодская центральная районная больница» г. Минеральные воды клиническая апробация пищевых концентратов киселя и сухих напитков показала улучшение состояния здоровья пациентов по исследуемым показателям.

Использование компьютерной программы «Оценка умственной и психической работоспособности» позволило выявить улучшение когнитивных способностей студентов ФГБОУ ВПО «МГУПП» при включении в их рационы снеков «Студенческих».

Теоретические и методические положения работы использованы при подготовке проекта «Методические рекомендации по организации питания студентов вузов» (утв. 25.05.2013 г. ФГБОУ ВПО «МГУПП»).

Материалы выполненных исследований используются в учебном процессе МГУПП при реализации профессиональных образовательных программ подготовки специалистов по направлению 260500 «Технология продовольственных продуктов специального назначения и общественного питания» и бакалавриата по направлению 260100 «Продукты питания из растительного сырья», а также включены в изданные учебно-методические пособия и монографию «Технология обогащенных продуктов питания для целевых групп. Научные основы и технология».

Степень достоверности и апробация результатов работы

Достоверность полученных результатов подтверждена применением современных физико-химических методов анализа, математической обработкой результатов экспериментов, промышленной апробацией и оценкой эффективности применения разработанной продукции в питании студентов. Получены протоколы производственной проверки результатов исследований и акты производственных испытаний на 4 предприятиях пищевой промышленности.

Основные результаты работы опубликованы в трудах, доложены и обсуждены на всероссийской научно-технической конференции-выставке «Высокоэффективные пищевые технологии, методы и средства для их реализации» (Москва 2003, 2005, 2006 г.), всероссийских конгрессах «Оптимальное питание – здоровье нации» (Москва, 2005 г.),

«Питание и здоровье» (Москва, 2008, 2009 г.), «Персонафицированная диетология: настоящее и будущее» (Москва 2011 г.), всероссийском форуме «Здоровье нации – основа процветания России» (Москва 2007 г.), международных научно-технических конференциях «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты» (Москва 2006 - 2012 г.г.), «Национальная политика здорового питания Республики Казахстан» (Алматы, 2004 г.), межрегиональной научно-практической конференции «Питание здорового и больного человека» (Санкт-Петербург, 2005, 2006 г.), научно-практическом совещании «Технология, физиология и психология спортивного и экстремального питания» (Москва, 2010 г.), международном форуме «Пищевые ингредиенты XXI века» (Москва, 2013).

Разработки экспонировались и награждены золотой медалью за высокое качество продукции на IV Международной конференции-выставке «Высокоэффективные пищевые технологии, методы и средства для их реализации» (Москва, 2006).

Публикации. По результатам исследований опубликовано 59 работ, в том числе 18 статей в периодических изданиях, рекомендованных ВАК, 3 монографии, получено 3 патента РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследований, результатов исследований и их анализа, выводов, списка литературы и приложений с актами производственных испытаний, патентами, технической документацией. Содержание работы изложено на 368 страницах основного текста, содержит 81 рисунок и 96 таблиц, 27 приложений. Список литературы включает 396 источников, в том числе, 141 - зарубежных.

Диссертационная работа является обобщением научных исследований, проведенных в 2005-2013 г.г. лично автором и/или при его непосредственном участии в качестве руководителя или ответственного исполнителя госбюджетных научно-исследовательских работ, а также в ходе руководства научной работой аспирантов и дипломников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 Обзор литературы

Проанализированы факторы, влияющие на состояние здоровья студентов. Освещены вопросы взаимосвязи здоровья и питания. Рассмотрены ключевые вопросы здорового питания, проанализированы нормы физиологических потребностей в энергии, пищевых и биологически активных веществах для молодежи в возрасте 18-29 лет с различной физической активностью.

Дано описание различных видов продовольственного сырья и добавок для производства обогащенной пищевой продукции. Представлены определение обогащенной пищевой продукции в соответствии с ТР ТС 021/2011, основные этапы ее разработки; характеристика состояния и перспективы развития пищевконцентратной и пивобезалкогольной отраслей пищевой промышленности в ориентации на отечественное производство и реализацию обогащенной пищевой продукции.

2 Материалы и методы исследований

Объектами исследований при разработке экструдированных продуктов служили: мука гречневая, рисовая по ГОСТ Р 53495-2009, кукурузная по ГОСТ 14176-69 и их смеси; сырьем являлись рафинированные, дезодорированные растительные масла - подсолнечное по ГОСТ Р 52465-2005, рапсовое по ГОСТ Р 53457-2009, соевое по ГОСТ Р 53510-2009, пальмовое по ГОСТ Р 53776-2010, кокосовое по ГОСТ 10766-64.

В разделе, посвященном разработке технологии зерновых батончиков, объектами исследования являлись хлопья, не требующие варки – овсяные, из пророщенной пшеницы, гречневые, ячменные по ТУ-9294-008-00932382-05, кукурузные по ГОСТ Р 50365-92.

При разработке технологических решений белковых напитков объектом исследования служила чечевица тарелочная по ГОСТ 7066-77, урожая 2008 года, регионов произрастания - Татарстана, Саратовской и Пензенской областей.

В разделе, посвященном разработке сухих смесей для приготовления киселей и напитков объектом исследования являлись льняная мука по ГОСТ 10582, ягоды черники, брусники, малины, ежевики сублимационной сушки по ТУ 9195-008-11520731-99.

В качестве обогащающих ингредиентов применяли: пектинсодержащее сырье – яблочный ТУ 10-03-307-86, морковный, свекольный, тыквенный порошки в соответствии с требованиями ТУ 9199-013-003531158-97; в качестве источника витамина С – плоды шиповника сушеного ГОСТ 1994-93; сыворотку молочную творожную сухую по ГОСТ Р 53492-2009; инулин RAFTILINE (Бельгия, ORAFTI); пектин по ГОСТ 29186-91, гуммиарабик по ISO 4833.

В работе использованы как отдельные витамины, так и витаминно-минеральные и поливитаминные комплексы: аскорбиновая кислота по ГОСТ 4815-76; премиксы компании «DSM Nutritional Products» (Голландия) – Н33053, Н31106, «Custo Mix EYE, UF 994; витаминно-минеральный комплекс (кальций, магний, цинк, витамин D) производства компании «Vitomin» (США), разрешенные для использования в пищевой промышленности органами Роспотребнадзора РФ.

В ходе технологических исследований использовали пищевое сырье и вкусо-ароматические добавки, отвечающие требованиям ГОСТ, ОСТ или ТУ.

Объектами исследований являлись полуфабрикаты промышленного производства и готовая продукция.

В качестве упаковочных материалов использовали: стеклянные и пластиковые бутылки (ЗАО «Мир упаковки»); картонные бутылки с полимерным покрытием «Тетра Пак»; асептическую упаковку «Ecolean» (Швеция); полимерные пленочные материалы – полипропилен; двухслойный неметаллизированный полиэтилентерефталат PE₁₂+PE₄₀; двухслойный металлизированный ориентированный полипропилен OPP матовый 20+OPP met 30; пленочные материалы марок DELINE SB BOPP18 60; комбитен; алютен.

Содержание белка в пищевом сырье, полуфабрикатах и готовых изделиях определяли методом Кьельдаля; содержание жира – методом экстракции диэтиловым эфиром в аппарате Сокслета; состав жирных кислот растительных масел и готовых изделий – с помощью газо-жидкостной хроматографии согласно ГОСТ 30418-96. Массовую долю влаги, общую кислотность и органолептические показатели готовых пищевых концентратов проводили в соответствии с ГОСТ 15113-77.

При разработке зерновых экструдированных продуктов скорректированный аминокислотный коэффициент усвояемости белка (PDCAAS) определяли путем сравнения содержания незаменимых аминокислот в продукте, скорректированного с учетом усвояемости и модели потребности в аминокислотах, разработанных ФАО/ВОЗ.

Коэффициент расширения полуфабрикатов снеков определяли как отношение диаметра экструдата к диаметру формирующего канала матрицы.

Физико-химические и органолептические показатели растительных масел и их смесей определяли по ГОСТ 1129-75; массовую долю влаги масел - в соответствии с ГОСТ 11812-66, кислотное число масел и готовых изделий - в соответствии с ГОСТ 52110-2003, перекисное число - по ГОСТ 51487-99.

При разработке зерновых батончиков содержание растворимой и нерастворимой фракций пищевых волокон в зерновых хлопьях определяли каскадным ферментативным методом (после предварительной гомогенизации образца) с использованием

фильтровальной системы Fibertec system E1023 Filtration module и банишейка 1024 Shaking water bath производства фирмы FOSS (Швеция). Массовую долю сухих веществ в сиропе-связке определяли по ГОСТ 6687.2-90 рефрактометрическим методом.

При разработке белковых напитков анализ качества чечевицы проводили по ГОСТ 7066-77. Аминокислотный состав определяли на автоматическом анализаторе аминокислот Agilent-1200, содержание триптофана - методом жидкостной ионообменной хроматографии на аминокислотном анализаторе AAA 400 (Чехия). Показатели аминокислотной сбалансированности белка проводили методом компьютерного моделирования согласно методологии Липатова Н.Н. после предварительного гидролиза белков. Коэффициент набухания чечевицы определяли объемным методом. Массовую долю сухих веществ в белковой основе и напитках определяли по ГОСТ 3626-73; общую титруемую кислотность - по ГОСТ 3624-92; величину рН - по ГОСТ Р 53359-2009 на иономере И-130. Стойкость напитков определяли по ГОСТ 6687.6-88; плотность - по ГОСТ 3625-84. Органолептическую оценку напитков проводили по ГОСТ Р 52090-2003.

При разработке концентратов киселей и напитков восстанавливаемость продукта проводили по ГОСТ 19327-84. Массовую долю декстринов определяли по методу М.П. Попова и Е.Ф. Шаненко; вязкость мучного клейстера - по ГОСТ 27168-86.

Содержание витамина С определяли титриметрическим, тиамин – флюорометрическим, рибофлавина – люмифлавиновым, ниацина – колориметрическим методами; пиридоксина, витаминов Е, А и общей суммы каротиноидов – методом ВЭЖХ; витамина D – методом нормально-фазной ВЭЖХ. Содержание кальция и магния определяли комплексонометрическим методом; фосфора - фотометрическим методом в минерализованной пробе; железа - атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре «Hitachi 180-80».

Микробиологические и показатели безопасности готовых изделий определяли согласно ГОСТ Р 51301-99, ГОСТ Р 51766-2001, ГОСТ Р 51962-2002, ГОСТ 26927-86, ГОСТ 26930-86, ГОСТ 26932-86, ГОСТ 26933-86, ГОСТ 30178-96.

Качество готовых изделий оценивали по общепринятым для пищевых концентратной и пивобезалкогольной промышленности показателям.

Дегустационную оценку готовых изделий осуществляли с помощью сенсорного профильно-рангового метода.

Измерения проводили не менее чем в 3-5 кратных повторностях. Полученные данные обрабатывали с использованием методов математической статистики. Математическое планирование и обработку экспериментальных данных осуществляли методом центрального униформ-ротатбельного планирования с последующей графической интерпретацией параметров оптимизации с помощью программ Excell, MatStat и Statistika.

3 Результаты исследований и их анализ

Основные этапы работы выполнены на кафедрах «Технологии переработки растительного сырья», «Информатика и управление» ФГБОУ ВПО «МГУПП», в лаборатории «Химия пищевых продуктов» ФГБУ «НИИ питания» РАМН, ЗАО «Ф-синтез», независимой аккредитованной лаборатории «Битекс». Промышленная апробация проведена на предприятиях пищевой промышленности: ОАО «Коломнамолпром» (Московская область, г. Коломна); ООО «Алина фарма» (Московская область, Чеховский район, пос. Любучаны); ФГУП «БЭЗ» Россельхозакадемии (Московская область, г. Видное); ГНУ ВНИИ ПБТ Россельхозакадемии (г. Москва).

Автор выражает благодарность руководителям и сотрудникам всех научных подразделений за содействие, оказанное в процессе проведения исследований.

Структурная схема исследований представлена на рисунке 1.

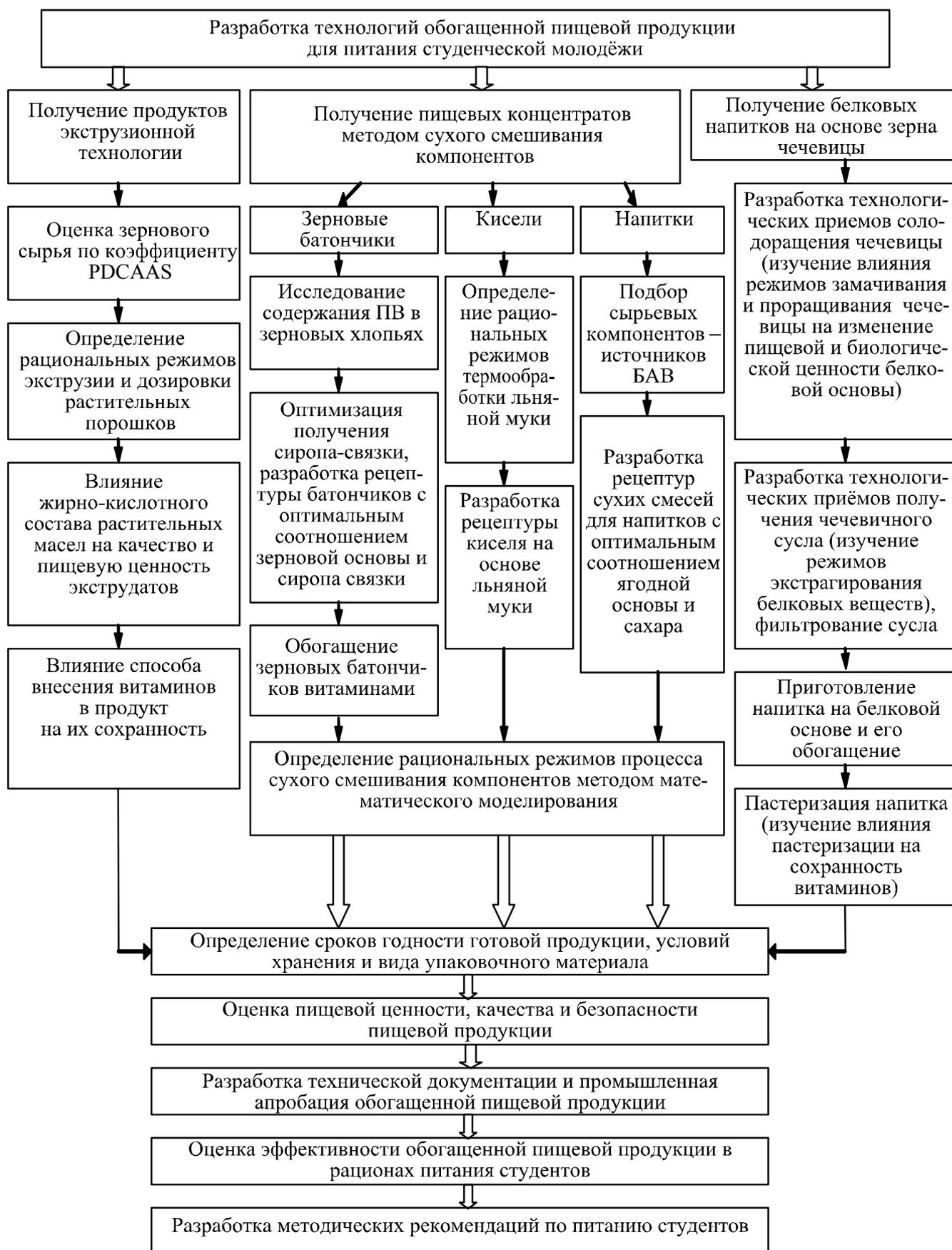


Рисунок 1 - Структурная схема исследований

3.1 Разработка комплексной методики оценки пищевого статуса, образа жизни и состояния здоровья студентов

Для научного обоснования выбора пищевой продукции и ингредиентов для обогащения разработана комплексная методика оценки пищевого статуса, образа жизни и состояния здоровья студентов, включающая как компьютерные программы, разработанные специалистами Национального Центра геронтологии, так и собственные тесты и опросники (таблица 1).

Таблица 1 – Определяемые показатели и методики

Показатель	Методика определения
Пищевой статус	Компьютерная программа «Питание и здоровье»
Умственная работоспособность	Компьютерная программа «Оценка умственной и психической работоспособности»
Среднесуточный набор основных групп продуктов Режим питания	Анкетно-опросный метод
Энерготраты	Анкетно-опросный метод
Индекс массы тела	Масса тела (кг) / квадрат длины тела (м)
Когнитивные (познавательные) способности Состояние здоровья	Тест на память, внимание и мышление Анкетно-опросные методы оценки: - физической активности - признаков стрессовых реакций - наличия алиментарных заболеваний

Работа на данном этапе проводилась совместно с Р.О. Будкевич.

Исследования проведены на двух группах студентов, обучающихся в ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств» (614 чел.) и ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет» (172 чел.), расположенных в различных климатогеографических регионах России.

Анализ структуры питания студентов Москвы и Ставрополя выявил недостаточное потребление основных групп пищевой продукции, являющейся источниками растительных и животных белков, ПВ, ПНЖК, макро- и микронутриентов (таблица 2).

Таблица 2 – Потребление основных групп продуктов студентами (% от рекомендуемого количества г, мл/брутто)

Группы продуктов	Москва	Ставрополь
Хлебопродукты	- 83	- 38
Крупы, бобовые	- 44	- 12
Овощи, зелень	- 60	- 40
Фрукты	- 12	- 60
Молочные продукты	- 72	- 19
Растительные масла	- 33	- 10

Оценка среднесуточных рационов студентов, проведенная с использованием вышеуказанных программ, позволила выявить дефициты важнейших пищевых веществ в питании. Так, дефицит белков, ПВ и ПНЖК наблюдался у 40, 90 и 98%% студентов Москвы, а у студентов Ставрополя эти величины составили 18, 60 и 65%% соответственно (рисунок 2).

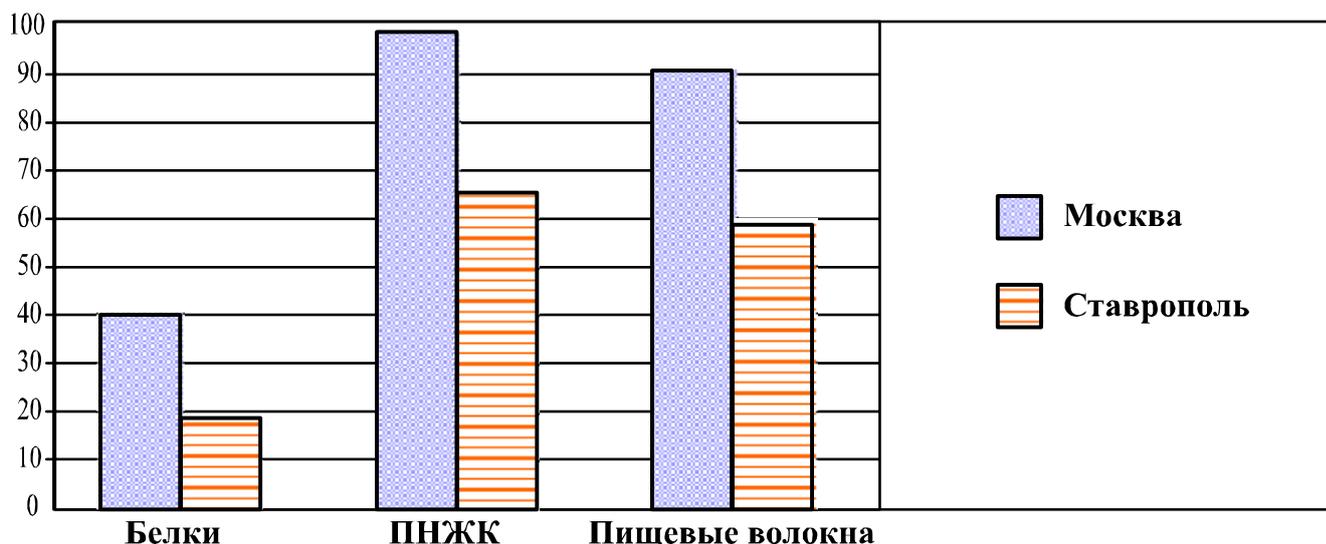


Рисунок 2 – Количество студентов с дефицитами основных пищевых веществ, %

При изучении обеспеченности студентов витаминами установлена корреляционная зависимость между дефицитами этих микронутриентов, традициями в потреблении пищи и климатогеографическими условиями проживания. Так, например, низкое потребление хлебопродуктов выявило дефицит витаминов группы В у 25-85% студентов; недостаток в рационе овощей, плодов и ягод – дефицит витамина С у 35-60% студентов. Различия в климатогеографических условиях явились результатом низкой обеспеченности витамином D студентов Москвы (62%), по сравнению со студентами Ставрополя (38%) (рисунок 3).

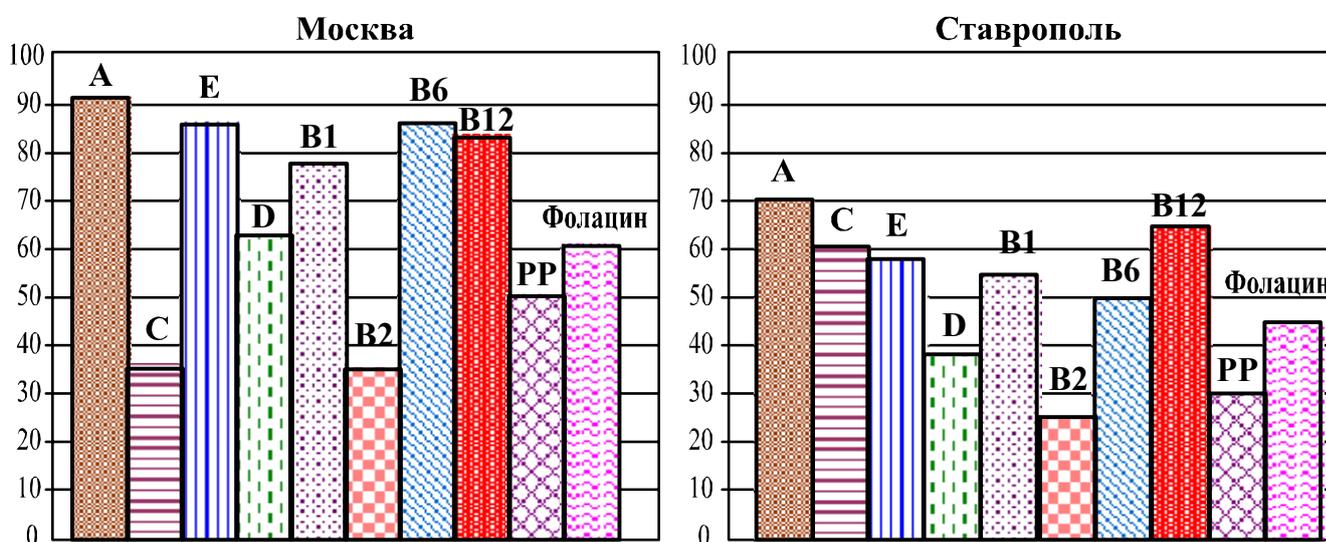


Рисунок 3- Количество студентов с дефицитами витаминов, %

Разработанная комплексная методика позволила выявить взаимосвязь между уровнем потребления различных пищевых веществ в составе пищевых продуктов и уровнем заболеваемости. Представленные на рисунке 4 данные свидетельствуют о наличии таких зависимостей между низким потреблением ПВ и частотой заболеваний ЖКТ; между обеспеченностью витамином D и распространенностью офтальмологических заболеваний. Аналогичные зависимости получены для таких алиментарных заболеваний, как низкий иммунный статус и дефицит ПНЖК, заболевания опорно-двигательного аппарата и недостаток в питании белка и кальция.

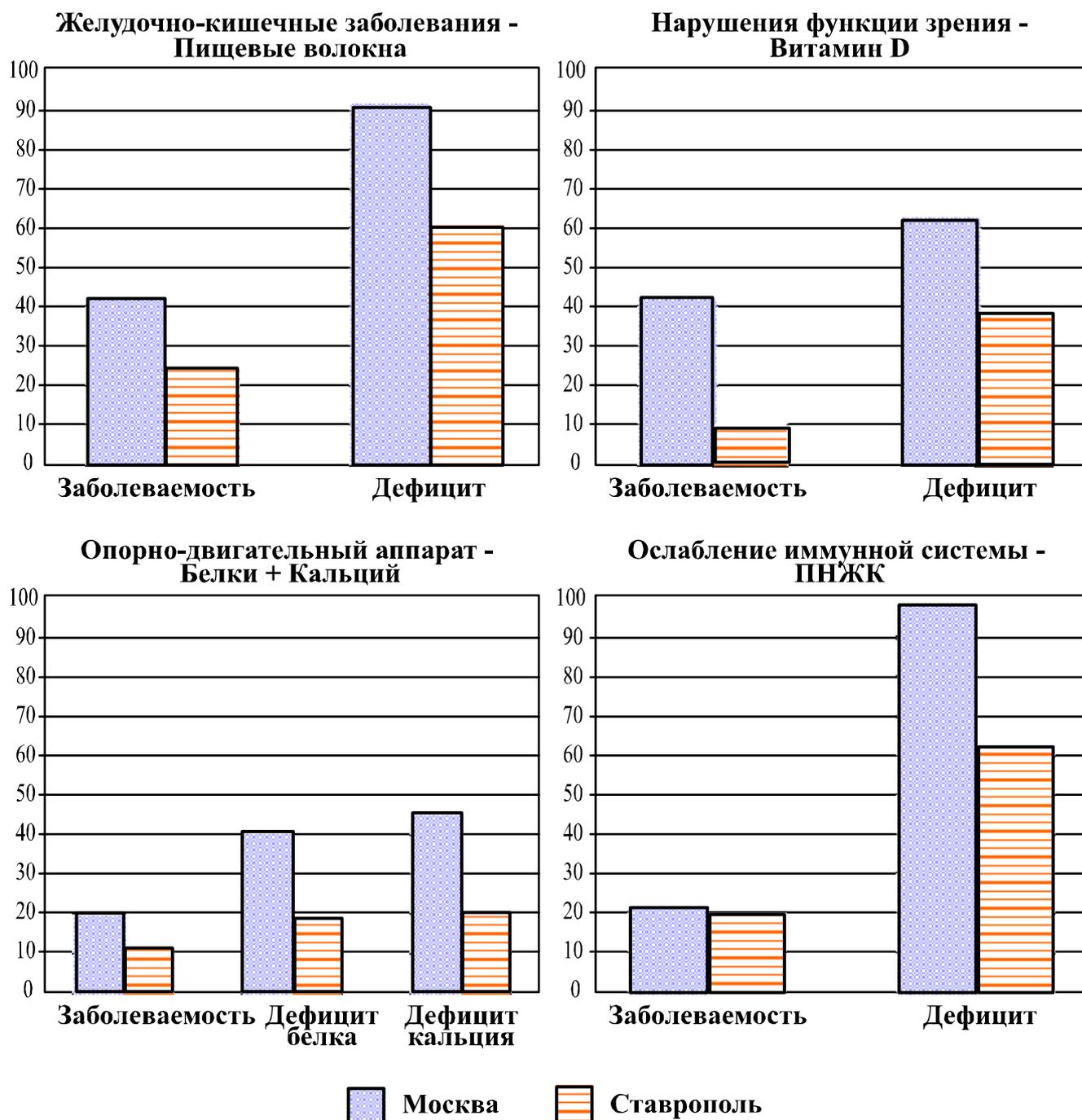


Рисунок 4 – Взаимосвязь между уровнем заболеваемости студентов и их обеспеченностью некоторыми пищевыми веществами, %

Разработанная комплексная методика позволяет также исследовать когнитивные (познавательные) функции студентов, характеризующие способность студентов к обучению, развитию внимания, памяти, мышления и т.д., и разработать методы коррекции их нарушений путем использования в рационе обогащенной пищевой продукции.

Проведенная оценка умственной работоспособности студентов в различные периоды учебного процесса показала, что к концу семестра более чем у 80 % обследованных происходило снижение ряда когнитивных функций, в том числе сенсорной реакции, скорости и точности тестирования, снижение оперативной памяти и мышления, и ухудшение состояния здоровья.

Как правило, эти негативные явления происходили на фоне нарушений в питании и низкой обеспеченности студентов пищевыми веществами.

Таким образом, разработана комплексная методика оценки пищевого статуса, образа жизни и здоровья студентов, включающая две компьютерные программы и тесты для определения когнитивных способностей и состояния здоровья учащихся. Выявлены нарушения в питании студентов – низкое потребление зерновых, бобовых культур и хлебопродуктов, овощей, плодов и ягод, молочных продуктов и растительных масел, являющихся источниками растительных и животных белков, ПВ, ПНЖК, макро - и микронутриентов. Установлена взаимосвязь между уровнем потребления различных пищевых веществ и уровнем заболеваемости студентов. Проведена оценка умственной работоспособности студентов, показавшая снижение ряда когнитивных функций в процессе учебы.

Проведенные исследования послужили научным обоснованием для выбора обогащаемой пищевой продукции, используемой в питании студентов, и рецептурных ингредиентов для разработки такой продукции.

3.2 Научное обоснование выбора пищевой продукции и рецептурных ингредиентов

Концептуальная схема реализации комплексной методики представлена на рисунке 5.



Рисунок 5 - Концептуальная схема научного обоснования разработки обогащенной пищевой продукции для студентов

Проведенные исследования показали недостаточное потребление в рационе студентов важных для человека продуктов, таких как зерновые, которые занимают ведущее место в

питании населения всех стран мира. Продукты на основе зерновых культур характеризуются высокой пищевой ценностью, являются источниками растительных белков, ПВ, витаминов и минеральных веществ и остаются наиболее дешевыми и доступными для всех категорий потребителей, что подчеркивает необходимость обогащения этой группы продуктов недостающими пищевыми веществами. С целью ликвидации выявленных дефицитов пищевых веществ у студентов выбраны обогащенные зерновые продукты готовые к употреблению, которые пользуются большой популярностью у молодежи, в т.ч. продукты экструзионной технологии – снеки, палочки и зерновые батончики.

Для обогащенных зерновых продуктов актуальным является включение в рецептуру зерновых композитных смесей, белки которых отличаются высокой биологической ценностью.

В работе использовали рисовую, гречневую, кукурузную муку и смеси из них. Качество белка композитных смесей оценивали по скорректированному аминокислотному коэффициенту усвояемости белка (PDCAAS) (таблица 3).

Таблица 3 – Скорректированный аминокислотный коэффициент усвояемости белка(PDCAAS) различных видов муки и смесей из них

Мука	Содержание в рецептуре, г	Массовая доля белка, % на 100 г продукта	PDCAAS, ед
Рисовая	43,5	3,09	0,6001
Гречневая	45,5	4,61	0,7066
Кукурузная	43,5	3,61	0,4945
Рисовая+кукурузная	13,5+29,0	3,37	0,4750
Рисовая+гречневая	13,5+29,0	5,73	0,7725
Рисовая+кукурузная	25,0+15,5	3,06	0,5341
Рисовая+гречневая	26,5+14,0	3,61	0,6508

Установлено, что зерновые комбинированные смеси обладают лучшей сбалансированностью аминокислотного состава, по сравнению с не комбинированными, и более высоким коэффициентом PDCAAS, что является немаловажным для получения продуктов повышенной пищевой и биологической ценности. Поэтому для проведения дальнейших исследований выбрана комбинированная смесь рисовой и гречневой муки (PDCAAS=0,7725).

В качестве источника ПВ были использованы растительные порошки – яблочный, тыквенный, свекольный, морковный (таблица 4).

Таблица 4 – Состав растительных порошков (мг на 100 г)

Название порошка	Пищевые вещества										
	Пищевые волокна	Витамины					Минеральные вещества				
		А	В ₁	В ₂	PP	С	Fe	К	Ca	Mg	P
Яблочный	14900	0,02	0,02	0,04	0,9	2,0	6,0	580,0	111,0	30,0	77,0
Морковный	17800	40,0	0,1	0,3	2,6	10,0	Сл.	967,0	105,0	56,0	294,0
Свекольный	20300	Сл.	0,04	0,2	2,7	10,0	Сл.	1728,0	222,0	132,0	258,0
Тыквенный	6000	0,8	0,15	0,18	2,2	24,7	1,2	629,0	77,1	43,2	77,1

Одним из технологических приемов получения экструдированных продуктов является обжарка полуфабрикатов в растительных маслах. В работе использовали подсолнечное, рапсовое, соевое, кокосовое, пальмовое масла и их купажируемые смеси, которые богаты ПНЖК. При выборе масел учитывали показатели их гигиенической безопасности –

перекисное, кислотное числа, наличие токсичных элементов, присутствие в маслах ПНЖК класса омега-3.

Другими продуктами, которым отдают предпочтение студенты, являются зерновые батончики, представляющие собой комбинированный продукт, состоящий из зерновой основы (хлопья, взорванные и плющенные зерна), орехов, сухофруктов, вкусоароматических и обогащающих добавок, сформованный в виде кондитерского изделия.

Выбор основного рецептурного компонента был основан на содержании растворимой и нерастворимой фракций ПВ в зерновых хлопьях, не требующих варки - ячменных, гречневых, овсяных, кукурузных и хлопьях из пророщенного зерна пшеницы.

Представленные в таблице 5 данные позволили выбрать три вида хлопьев: гречневые, овсяные и из пророщенной пшеницы, отличающиеся высоким содержанием нерастворимых ПВ.

Таблица 5 – Содержание различных фракций пищевых волокон в зерновых хлопьях

Хлопья, не требующие варки	Содержание ПВ, г/100 г	
	Растворимые	Нерастворимые
Ячменные	2,3 \pm 0,162	9,1 \pm 0,163
Овсяные	3,0 \pm 0,178	49,25 \pm 0,349
Гречневые	4,2 \pm 0,228	12,6 \pm 0,163
Хлопья из пророщенной пшеницы	4,23 \pm 0,276	13,61 \pm 0,389
Кукурузные	1,47 \pm 0,152	8,9 \pm 0,315

Одной из групп продуктов, которым отдают предпочтение студенты и которые также можно использовать в качестве носителей биологически активных компонентов, являются напитки. Анализ отечественного рынка свидетельствует, что в питании различных возрастных категорий в основном присутствуют безалкогольные сладкие газированные напитки, а продукты с использованием белковых компонентов, витаминов и минеральных веществ в ежедневном рационе практически отсутствуют.

Учитывая выявленный дефицит белков в питании студентов, актуальной явилась разработка обогащенных напитков с использованием полноценных растительных белков, в том числе полученных из зерна чечевицы.

Проведенные исследования химического состава чечевицы (зеленой, красной, коричневой) различных регионов произрастания показали, что более высокой пищевой и биологической ценностью обладает чечевица зеленая крупносемянных сортов, которая отличается лучшей способностью к проращиванию. Поэтому при разработке напитка повышенной биологической ценности была выбрана чечевица тарелочная урожая 2008 года, выращенная в Саратовской области, отличающаяся наиболее высоким содержанием белка (%)-32,4; витаминов (мг %): В₁-0,6, В₂-0,2, РР-2,2; минеральных веществ (мг %): Са-83, Mg-95, Р-298, по сравнению с другими пробами.

Реализация комплексной методики оценки пищевого статуса, образа жизни и состояния здоровья студентов выявила широкое распространение различных алиментарно-зависимых заболеваний у студентов - болезней желудочно-кишечного тракта (32%), офтальмологических (26%), сердечно-сосудистых заболеваний (3%), эндокринных (3%) и др., частота которых значительно возросла за последние годы. Кроме того, напряженный график учащихся ВУЗов, невозможность организовать режим дня и питания, приводят к стремлению студентов сэкономить время на приготовлении пищи. Именно поэтому в рационах все чаще используются пищевые концентраты обеденных и сладких блюд.

Как известно, одним из эффективных путей ликвидации отмеченных негативных явлений является использование в питании продуктов, отличающихся высокой концентрацией и усвояемостью питательных веществ при малом объеме и массе, с высокой степенью готовности к употреблению. К таким продуктам нами отнесены сухие композитные смеси в виде обогащенных пищевых концентратов киселей и напитков.

Кисели являются традиционным блюдом русской национальной кухни, широко используются в лечебном и диетическом питании. Традиционная рецептура смесей для приготовления киселей включает сахар-песок, крахмал, плодово-ягодные экстракты и другие вкусо-ароматические добавки. Продукт отличается высоким содержанием углеводов, особенно сахара и практически полным отсутствием таких важных биологически активных веществ, как белки, макро- и микронутриенты.

При создании нового ассортимента киселей повышенной пищевой ценности нами предложено использовать нетрадиционное сырье – льняную муку в качестве источника белка, а в качестве источника витамина С и каротиноидов – порошок шиповника.

Льняная мука является хорошим источником белка, содержание которого составляет не менее 30% (аминокислотный скор 83% по лизину). Из литературных источников известно, что липиды льняной муки в значительной части представлены незаменимыми жирными кислотами класса омега-3 и омега-6. Замена крахмала на льняную муку в рецептуре киселя позволит повысить его пищевую ценность за счет белка и ПНЖК.

В рецептурах сухих композитных смесей для напитков особую ценность представляет ягодное сырье, которое, с одной стороны, является источником природных биологически активных веществ (таблица 6), с другой - обеспечивает высокие потребительские качества готового напитка (вкус, цвет и аромат).

Таблица 6 – Витаминно-минеральный состав ягодных порошков (мг на 100 г)

Ягодные порошки	Пищевые вещества							
	Минеральные вещества			Витамины				
	Fe	K	Mg	бета-каротин	B ₁	B ₂	PP	C
Малина	7,3	1000	113,3	0,2	0,1	0,3	2,0	373,3
Ежевика	8,0	1700	240	8,0	Сл.	Сл.	Сл.	125,0
Черника	0,7	420	60	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	150,0
Брусника	2,0	520	50	0,4	Сл.	Сл.	1,4	107,0

Однако данные научно-технической литературы и наши исследования свидетельствуют, что использование только натуральных растительных компонентов не может обеспечить получения обогащенного продукта с регламентируемым содержанием микронутриентов в 1 порции.

В связи с этим в рецептурах нового ассортимента обогащенной пищевой продукции для студентов (зерновые палочки, батончики, напитки повышенной биологической ценности, сухие смеси для приготовления напитков) в качестве источников витаминов и минеральных веществ использованы готовые поливитаминные и витаминно-минеральные премиксы производства компании «DSM» (Голландия) – смеси определенного состава, обеспечивающие равномерное распределение компонентов по массе продукта и одновременное внесение микронутриентов в соотношениях, соответствующих как рецептуре продукта, так и обеспечивающих физиологические потребности студентов.

Таким образом, научно обоснован и осуществлен выбор четырех групп пищевой продукции для целей обогащения (зерновые экструдированные продукты, зерновые батончики, белковые напитки на основе зерна чечевицы, сухие смеси для киселей и напитков); осуществлен выбор растительного сырья (продукты переработки зерно-бобовых

культур – мука, хлопья; растительные масла; овощные, плодовые и ягодные порошки; льняная мука) и обогащающих добавок (поливитаминовые и витаминно-минеральные премиксы).

3.3 Разработка технологических решений при создании обогащенной пищевой продукции для питания студентов

Анализ научно-технической литературы свидетельствует об актуальности новых подходов к обработке растительного сырья и его использованию в пищевых производствах. К наиболее эффективным способам относится термопластическая экструзия зернового сырья, совмещающая термо-, гидро- и механическое воздействие на компоненты, что позволяет получать продукты повышенной пищевой ценности, с регламентируемыми показателями безопасности и потребительскими свойствами, повышенной усвояемостью пищевых веществ.

Технология производства безалкогольных напитков, в том числе обогащенных белками и биологически активными компонентами, не требует разработки специального оборудования и новых технологических приемов. Поэтому при создании новых видов напитков повышенной биологической ценности возможно использование серийно выпускаемого оборудования, что является экономически выгодным для предприятий.

Наиболее сложной задачей при разработке концентратов сухих напитков является создание вкусо-ароматического профиля продуктов, соответствующего потребительским предпочтениям студентов, а наиболее актуальным с технологической точки зрения - процесс сухого смешивания, который должен обеспечивать равномерное распределение минорных компонентов в основной массе продукта и гарантированное содержание микронутриентов в порции обогащенного продукта.

3.3.1 Разработка технологических решений при производстве обогащенных зерновых продуктов экструзионной технологии

При разработке новых видов продуктов экструзионной технологии исследования проводили в следующих направлениях: определяли рациональные параметры процесса экструзии при обогащении зерновых комбинированных продуктов растительными порошками; влияние вида растительных масел для обжаривания на жирно-кислотный состав (ЖКС) липидов готовых снеков; влияние способа внесения микронутриентов на сохранность витаминов в продукте.

При изучении влияния параметров экструзионной обработки (влажности экструдруемой смеси, температуры и продолжительности процесса) на качество экструдатов снеков при добавлении растительных порошков критерием оценки потребительских свойств и пищевой ценности экструдатов служили влажность экструдатов снеков, коэффициент расширения и содержание водорастворимых веществ.

Экструзию осуществляли на одношнековом экструдере марки АМЛ 1 (длина шнека 330 мм, диаметр шнека 30 мм, частота вращения 0,60 – 2,00 с⁻¹, ширина отверстий матрицы 1 мм, длина 15 мм, температура 80-90°C). Порошки добавляли в зависимости от рецептуры в количествах от 10 до 50%. Влажность экструдруемой смеси варьировала от 24 до 34 %, температура экструзии – от 70 до 110 °С, продолжительность обработки колебалась от 6 до 16 с.

На рисунке 6 представлены данные по влиянию параметров экструзии на изучаемые характеристики экструдатов снеков.

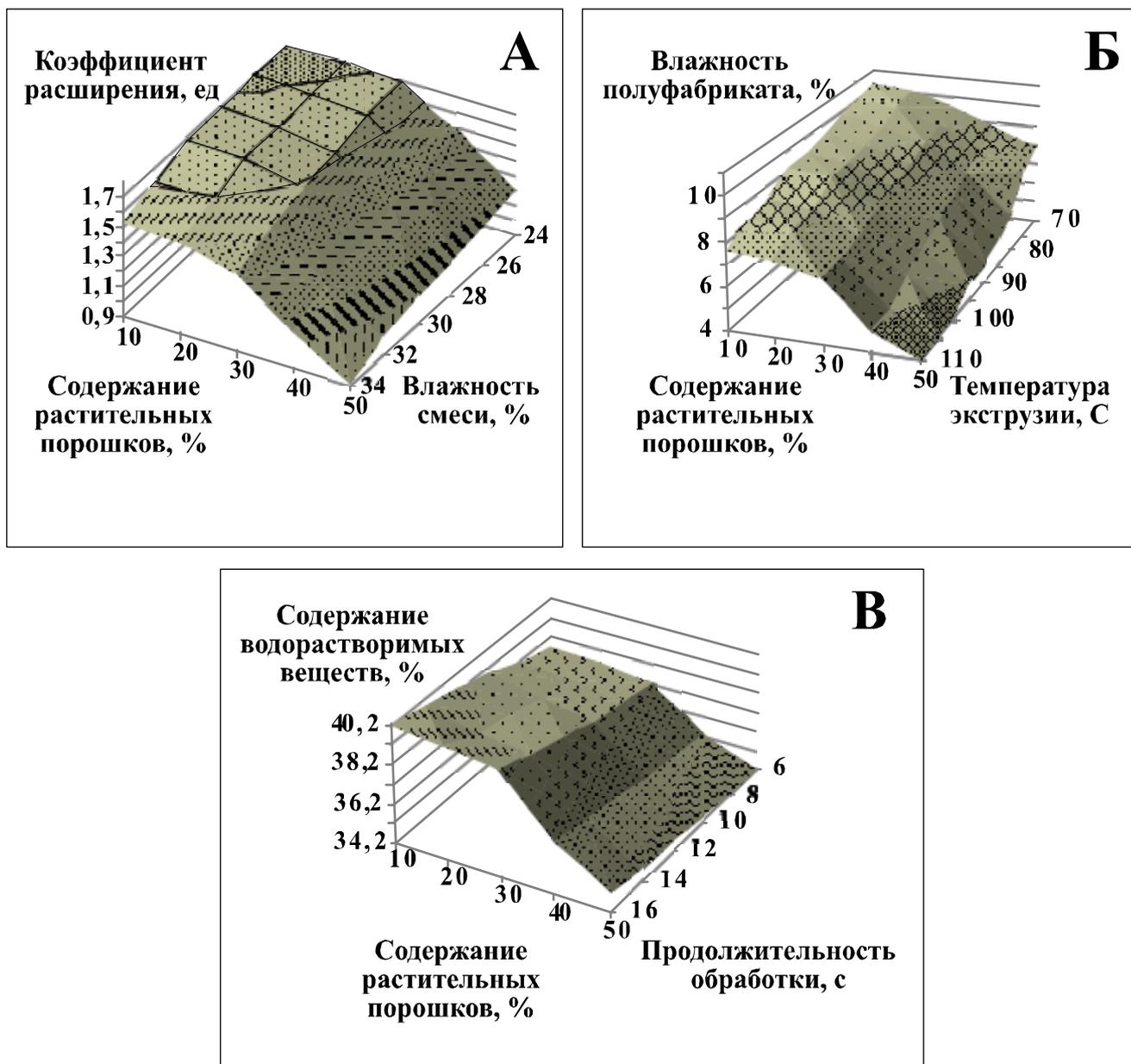


Рисунок 6 – Влияние параметров экструзии (А – влажности экструдированной смеси, Б – температуры, В – продолжительности) на критерии оценки качества полуфабриката и готового продукта

Установлено, что для получения экструдатов с требуемой влажностью (8-10%), коэффициентом расширения (1,6-1,7) и содержанием водорастворимых веществ (38-40%) смесь перед экструзией необходимо увлажнять до 28-30%; рациональной температурой при этом является 90-95°C, продолжительность процесса 10-12 с.

При определении оптимального количества растительных порошков в рецептуре снеков изучено влияние их дозировок на геометрические (коэффициент расширения), органолептические и структурно-механические (формовочные свойства) характеристики экструдатов (таблица 7).

Таблица 7 – Влияние дозировок растительных порошков на показатели качества экструдатов снеков

Содержание порошка в рецептуре, %	Формовочные свойства	Коэффициент расширения, ед
10	Масса не рвется при формовании, не требует повторного экструдирования, ленты полуфабриката слегка слипаются	1,7
20		1,6
30	Масса не рвется при формовании, но требует повторного экструдирования, ленты полуфабриката слегка слипаются	1,3
40	Ленты полуфабриката слипаются, рвутся при формовании, требуется повторное экструдирование	0,9
50		0,5

Показано, что наибольший улучшающий качество экструдатов эффект получен при использовании растительных порошков в рецептуре в количестве 20% к массе смеси. При этом формование смеси протекало без нарушения технологического процесса (склеивания лент, повторного экструдирования); коэффициент расширения экструдатов был максимальным и составил 1,6-1,7; полуфабрикаты имели глянцевую поверхность, прочную структуру, вкус соответствующий вносимой добавке.

Одним из технологических приемов доведения полуфабриката снеков до готовности является обжарка во фритюре, поэтому следующим этапом явилось изучение влияния вида масел для обжаривания на ЖКС липидов зерновых снеков.

При проведении исследований использовали подсолнечное, рапсовое, соевое, кокосовое, пальмовое масла и их купажируемые смеси.

Анализ жирно-кислотного состава подсолнечного, соевого и рапсового масел показал, что они богаты линолевой и линоленовой ЖК, которые могут ускорять процесс окисления жирового компонента продукта, а пальмовое и кокосовое масла, наоборот, содержат меньшее их количество. Поэтому для определения сроков годности готового продукта обжаривание полуфабрикатов снеков проводили не только в чистых маслах, но и в их купажируемых смесях.

Экспандирование (вспучивание или обжаривание) сухого полуфабриката осуществляли погружением его на 10-15 с в растительное масло или в купажируемую смесь с температурой $(185 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, выдерживали на сетчатом конвейере не менее 5 мин для удаления избытка масла и охлаждения.

Органолептические показатели снеков после обжаривания соответствовали установленным характеристикам.

Анализ ЖКС липидов снеков, обжаренных в различных видах масел показал, что при экспандировании снеков в подсолнечном, соевом и рапсовом маслах количество ПНЖК в них было существенно выше содержания насыщенных жирных кислот (НЖК), в отличие от проб, обжаренных в купажируемых смесях (таблица 8).

Соотношение линолевой и линоленовой ПНЖК было наиболее оптимальным в продукте, экспандированном в соевом (7:1) и рапсовом (8:1) маслах, в отличие от образцов продукта, который обжаривали в купажируемых смесях.

Результаты исследований показали, что наиболее целесообразным для обжаривания снеков является использование соевого или рапсового масел. При этом соотношение ПНЖК омега-6/омега-3 составило 8:1 или 7:1, что является удовлетворительным для сбалансированного поступления в рацион этих эссенциальных жирных кислот.

Таблица 8 - ЖКС липидов зерновых снеков

Жирные кислоты	Обжаренные в маслах:				
	подсол- нечном	соевом	рапсовом	купаж (пальмовом+ подсолнечном)	купаж (пальмовом+ кокосовом)
Насыщенные	15,55	21,17	16,66	25,22	44,21
Ненасыщенные	84,45	78,83	83,34	74,78	55,79
Линолевая	60,87	46,21	40,03	47,67	22,75
γ -линоленовая	0,02	0,52	0,35	0,08	0,19
α -линоленовая	1,43	6,51	4,77	0,10	1,17

Одним из научных принципов обогащения пищевой продукции является выбор способа внесения в продукт микронутриентов, обеспечивающего максимальную сохранность лабильных компонентов в продукте как в технологическом процессе производства, так и при хранении. В соответствии с этим изучали влияние способа введения поливитаминного премикса в экструдированный продукт (рисово-гречневые палочки) на сохранность витаминов. Поливитаминный премикс Н 33053 (А, D₃, Е, В₁, В₂, В₆, В₁₂, РР, фолиевая кислота, С) вносили двумя способами - в рецептурную смесь до экструзии (в количестве 0,28 г на 100 г продукта) и нанесением премикса в составе смеси с сахарной пудрой на поверхность продукта (в количестве 0,14 г на 100 г продукта) в процессе дражирования.

Экструзию осуществляли на двухшнековом экструдере «APV Backer», производительностью 50 кг/ч, температура в экструдере достигала 170±2°C, диаметр отверстий матрицы – 2 мм.

Экструдированный продукт, приготовленный по первому способу, нарезали на палочки длиной 3–5 см и охлаждали при температуре 20–22 °С в течение 30 мин до влажности 5–8%, после чего упаковывали в пакеты из двухслойного металлизированного упаковочного материала.

По второму способу продукт после нанесения витаминного премикса в процессе дражирования немедленно упаковывали.

Установлено, что сохранность витаминов при добавлении премикса перед экструзией составила 35%, в процессе дражирования - 80%. Поэтому в дальнейших исследованиях был принят второй способ обогащения продукта витаминами.

Таким образом, по результатам исследования установлено следующее.

Для получения полуфабрикатов зерновых снеков и готового продукта с требуемыми характеристиками необходимо увлажнять зерновую смесь до 28 - 30%, процесс экструзии проводить при температуре 90 - 95 °С и продолжительности процесса 10-12 с. Оптимальным количеством добавляемых в рецептуру снеков растительных порошков является 20 %.

Для обжаривания полуфабрикатов снеков целесообразно использовать соевое или рапсовое масла, при этом соотношение ПНЖК омега-6/омега-3 в продукте может составить от 7-8:1.

Определен высокий уровень сохранности витаминов в готовом продукте (до 80%) при внесении микронутриентов на конечной стадии процесса – при дражировании, по сравнению с добавлением поливитаминного премикса перед экструзией (35% по отношению к внесенному количеству).

По данной разработке получен патент РФ № 2244494 «Способ приготовления функционального продукта питания на зерновой основе». Разработанная технология апробирована на ФГУП «Бирюлевский Экспериментальный Завод» Россельхозакадемии (г. Видное, Московская область) и ГНУ ВНИИ пищевой биотехнологии Россельхозакадемии (г. Москва).

3.3.2 Разработка технологических решений при производстве обогащенных зерновых батончиков

При создании новых видов зерновых батончиков исследования проводили в следующих направлениях: разрабатывали рецептуру продукта и определяли концентрацию сиропа-связки; подбирали оптимальное соотношение между сухими компонентами и сиропом-связкой; изучали сохранность витаминов при обогащении батончика витаминами.

На основании анализа полученных данных по содержанию ПВ в зерновых хлопьях в качестве основного сырья выбраны гречневые, овсяные и хлопья из пророщенной пшеницы (см. раздел 3.2).

Выбор сиропа-связки является важной составляющей, так как от него зависит качество готового продукта. Именно применение сиропа требуемой консистенции позволяет «склеивать» сухие рецептурные компоненты, дает возможность готовить массу пластичную, легко формируемую, в то же время не жесткую и не липкую. Кроме того, сироп не должен впитывать в себя посторонние запахи и кристаллизоваться в процессе получения и хранения продукта.

В качестве сиропа-связки использовали сахаро-инвертный сироп, так как он не кристаллизуется в процессе приготовления и хранения, чего нельзя сказать об обычном сахарном сиропе. Определение необходимой концентрации сиропа-связки осуществляли путем отбора проб в процессе варки сиропа, охлаждения его до комнатной температуры и определения содержания сухих веществ. Наиболее оптимальная консистенция была получена для образцов сиропа с концентрацией сахара 75-80%.

При производстве батончиков важно соблюдать определенные пропорции между сухой смесью и сиропом-связкой, так как при недостаточном количестве сиропа сухие компоненты будут плохо связываться между собой, в результате чего готовый продукт не будет формироваться, а при избыточном содержании сиропа масса будет вязкой и рыхлой, трудно поддающейся формованию.

В связи с изложенным, с использованием метода сенсорной оценки, был осуществлен подбор оптимального соотношения между сухими компонентами рецептуры и сиропом-связкой, которое составило (в %) 80:20 (рисунок 7).

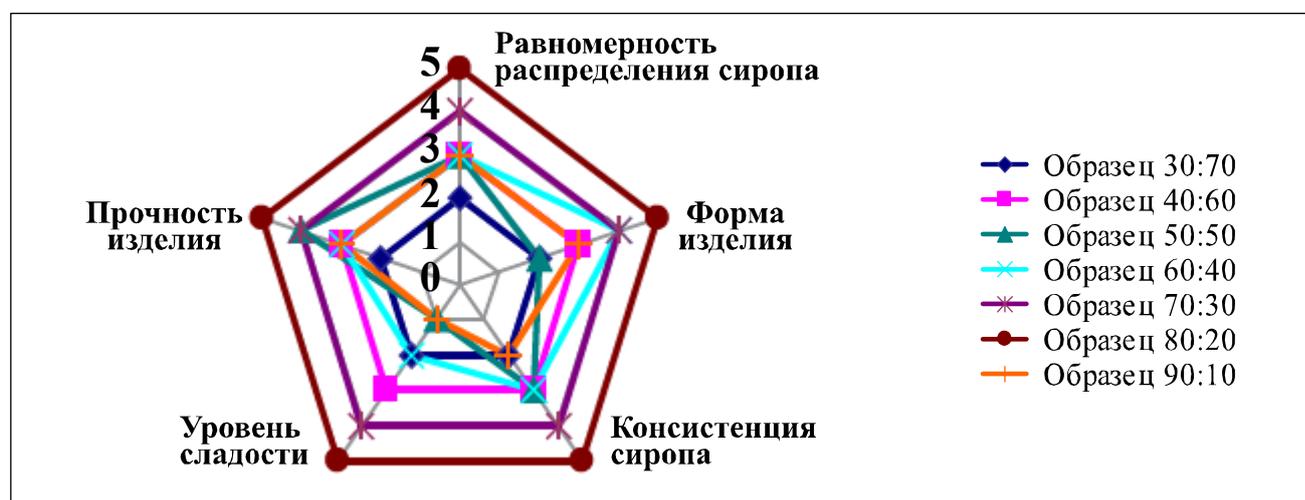


Рисунок 7 – Профили зернового батончика с различным соотношением сухих компонентов и сиропа-связки

При таком соотношении было достигнуто равномерное распределение сиропа по зерновой массе, полученная смесь хорошо держала форму батончика.

Анализ витаминного состава обычного зернового батончика показал, что по ряду витаминов (B_1 , B_2 , B_6 , PP, E, фолиевой кислоты) изделие не соответствует критериям обогащенного продукта; величины рекомендуемой суточной нормы потребления (РСНП) пищевых веществ для возрастной категории 18-29 лет с I и II группой физической активности составили всего 5-12%. В

соответствии с задачами исследования изучали содержание витаминов в обогащенном батончике при внесении в рецептуру поливитаминного премикса Н 33053 в количестве 1 г на 100 г продукта и определяли величину РСНП.

Данные, представленные на рисунке 8, показывают, что при внесении поливитаминного премикса в продукт рекомендуемая потребность в витаминах удовлетворяется на 22 - 44%, т.е. продукт относится к группе обогащенной пищевой продукции.

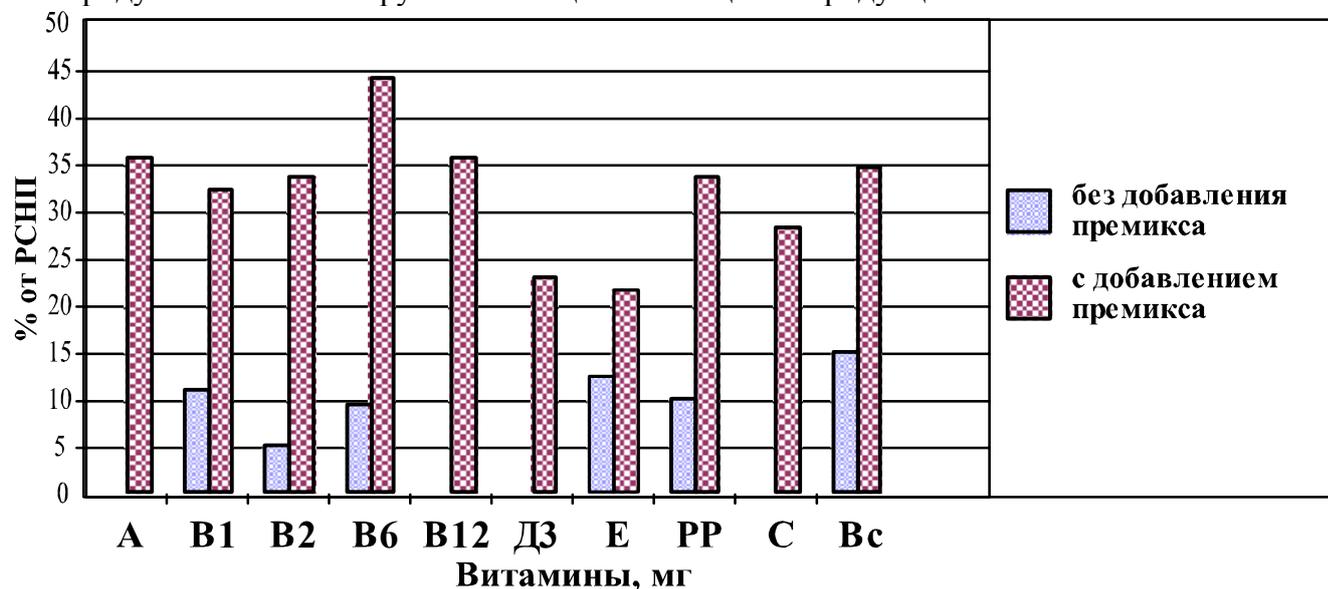


Рисунок 8 – Удовлетворение суточной потребности в витаминах при включении в рацион студентов зернового батончика

Учитывая, что технология зерновых батончиков допускает контакт сырьевых компонентов с нержавеющей сталью и воздухом, в процессе производства изучали сохранность наиболее лабильных витаминов А, С, В₁, В₂, фолиевой кислоты, которая составила (%) 99, 80, 92, 93 и 91 соответственно.

Проведенные исследования показали, что в качестве сиропа-связки предпочтительно использовать сахаро-инвертный сироп с концентрацией 75-80%. С использованием сенсорного профильно-рангового метода определено оптимальное соотношение сухих компонентов и сиропа-связки, которое составило (%) 80:20. Установлена дозировка поливитаминного премикса, обеспечивающая 22-44% РСНП витаминов при употреблении 1 порции продукта. Сохранность витаминов в технологическом процессе производства батончиков составила 80-99%.

Новизна проведенных исследований подтверждена патентом РФ № 2468606 «Зерновой батончик, содержащий аминокислотный витаминно-минеральный комплекс и способ его производства». Разработанная технология прошла опытно-промышленную апробацию на ООО «Алина фарма» (Московская область, Чеховский район, пос. Любучаны).

3.3.3 Разработка технологических решений при производстве напитков повышенной биологической ценности

Производство напитков повышенной биологической ценности складывается из этапов, представленных на структурной схеме исследования (рисунок 1): солодоращение (замачивание и проращивание) чечевицы, приготовление чечевичного сула (экстрагирование белковых веществ); приготовление напитков и их обогащение, пастеризация.

На этапах солодоращения чечевицы и приготовления чечевичного сула изучали влияние режимов технологического процесса - температуры, продолжительности, рН среды, гидромодуля на коэффициент набухания чечевицы, ее пищевую и биологическую ценность; выход белка в основу для напитков.

Данные, представленные на рисунке 9 свидетельствуют, что наиболее интенсивно процесс набухания проходил при температуре 30-40°C, особенно в первые два часа замачивания. По мере насыщения водой через 6 ч была достигнута максимальная величина коэффициента набухания, и начинался процесс проращивания чечевицы. При этом массовая доля влаги чечевицы достигала значения 38,6 %.

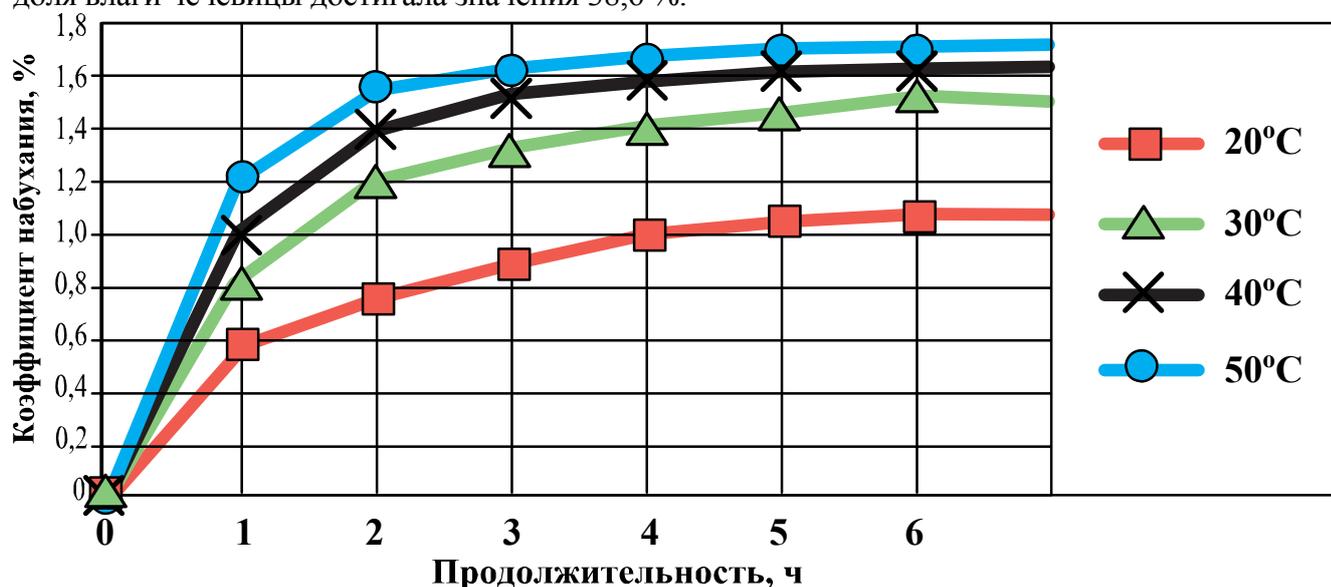


Рисунок 9 - Влияние продолжительности замачивания при различных температурах на коэффициент набухания зерна чечевицы

Солодоращение зерна чечевицы проводили в слабощелочной среде раствора бикарбоната натрия при рН 8,2-8,4 и гидромодуле 1:2-1:3. При выбранном значении рН происходит снижение активности ингибитора трипсина и идет частичный гидролиз олигосахаридов. При других значениях рН значительного снижения количества ингибитора трипсина не происходит; кроме того количество олигосахаридов возрастает на 0,3-0,5%.

Выбор рациональной температуры ($35 \pm 2^\circ\text{C}$) обусловлен тем, что при более низкой температуре водопоглощение происходило менее интенсивно, а при температуре выше 40°C , наоборот, процесс становился экономически нецелесообразным, поскольку водопоглотительная способность менялась незначительно. Кроме того, при более низкой температуре ферментативный гидролиз не обеспечивает полного разрушения нежелательных олигосахаридов и пектинов. При температуре выше выбранной нежелательный процесс брожения простых углеводов опережает процесс гидролиза пектинов и олигосахаридов.

При изучении влияния режимов солодоращения на пищевую и биологическую ценность зерна чечевицы в качестве критериев оценки были выбраны показатели содержания незаменимых, заменимых аминокислот и ряда витаминов.

Данные, представленные в таблице 9, свидетельствуют, что количество аминокислот в первые 16 ч солодоращения увеличивалось, а затем изменялось незначительно.

Таблица 9 – Изменение содержания незаменимых и заменимых аминокислот в чечевице в процессе солодоращения (г на 100 г)

Аминокислоты	Продолжительность солодоращения, ч			
	0 (контроль)	12	16	20
Незаменимые	9,34 ± 0,06	9,93 ± 0,09	11,14 ± 0,04	11,03 ± 0,05
Заменимые	15,43 ± 0,02	15,91 ± 0,08	16,35 ± 0,07	16,23 ± 0,01

В процессе солодоращения чечевицы в течение 20 ч отмечалось увеличение содержания витамина С – с 0,3 до 6,4 мг/100г, а количество витаминов группы В после 10 ч проращивания чечевицы оставалось постоянным (рисунок 10).

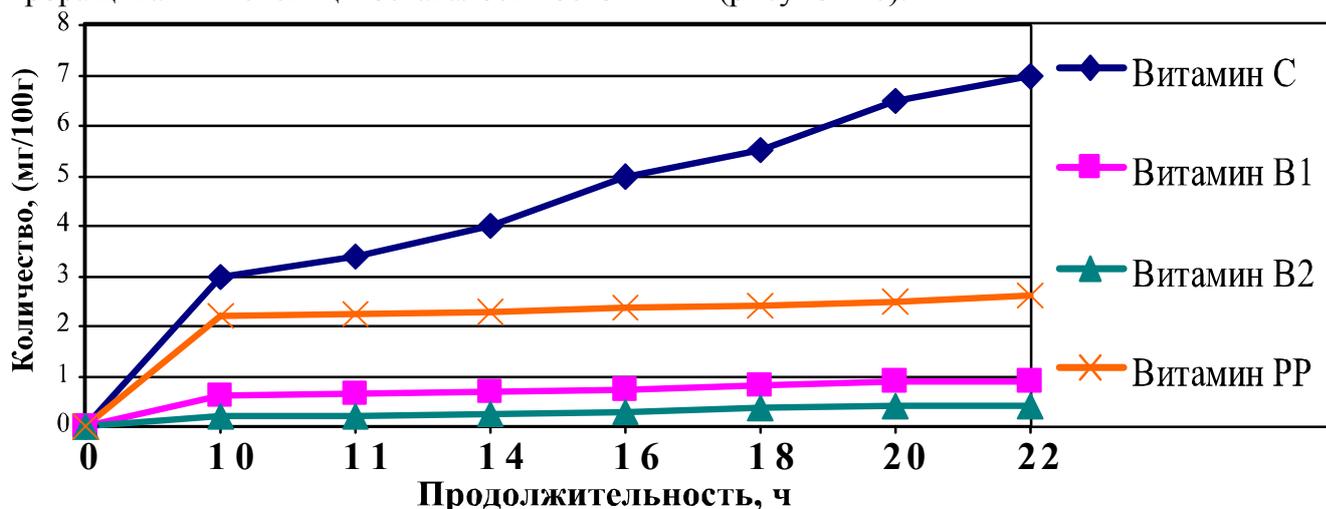


Рисунок 10 – Влияние продолжительности проращивания на содержание витаминов

В технологии получения белковой основы для напитков большое значение имеют параметры процесса выделения белков, обеспечивающие максимальные выход и сохранность их биологической ценности.

Установлено, что процесс измельчения и экстракции белков необходимо проводить при рН 7,0-8,0, температуре 35-40°С. Более высокая температура нежелательна, так как ведет к денатурации белков, а уменьшение рН исходной среды до 6,0-6,5 - к недостаточной экстракции белка семян чечевицы (рисунок 11).

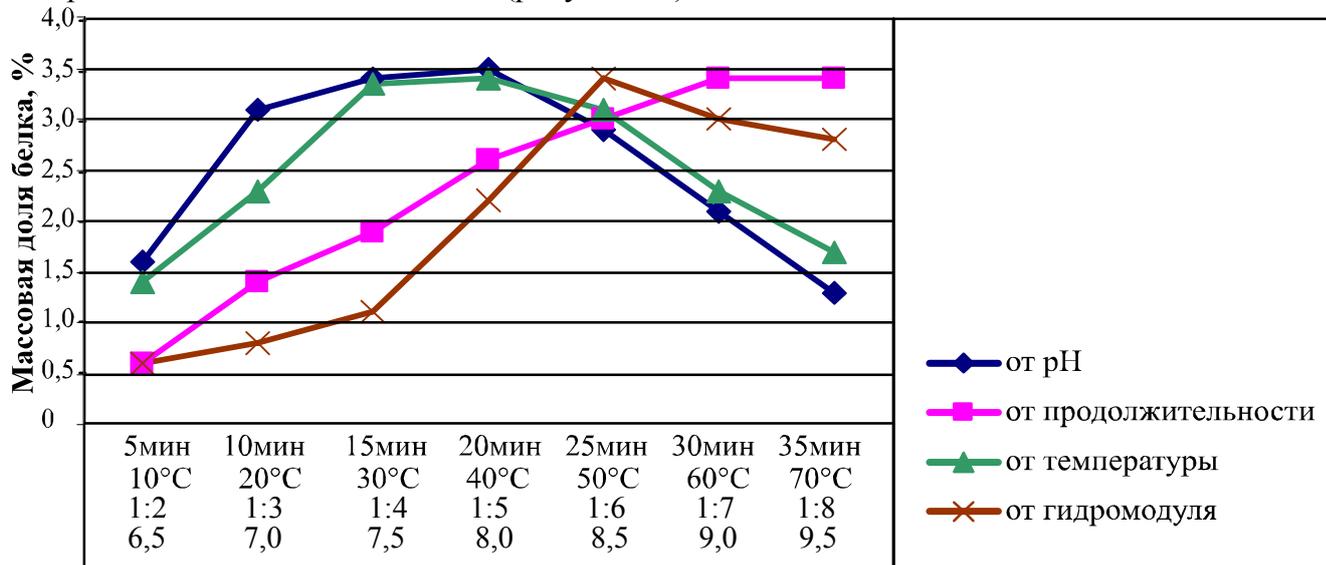


Рисунок 11- Влияние параметров процесса на выход белка

Максимальный выход белка из чечевицы получен при величине гидромодуля 1:6; при более высоком значении происходило снижение концентрации белков и увеличивался расход воды, а при более низком – наблюдалось снижение эффективности экстракции. Оптимальная продолжительность выдержки смеси составила 30 мин. При уменьшении продолжительности экстрагирования наблюдалось снижение выхода белка, а при увеличении - технологический процесс необоснованно затягивался и становился экономически невыгодным.

При изучении аминокислотного состава белковой основы выявлено наличие в ней всех незаменимых аминокислот (таблица 10).

Таблица 10 - Аминокислотный состав белковой основы

Аминокислота	Содержание, мг/100 см ³	РСНП аминокислоты мг/100 г	% от РСНП
Валин	210±0,2	2500	8,4
Лейцин	298±0,2	4600	6,5
Изолейцин	153±0,1	2000	7,6
Фенилаланин+тирозин	187±0,1	4400	4,3
Метионин+цистеин	92±0,1	1800	5,1
Треонин	224±0,4	2400	9,3
Лизин	291±0,2	4100	7,1

Полученная белковая основа была использована при разработке нового вида белкового напитка.

Для повышения пищевой ценности и обогащения продукта сывороточными белками и эссенциальными микронутриентами к белковой основе добавляли сухую молочную сыворотку в соотношении 10:1; пищевые волокна инулин (1,0%) и пектин (0,6%); витаминный и витаминно-минеральный премикс – в количествах, обеспечивающих 15-50% РСНП в этих веществах. Для придания продукту определенного вкуса, запаха и цвета добавляли предварительно измельченные натуральные ингредиенты: курагу, какао-порошок, томат-пасту.

Готовый продукт – напиток на основе зерна чечевицы – представляет собой густую, не расслаивающуюся со временем консистенцию, приятного персикового, кремового или шоколадного цвета, без характерного яркого бобового привкуса и запаха.

Технологический процесс производства напитков предусматривает также стадию пастеризации для обеспечения микробиологической безопасности готового продукта. Однако термообработка может оказать негативное влияние на содержание термолабильных витаминов. Кроме того, возможны потери витаминов и в процессе хранения продукта.

В целях определения технологических потерь витаминов в процессе пастеризации изучено влияние температуры и продолжительности пастеризации на показатели качества и содержание витаминов С, В₁, В₂ и РР в готовом напитке (рисунок 12).

Данные, представленные на рисунке, свидетельствуют, что повышение температуры пастеризации до 100 °С в течение 10 мин оказывает негативное влияние на сохранность витаминов С и В₁, как наиболее термолабильных соединений, стабильность которых в слабощелочной среде снижается.

Для обеспечения микробиологической безопасности готового напитка, а также предотвращения денатурации белка, была выбрана температура пастеризации 80°С, при которой потери витаминов С и В₁ снижались на 11 и 15 %, соответственно.

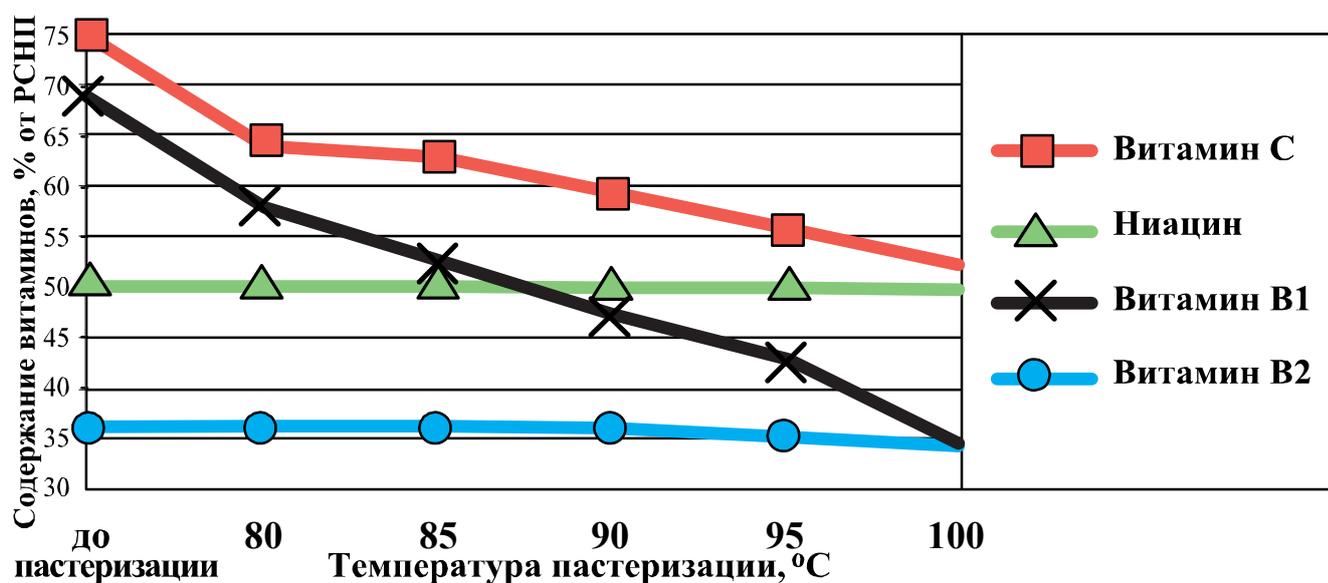


Рисунок 12 - Влияние температуры пастеризации на содержание витаминов в напитке

Таким образом, в результате проведенных исследований определены рациональные режимы солодоращения чечевицы: продолжительность процесса – 16 ч, температура (35 ± 2)°С, рН=8,2-8,4, гидромодуль 1:2-1:3.

Установлено, что в процессе солодоращения в чечевице увеличивалось содержание незаменимых аминокислот и витамина С.

Определены рациональные режимы получения чечевичного сула, обеспечившие максимальный выход белка в основу для напитка: продолжительность процесса – 30 мин, температура (35-40)°С, рН=7,0-8,0, гидромодуль 1:6.

Выявлено, что при температуре пастеризации 100 °С сохранность витаминов С и В₁ была невысокой и составила 35-50% от исходного содержания. Для повышения сохранности витаминов, обеспечения микробиологической безопасности готового напитка, а также предотвращения денатурации белка, была выбрана температура пастеризации 80°С.

По данной разработке получен патент РФ № 2456809 «Способ получения напитка на основе белкового молока». Разработанная технология апробирована на ОАО «Коломнамолпром» (Московская область, г. Коломна).

3.3.4 Разработка технологических решений по получению пищевых концентратов – сухих смесей для киселей и напитков

При создании новых видов сухих смесей киселей и напитков исследования проводили в следующих направлениях: математическое моделирование процесса смешивания сухих компонентов – киселей и напитков; изучение возможности использования льняной муки взамен крахмала в рецептурах киселей и определение рациональных параметров ее термической обработки; конструирование вкусоароматического профиля и определение витаминной ценности напитков.

В производстве пищевых концентратов наиболее сложным является процесс сухого смешивания компонентов, который должен обеспечивать равномерное распределение минорных компонентов в основной массе продукта. Однородность состава конечного продукта достигается за счет последовательного «разбавления» смеси в нескольких аппаратах или путем многоступенчатого смешивания. Выбранная технология позволяет получать продукты длительного хранения, высокого качества с гарантированным содержанием биологически активных веществ в одной порции.

При этом, на качество смешивания могут оказывать влияние параметры настройки смесителя (частота вращения, коэффициент загрузки смесителя, продолжительность

смешивания) и физико-химические свойства смешиваемых компонентов (насыпная масса, массовая доля влаги и др.).

Нами предложена обобщенная параметрическая модель смешивания (рисунок 13). Критерием оценки качества смешивания служил коэффициент неоднородности, который определяли по формуле:

$$V_c = \frac{100}{C_{\text{ср}}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - C_{\text{ср}})^2}{n-1}}, \text{ \%}, \text{ где}$$

$C_{\text{ср}}$ – среднее арифметическое концентрации ключевого компонента во всех n пробах смеси, %; C_i – концентрация ключевого компонента в i -той пробе, %; n – количество проб.

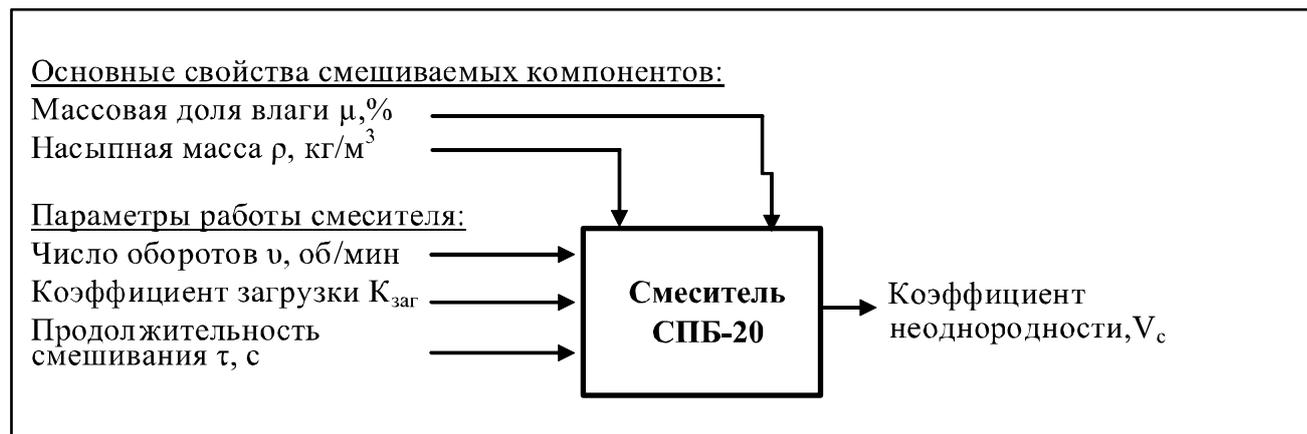


Рисунок 13 - Обобщенная параметрическая модель процесса смешивания

В качестве объекта исследований была выбрана модельная 2-х компонентная смесь, состоящая из растительных порошков и поливитаминного премикса, содержащего в качестве контролируемого компонента аскорбиновую кислоту. В полученных образцах определяли коэффициент неоднородности при различных временных интервалах процесса смешивания. По данным находили рациональную длительность процесса, исходя из принципа принятия минимально допустимого времени, в течение которого обеспечивается получение минимального значения коэффициента неоднородности.

Результаты исследований по влиянию числа оборотов барабана смесителя (ν) и продолжительности смешивания (τ) на коэффициент неоднородности смеси (V_c) при коэффициенте загрузки $K_{\text{заг}}=0,5$ (рисунок 14 А) показали, что минимальное значение коэффициента неоднородности смеси достигается при числе оборотов 50 об/мин и продолжительности работы смесителя 10 мин.

Анализ влияния коэффициента загрузки на качество и динамику смешивания (рисунок 14 Б) свидетельствует, что $K_{\text{заг}}$ является достаточно значимым параметром, оказывающим влияние на эффективность смешивания. При этом минимальные значения коэффициента неоднородности при работе смесителя наблюдались при $K_{\text{заг}}=0,6$.

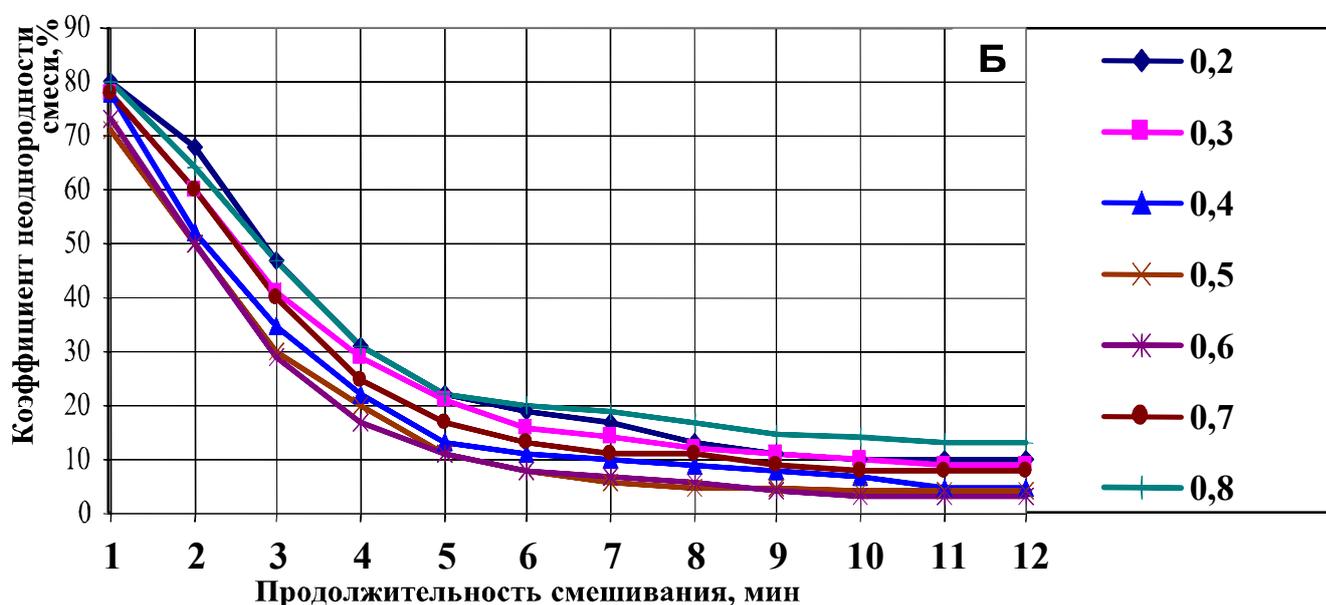
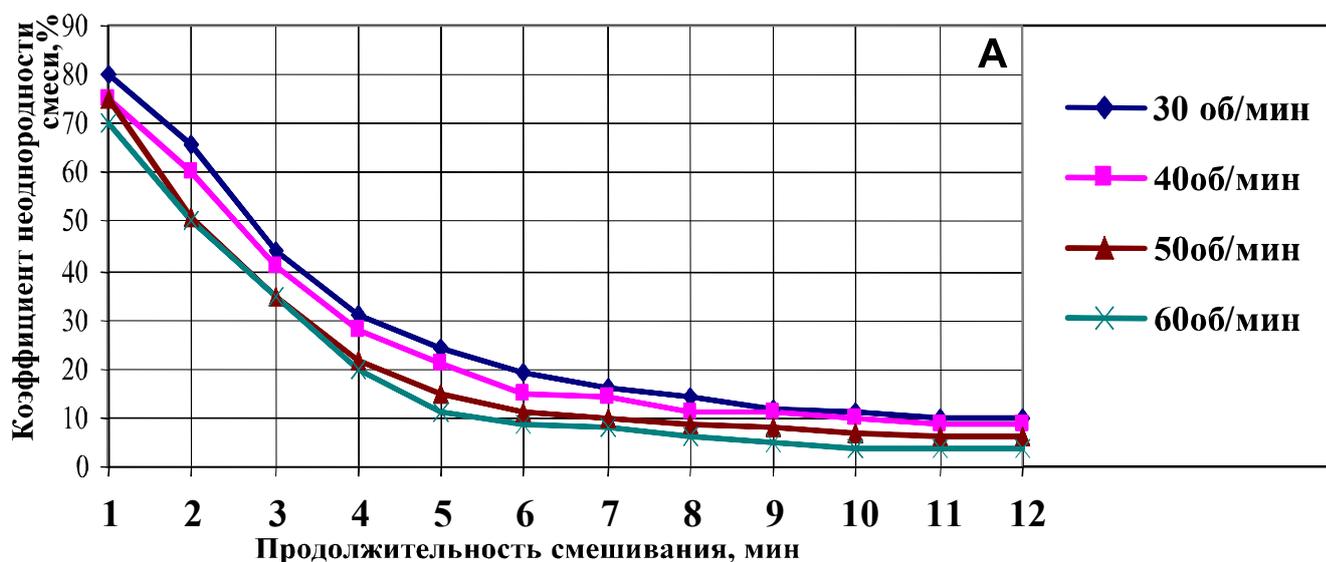


Рисунок 14 (А - Зависимость коэффициента неоднородности смеси (V_c) от продолжительности (τ) и числа оборотов (v) при коэффициенте загрузки рабочей камеры 0,5; Б - Влияние коэффициента загрузки ($K_{заг}$) рабочей камеры смесителя на коэффициент неоднородности смеси при частоте вращения 50 об/мин)

Кисели. Одним из перспективных направлений в производстве концентратов киселей является введение в их состав нетрадиционных источников белкового сырья (льняной муки), которые могут служить не только достойной альтернативой использованию картофельного крахмала, но и эффективным средством повышения пищевой ценности готового продукта.

Замена крахмала на льняную муку в рецептуре киселя может увеличить его пищевую ценность, но присутствие липидов может ухудшить органолептические показатели, показатели безопасности и существенно сократить срок годности продукта. Поэтому льняную муку необходимо предварительно подвергать термической обработке с целью уменьшения влажности и сохранения гигиенических показателей готового продукта. Термическая обработка льняной муки также необходима для инактивации липолитических ферментов.

В соответствии с задачами исследований были проведены модельные опыты по возможности использования льняной муки взамен крахмала в рецептуре киселя. С этой целью этот компонент подвергали предварительной термической обработке конвективным способом

при температурах от 50 °С до 170 °С с интервалом варьирования 20 °С в течение 10 - 30 мин с шагом 5 мин. Критерием оценки служила кинематическая вязкость клейстера, полученная из образцов обработанной льняной муки (рисунок 15).

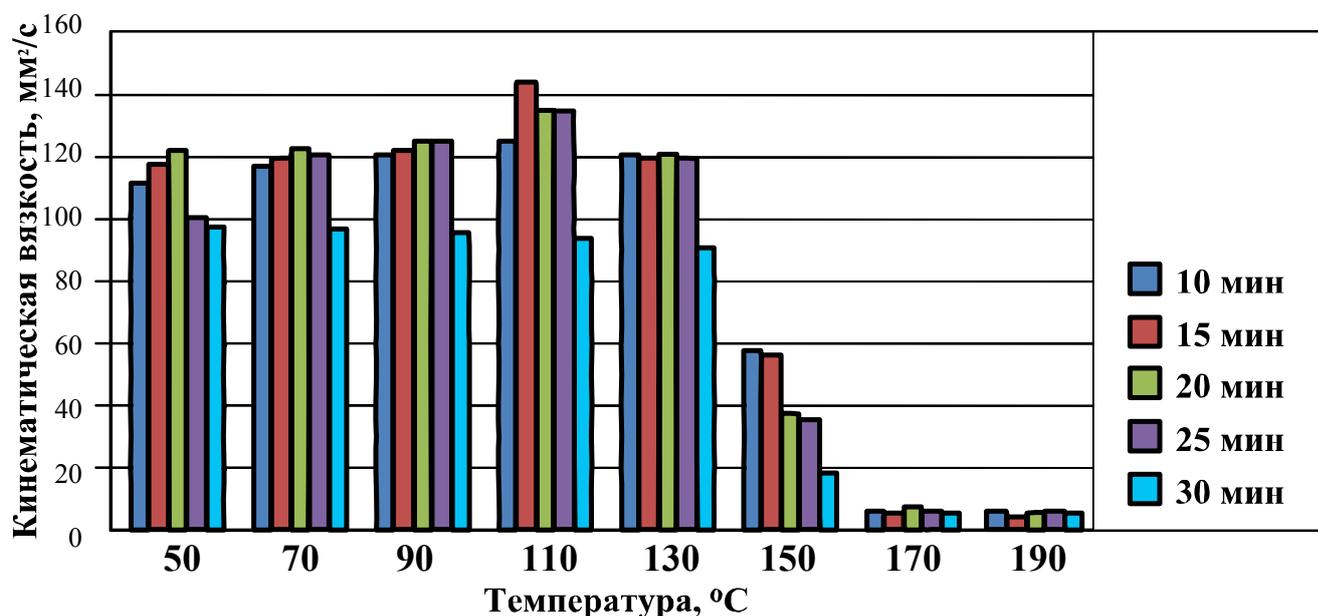


Рисунок 15 - Влияние режимов термической обработки на кинематическую вязкость клейстера льняной муки

Максимальные значения вязкости клейстера были получены для проб льняной муки при обработке в течение 15 мин при всех температурных режимах. В наибольшей степени кинематическая вязкость увеличивалась при температуре 110 °С (145,2 мм²/с). Дальнейшее повышение температуры приводило к резкому снижению этого показателя, вследствие изменений, происходящих в структуре крахмала и белка льняной муки.

Известно, что кинематическая вязкость клейстера зависит от содержания декстринов. Проведенные нами исследования показали, что термическая обработка льняной муки при температуре до 110 °С приводила к увеличению массовой доли декстринов по сравнению с контролем (рисунок 16).

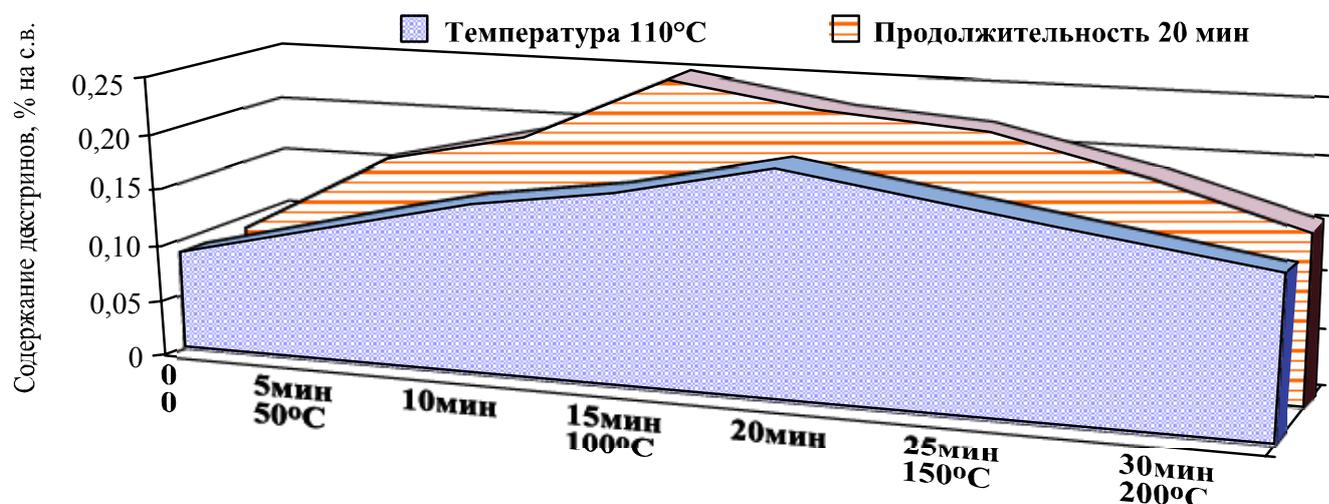


Рисунок 16 – Влияние режимов термической обработки на содержание декстринов в льняной муке

Так, при обжаривании муки в течение 20 мин при 110 °С содержание декстринов составило 0,2%, по сравнению с начальным значением 0,094%. Дальнейшее увеличение температуры интенсифицировало гидролиз крахмала до образования сахаров, что сопровождалось снижением как кинематической вязкости клейстера, так и содержания декстринов.

Наиболее оптимальные характеристики органолептических показателей имели пробы льняной муки, обработанной при температуре 100 °С в течение 15-20 мин. Термообработка при температуре выше 130 °С более 20 мин приводила к ухудшению запаха клейстера; а температура выше 160 °С способствовала пригоранию продукта.

Для подтверждения необходимости термической обработки льняной муки с целью возможности ее использования в рецептурах киселей, которые относятся к продуктам длительного хранения, изучали влияние срока хранения необработанной («сырой») и термически обработанной льняной муки на ее качество и показатели безопасности. Критерием безопасности служила величина титруемой кислотности муки.

Муку хранили в пакетах из полимерных материалов при температуре не выше 25 °С и относительной влажности воздуха не более 70% в течение 7 мес.

Установлено, что в процессе хранения обработанной льняной муки кислотность практически не изменялась и составила 5 град, тогда как кислотность необработанной муки увеличилась на 2 град.

Обобщение результатов исследований послужило основанием для создания продукта - концентрата киселя на основе льняной муки, который позволил обеспечить: высокую пищевую ценность по сравнению с аналогом; соответствие продукта гигиеническим требованиям; требуемые органолептические показатели и технологические характеристики; стабильность состава и потребительских свойств в процессе хранения; ценовую доступность для потребителей (таблица 11).

Таблица 11 – Рецептурный состав концентрата киселя на основе льняной муки на 100 г продукта и на 1 порцию

Компоненты	Масса, г на 100 г сухого продукта	Масса, г на 20 г сухого продукта
Мука льняная	24,8	4,96
Аскорбиновая кислота	0,05	0,01
Порошок шиповника	38,1	7,62
Гуммиарабик	7,76	1,55
Лимонная кислота	0,59	0,12
Фруктоза	28,7	5,74

Напитки традиционно любимы студенческой молодежью и пользуются большой популярностью, поэтому разработка этой группы продуктов, обогащенной биологически активными веществами, в частности витаминами и лютеином, весьма актуальна.

Наиболее сложной задачей в процессе разработки концентратов сухих напитков явилось конструирование вкусо-ароматического профиля продуктов, соответствующего потребительским предпочтениям студентов.

При создании вкусо-ароматического профиля напитков изучали возможность использования в их рецептурах порошков из сублимированных ягод (черники, малины, ежевики, брусники), обеспечивающих высокие сенсорные показатели готового продукта (вкуса, цвета, аромата).

Предварительно проведенный анализ органолептических показателей ягодных порошков (рисунок 17) позволил осуществить конструирование вкусо-ароматического профиля 3 вариантов основы: «Ягодный микс», «Лесные ягоды» и «Малина+ежевика». В качестве

подслащивающего вещества в рецептурах напитков использовали «Экстра сахар с экстрактом стевии КЛАССИК», который в 3 раза слаще обычного сахара. Это позволило снизить калорийность напитков, усилить его вкус и аромат.

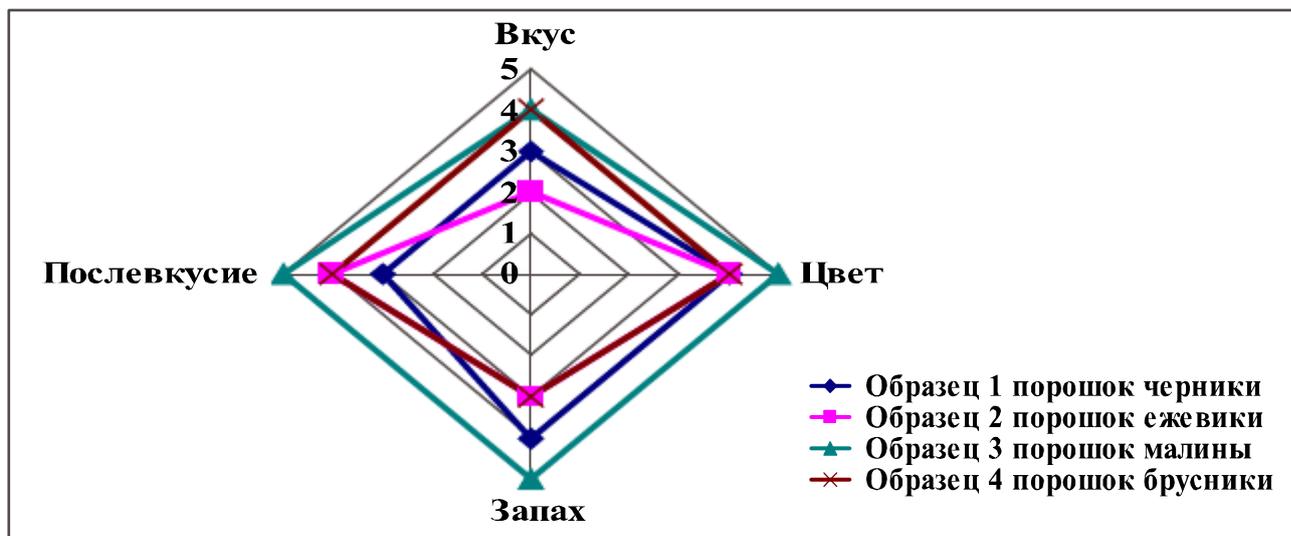


Рисунок 17- Создание вкусо-ароматических профилей ягодных порошков

Для создания приятного, кисловатого вкуса соотношение ягодных порошков в составе концентратов сухих напитков было подобрано таким образом, чтобы наиболее кислые ягодные порошки (брусничный) не придавали напитку кислый вкус. Например, черничный порошок дополнялся брусничным или другими ягодными порошками, так как он имел слабо выраженный вкус. А порошки малины и ежевики, как наиболее сладкие, хорошо сочетались друг с другом.

Несмотря на то, что ягодные порошки считаются хорошим источником биологически активных веществ, их количество, содержащееся в порции продукта не может обеспечить получение обогащенного продукта с регламентируемым содержанием микронутриентов (таблица 12).

Таблица 12 – Витаминно-минеральный состав сухой смеси для напитка «Ягодный микс»

Компонент рецептуры напитка «Ягодный микс»	Количество на порцию, г	Пищевые вещества, мг							
		Fe	K	Mg	бета-каротин	B ₁	B ₂	PP	C
Малина	1,5	0,11	15	1,7	0,003	Сл.	Сл.	Сл.	5,6
Ежевика	1,0	0,08	17	2,4	0,08	Сл.	Сл.	Сл.	1,25
Черника	1,5	0,1	6,3	0,9	-	Сл.	Сл.	Сл.	2,25
Брусника	1,0	0,02	5,2	0,5	0,004	Сл.	Сл.	Сл.	1,07
Итого	5,0	0,3	43,5	5,5	-	-	-	-	10,0
% от РСНП	-	3,0	1,0	0,9	-	-	-	-	9,0

Поэтому в качестве обогащающего компонента нами использован витаминно-минеральный премикс Custo Mix EYE, в состав которого входят токоферолы, рибофлавин, ниацинамид, витамин С, лютеин, цинк, селен, т.е. микронутриенты, которые ответственны за функцию зрения в организме человека.

В результате проведенных исследований разработаны рецептуры концентратов сухих напитков, обогащенных витаминами (таблица 13).

Таблица 13 – Рецептуры концентратов сухих напитков на 100 г сухого продукта и на 1 порцию

Компоненты	Студенческий «Ягодный микс»		Студенческий «Лесные ягоды»		Студенческий «Малина+ежевика »	
	100 г	1 порция (11,4 г)	100 г	1 порция (11,4 г)	100 г	1 порция (11,4 г)
Порошок малины	13,2	1,5	-	-	19,3	2,0
Порошок ежевики	8,7	1,0	-	-	28,8	3,0
Порошок черники	13,2	1,5	33,7	3,5	-	-
Порошок брусники	8,7	1,0	14,4	1,5	-	-
«Экстра сахар с экстрактом стевии КЛАССИК»	52,7	6,0	48,1	5,0	48,1	5,0
Поливитаминовый комплекс CustoMixEYE «DSM»	3,5	0,4	3,8	0,4	3,8	0,4

Таким образом, проведенные исследования позволили установить следующее. С использованием параметрической модели процесса смешивания определены рациональные режимы работы смесителя, обеспечивающие равномерность распределения микрокомпонентов в сухих смесях для приготовления киселей и напитков.

Изучена возможность использования в рецептурах киселей термически обработанной льняной муки взамен крахмала с целью повышения пищевой ценности продукта. Установлены рациональные режимы термической обработки льняной муки и показана целесообразность проведения такой обработки для обеспечения гигиенической безопасности готового продукта в конце срока годности.

Проведено конструирование вкусо-ароматического профиля концентратов сухих напитков с использованием ягодных порошков и обогащенных витаминами.

Разработаны и реализованы в комплектах технической документации рецептуры и технологии киселей и напитков повышенной пищевой ценности и обогащенных витаминами.

Проведена клиническая апробация киселя на основе льняной муки с добавлением шиповника и концентратов сухих напитков в ГБУЗ «Салехардская окружная клиническая больница», (г. Салехард), ГБУЗ Ставропольского края «Минераловодская центральная районная больница» (г. Минеральные воды), подтвердившая эффективность разработанных продуктов в питании молодых людей с заболеваниями ЖКТ и болезнями глаз.

4 Исследование показателей качества, безопасности новых видов пищевой продукции и обоснование сроков годности

В результате проведенных исследований разработаны новые виды обогащенной пищевой продукции, предназначенной для питания студенческой молодежи с целью ликвидации дефицитов пищевых веществ в питании и улучшения качества жизни: снеки «Студенческие», палочки витаминизированные, батончики зерновые, напитки повышенной биологической ценности на основе зерна чечевицы, пищевые концентраты сухих смесей киселей и напитков.

Ниже приведены данные исследований показателей качества, безопасности новых видов обогащенной пищевой продукции и результаты обоснования сроков их годности.

Зерновые продукты экструзионной технологии

Исследование пищевой ценности снеков «Студенческие» показало, что содержание белка, жира, ПВ в готовом продукте составило (%) 11,1-12,7; 12,2-12,4; 17,2-17,4

соответственно, что обеспечивает 17, 17 и 86%% рекомендуемого суточного потребления в этих пищевых веществах. Калорийность продукта - 440 ккал (20% РСНП).

При исследовании витаминного состава зерновых палочек установлено, что разработанный продукт соответствует критериям обогащенного продукта – 28-54% РСНП витаминов (таблица 14).

Таблица 14 – Витаминный состав зерновых палочек на 100 г продукта

Витамины	Рисово-гречневые палочки	
	Количество	% РСНП
Витамин А, мг	0,54	54
Витамин Д, мг	1,1	44
Витамин Е, мг	10,6	46
Витамин С, мг	42,0	48
Витамин В ₁ , мг	0,87	51
Витамин В ₂ , мг	0,8	45
Витамин В ₆ , мг	0,84	37
Витамин В ₁₂ , мг	1,44	29
Фолиевая кислота, мкг	25,2	29
Ниацин, мг	9,8	28

Критерием оценки качества и безопасности снеков «Студенческие» к концу срока годности являлись показатели безопасности (кислотное, перекисное числа липидов снеков) и потребительские качества готового продукта.

При определении срока годности продукт после обжаривания в растительных маслах и купажируемых смесях фасовали в два вида упаковочных материалов: двухслойный неметаллизированный полиэтилентерефталат ПЕТ12+ПЕ40 и двухслойный металлизированный матовый ориентированный полпропилен ОПП 20+ОПП met 30 и хранили герметично упакованным в нерегулируемых условиях в течение 6 мес.

Установлено, что использование купажируемых смесей масел было нецелесообразным, так как оставшееся на поверхности продукта масло в процессе хранения застывало и на поверхности снеков образовывался белый налет. Слабовыраженный прогорклый вкус и запах у продукта появлялся уже через 10 недель хранения, а при использовании подсолнечного и рапсового масел - через 20. Использование соевого масла, наоборот, позволило сохранить хорошие органолептические показатели готового продукта в течение 26 недель в двух видах упаковочного материала.

При получении витаминизированных палочек критерием оценки качества и определения срока годности явилась сохранность биологически активных ингредиентов - витаминов. Установлено, что при хранении продукта в течение 12 мес с внесением поливитаминного премикса на конечной стадии производства в процессе дражирования, сохранность витаминов была высокой и составила для витамина С – 73%, витаминов группы В (В₁, В₂, В₆, В₁₂, фолиевая кислота) 74-92%, для витаминов А, Д₃ и Е 91- 93%.

С целью лучшей сохранности продуктов экструзионной технологии рекомендовано использовать многослойные упаковочные материалы с полимерным покрытием.

Зерновые батончики

Разработаны 3 вида зерновых батончиков: батончик пшенично-овсяный, пшенично-гречневый и батончик «3 злака».

Исследование пищевой ценности зерновых батончиков показало, что содержание белка, жира, ПВ в готовом продукте составило (%) 11,8; 13,7; 12,9 соответственно, что обеспечивает 17, 18 и 64%% рекомендуемого суточного потребления в этих пищевых веществах. Калорийность продукта - 380 ккал (17% РСНП).

С целью установления гарантийного срока годности зерновой батончик упаковывали в металлизированную пленку марки DELINE SB BOPP18 60 и хранили в нерегулируемых условиях в течение 6 мес. Поскольку технология продукта предусматривала дополнительное введение витаминного премикса, критерием срока годности явилось определение РСНП витаминов в продукте в конце хранения, которые составили для витаминов А, С, В₁, В₂, фолиевой кислоты 18-36%.

На основании проведенных исследований установлен гарантийный срок годности продукта – 6 мес.

Напитки повышенной биологической ценности

Ассортимент разработанных напитков представлен тремя вкусами - шоколадным, томатным, с курагой. Содержание белков и углеводов в напитках составило в 1 порции (200 см³) 10-11 г и 18-24 г соответственно; содержание витаминов и минеральных веществ обеспечивало РСНП всех витаминов и минеральных веществ (кальция, фосфора, магния, цинка, железа, селена) в количествах 20-50%.

Основным критерием безопасности напитков на основе зерна чечевицы нами были выбраны микробиологические показатели продукта (таблица 15).

Таблица 15 – Микробиологические показатели обогащенного напитка

Показатель	Норма СанПин 2.3.2.1078	Содержание в напитке
КМАФАнМ, КОЕ/г	5*10 ⁴	800
БГКП (колиформы)	Не обнаружены	Не обнаружены
<i>S. aureus</i>	Не обнаружены	Не обнаружены
Патогенные МО, в т.ч. сальмонеллы	Не обнаружены	Не обнаружены
Плесени, КОЕ/г	10	Не обнаружены

Установлено, что по определяемым показателям микробиологической безопасности продукт полностью соответствовал требованиям СанПин 2.3.2.1078.

При определении срока годности разработанных напитков было изучено влияние различных видов упаковочных материалов (пластиковые бутылки, пакеты «Tetra Pak» и асептическая упаковка «Ecolean») на физико-химические и органолептические показатели и сохранность в них витаминов.

Продукт хранили при температуре 0-6⁰С в течение 11 суток. Образцы отбирали через 3, 5, 7 и 11 суток и определяли кислотность, органолептические показатели и сохранность витаминов С, В₁, В₂ и РР.

Показано, что при хранении напитка в пластиковой бутылке в течение 5 суток общая кислотность продукта увеличивалась на 3⁰Т, ухудшились органолептические показатели, содержание витаминов составило (% от исходного количества): С- 75,0, В₁- 93, В₂- 85, ниацина- 95. Срок хранения в данной упаковке установлен не более 3 суток.

В напитке, упакованном в асептическую упаковку «Ecolean» и «Тетра Пак», на 3, 5 и 7 сутки физико-химические и органолептические показатели не изменились. Сохранность витаминов была выше и составила в двух видах упаковочных материалов в среднем для витамина С- 94 - 98 % и В₁– 98 - 100 %, соответственно. Содержание витаминов В₂ и РР не изменилось. На 11 сутки отмечен незначительный рост общей кислотности (на 1-2⁰Т),

появился легкий кисловатый запах, свойственный процессу брожения, при этом консистенция продукта не изменилась. Сохранность исследуемых витаминов составила 93-100 %.

На основании проведенных исследований рекомендовано использование асептической упаковки «Ecolean», преимущества которой - легкость, устойчивость, светонепроницаемость, практичность в применении. Установлен срок годности обогащенного напитка – 7 суток.

Пищевые концентраты киселей и напитков

Изучение химического состава нового вида киселя с использованием льняной муки и сопоставление отдельных показателей с традиционной рецептурой этого продукта показало следующее. В результате замены крахмала на льняную муку в рецептуре выявлена тенденция в повышении пищевой ценности нового продукта по содержанию белка, ПВ, витамина С и каротиноидов и снижение калорийности более, чем в 2 раза по сравнению с традиционным продуктом (таблица 16).

Таблица 16 – Пищевая ценность киселей

Пищевые вещества	Кисель традиционный	Новый вид киселя
Белки, г	0	3,3
Углеводы, г	18,0	33,6
Пищевые волокна, г	0	8,5
Витамин С, мг	0	18,0
Каротиноиды, мг	0	2,6
Калорийность, ккал	290	145

При разработке новых видов напитков на основе ягодных порошков, обогащенных витаминами и минеральными веществами, установлено высокое содержание этих микронутриентов во всех трех видах напитков.

Витаминный и минеральный состав сухих напитков на 1 порцию (11,4 г сухой смеси) представлен в таблице 17.

Таблица 17 – Витаминный и минеральный состав концентратов сухих напитков

Пищевые вещества	Напиток «Ягодный микс»		Напиток «Лесные ягоды»		Напиток «Малина+ежевика»	
	мг/%	% от РСНП	мг/%	% от РСНП	мг/%	% от РСНП
Витамин С	62,2	89	56,3	81	68,2	97
Витамин В ₁	-	-	-	-	0,6	36
Витамин В ₂	1,5	73	1,26	63	1,86	73
Витамин РР	11,9	66	11,9	66	11,9	66
Витамин А	4,1	86	4,2	88	4,1	84
Витамин Е	6,9	46	6,6	44	7,2	48
Селен	0,03	43 (м), 54,5 (ж)	0,03	43 (м), 54,5 (ж)	0,03	43 (м), 54,5 (ж)
Цинк	9,0	60	9,0	60	9,1	61
Лютеин	4,0	-	4,0	-	4,0	-

Так, содержание витамина А составило 84-88%, витамина В₂ – 63-73%, ниацина – 66%, витамина Е – 44-48%, витамина С – 81- 97%, селена – 43-54,5% для юношей и девушек соответственно, цинка – 60% рекомендуемой суточной нормы потребления для данной группы.

Лютеин, один из важнейших каротиноидов, отвечающих за функцию зрения, содержался в количестве 4 мг в порции продукта.

Внесение премикса в количестве 0,4 г на порцию продукта обеспечивало поступление необходимых для профилактики офтальмологических заболеваний витаминов и минеральных веществ в количестве до 60% РСНП.

Физико-химические и органолептические показатели готовых к употреблению напитков по вкусу, цвету, запаху соответствовали требованиям ГОСТ 15113.

Концентраты сухих напитков относятся к продуктам длительного хранения, поэтому стабильность потребительских свойств, сохранность микронутриентов в них, зависящие во многом от качества упаковочного материала, имеют большое значение при определении срока годности продукта. Установлено, что входящие в состав продукта каротиноиды, в частности лютеин, стабилен в процессе производства, однако в процессе хранения он может изменить потребительские качества продукта.

Для исследования были выбраны 4 вида упаковочных материалов с различными паро-, влаго- и воздухопроницаемыми характеристиками: полипропилен (ПЭТ ПЭ), ПЭТ-12/ПЭС-40, комбитен и алютен. Критерием оценки качества служило содержание витамина Е и каротиноидов, которое определяли сразу после закладки и через 3, 6, 9, 12 мес. хранения (рисунок 18).

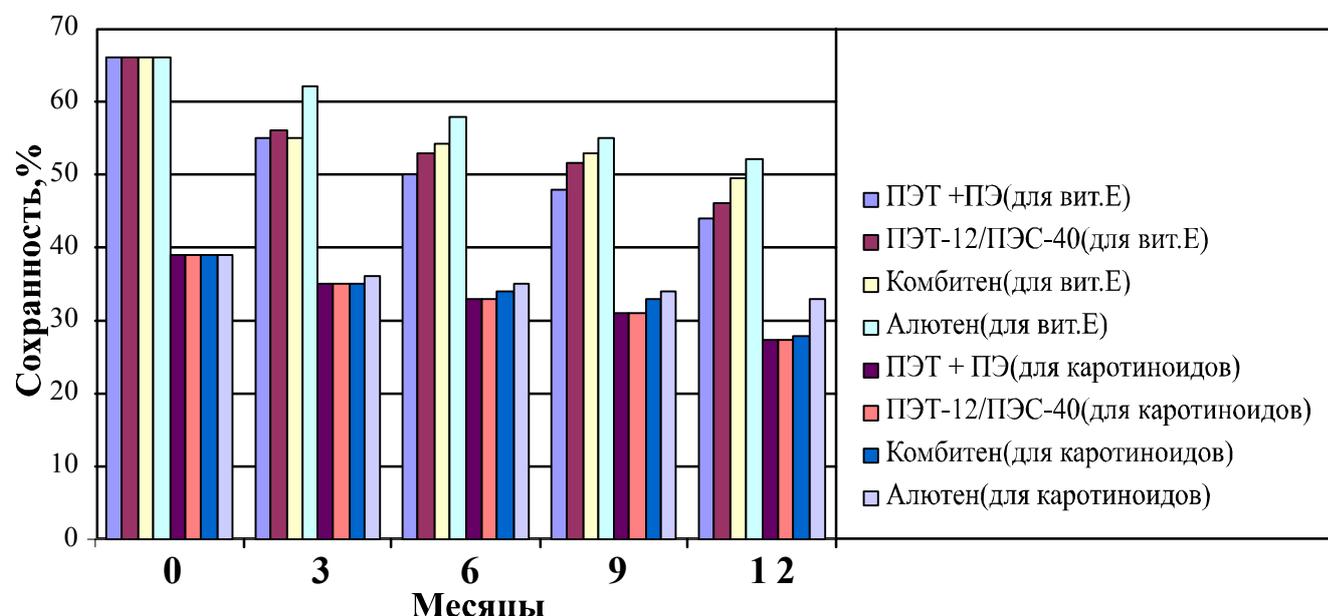


Рисунок 18 – Сохранность витаминов в различных видах упаковочных материалов

Данные о влиянии различных упаковочных материалов на содержание витаминов свидетельствуют о высокой сохранности исследуемых микронутриентов в концентратах сухих напитков в течение срока годности, который составил 12 мес.

Таким образом, по всем показателям качества и безопасности новые виды продукции соответствовали санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к обогащенным продуктам для питания молодежи, и являлись доброкачественными и пригодными для коррекции их питания.

В результате исследований для всех видов продукции установлены сроки годности и подобраны соответствующие упаковочные материалы.

5 Разработка технической документации на обогащенную пищевую продукцию и опытно-промышленная апробация

На основании проведенных исследований разработаны шесть групп новых видов обогащенной пищевой продукции и техническая документация для ее внедрения: снеки «Студенческие» ТУ 9196-004-02068634-13; палочки витаминизированные ТУ 9196-005-02068634-12; батончик зерновой ТУ 9195-006-02068634-12; напиток из зерна чечевицы ТУ 9185-002-02068634-13; концентрат киселя ТУ 9195-007-02068634-13; концентраты сухих напитков ТУ 9197-009-02068634-13.

Разработанные изделия апробированы на предприятиях пищевой промышленности: снеки «Студенческие» - ФГУП «БЭЗ» Россельхозакадемии (Московская область, г. Видное); палочки витаминизированные – ГНУ ВНИИПБТ Россельхозакадемии (г. Москва); батончик зерновой – ООО «Алина фарма» (Московская область, Чеховский район, пос. Любучаны); напиток из зерна чечевицы – ОАО «Коломнамолпром» (Московская область, г. Коломна).

6 Оценка эффективности обогащенных продуктов и разработка методических рекомендаций по организации питания студентов

6.1 Оценка эффективности обогащенных продуктов для студентов

Для оценки эффективности разработанной обогащенной пищевой продукции как надежного источника дефицитных пищевых веществ (ПВ, ПНЖК, антиоксидантов, витаминов и минеральных веществ) в питании студентов проведена их апробация на группах учащихся (390 чел).

Апробация осуществлялась в ФГБОУ ВПО «МГУПП», ГБУЗ «Салехардская окружная клиническая больница», (г. Салехард), ГБУЗ Ставропольского края «Минераловодская центральная районная больница», (г. Минеральные воды) с привлечением разработанной «Комплексной методики оценки пищевого статуса, образа жизни и состояния здоровья студентов» и современных методов исследований, принятых в лечебной практике.

В ходе апробации были проведены испытания следующих продуктов: снеки «Студенческие»; «Кисель на основе льняной муки»; «Концентраты сухих напитков».

Апробацию снеков проводили с использованием двух методик: РДО – реакция на движущийся объект, предназначенная для исследования сенсомоторной реакции, скорости и точности реагирования, и НСАТ – непрерывный счет в автотемпе, позволяющая оценить основные компоненты умственной работоспособности (восприятие, оперативную память и мышление, устойчивость мышления, переключение и распределение внимания).

Результаты двух тестов, полученные при обследовании студентов основной группы свидетельствуют о значительном улучшении их когнитивных способностей по двум показателям (рисунок 19).

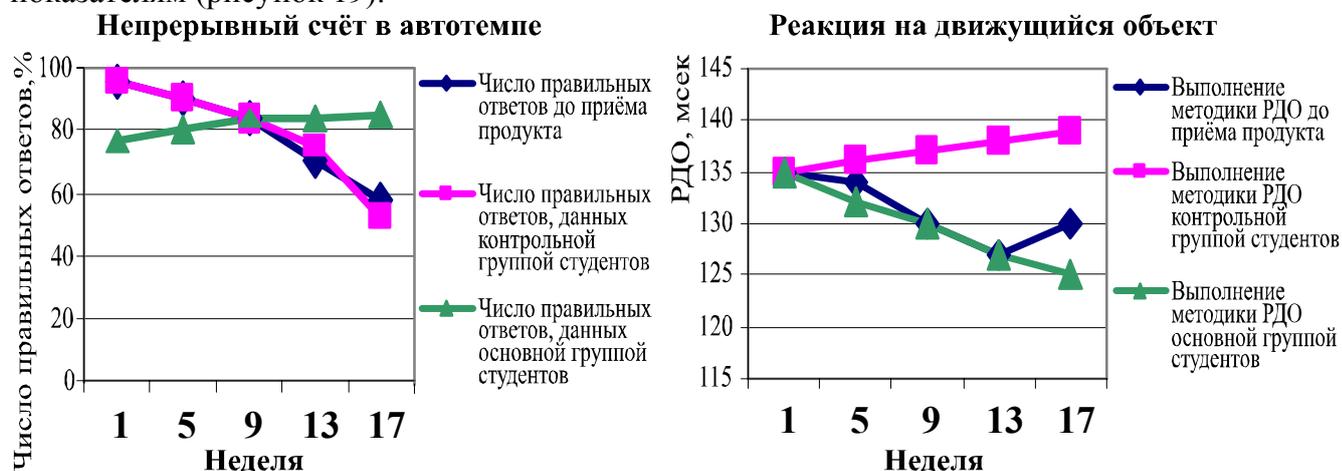


Рисунок 19 – Зависимость количества проводимых сеансов от показателей, определяемых условиями теста

При оценке эффективности концентратов сухих киселей и напитков в питании молодых людей с дискинезией кишечника и с центральной хориоретинальной дегенерацией сетчатки выявлена положительная тенденция в улучшении самочувствия, нормализации функции кишечника и улучшение функции зрения.

6.2 Разработка методических рекомендаций по организации питания студентов вузов

В соответствии с задачами исследований был разработан проект «Методических рекомендаций по организации питания студентов», в том числе с использованием обогащенной пищевой продукции. При разработке данного документа учтены требования действующих нормативных документов, научный и практический опыт при проведенных научных исследованиях и подготовки специалистов в области детского и функционального питания. Рекомендовано, чтобы питание студентов являлось составной частью учебного процесса.

В таблице 18 представлен ассортимент, цена за упаковку и рекомендации по применению новых видов обогащенной пищевой продукции для питания студентов.

Таблица 18 – Ассортимент и рекомендации по применению новых видов обогащенной пищевой продукции

Наименование продукта	Размер 1 порции	Цена за ед. упаковки	Механизм позитивного действия на организм
Снеки «Студенческие»	100 г	15-16 руб.	Продукт соответствует формуле сбалансированного питания, отличается сбалансированным составом ПНЖК, при употреблении 1 порции продукта удовлетворяется суточная потребность в ПВ на 70-80%
Палочки витаминизированные	100 г	19-20 руб.	При употреблении 1 порции продукта удовлетворяется суточная потребность на 15-55% в витамине С, группы В, минеральных веществах – железе, марганце
Батончик зерновой	50 г	17,5-18 руб.	Продукт отличается повышенным содержанием ПВ (65% от РСНП), содержит витамины С, группы В, А и D в количествах 22-44% РСНП в 100 г продукта. Рекомендовано употреблять 1-2 батончика
Напиток на основе зерна чечевицы	0,2 дм ³	24-25 руб.	Низкокалорийный продукт, содержит белок, отличающийся высокой биологической ценностью, обогащен витаминами в количествах, соответствующих 25-50 %, и минеральными веществами в количествах 20-45 % РСНП в 1 порции напитка

Продолжение таблицы 18.

Наименование продукта	Размер 1 порции	Цена за ед. упаковки	Механизм позитивного действия на организм
Концентрат киселя на основе льняной муки	20 г	15 руб.	Высокобелковый и низкожировой продукт. Содержит витамины С, Е, β-каротин, марганец в количествах, достаточных для удовлетворения за счет 1 порции от 10 до 50% РСНП. Рекомендуется ежедневное употребление одной порции – 200 мл восстановленного киселя на основе льняной муки – в профилактических целях при дефиците витаминов С, Е, β-каротина, а также пищевых волокон.
Концентраты сухих напитков	11,4 г	21-25 руб.	Продукт с высокой концентрацией пищевых веществ в малом объеме. Содержание витаминов от 44-97%, селена – 43-55%, цинка – 60% РСНП. Лютеин содержится в количестве 4 мг в порции продукта.

Внедрение данного документа позволит улучшить питание студентов и будет способствовать снижению заболеваемости в данной возрастной группе населения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнено комплексное исследование, включающее научное обоснование и разработку технологий обогащенной пищевой продукции для питания студенческой молодежи, с применением комплексной методики оценки пищевого статуса, образа жизни и здоровья студентов, позволившей обосновать выбор групп продуктов для обогащения, пищевого растительного сырья, обогащающих добавок и совершенствование существующих технологий производства новых видов продукции.

Широкое внедрение промышленного производства бизнес-сообществом разработанных продуктов и их использование в питании учащейся молодежи позволит не только улучшить нутриентный статус и здоровье население, но и обеспечить продовольственную безопасность страны за счет развития отраслей пищевой промышленности и расширения ассортимента продуктов здорового питания.

Основные результаты и выводы

Разработаны научное обоснование и технологии обогащенной пищевой продукции для питания студенческой молодежи.

1. Разработана комплексная методика оценки пищевого статуса, образа жизни и здоровья студентов, включающая две компьютерные программы и тесты для определения когнитивных способностей и состояния здоровья учащихся. Практическая реализация указанной методики позволила выявить нарушения в питании студентов – низкое потребление зерновых, бобовых культур и хлебопродуктов, овощей, плодов и ягод, молочных продуктов и растительных масел, являющихся источниками растительных и животных белков, ПВ, ПНЖК, макро- и микронутриентов. Установлена взаимосвязь между уровнем потребления различных пищевых веществ и уровнем заболеваемости студентов.

Проведена оценка умственной работоспособности студентов, показавшая снижение ряда когнитивных функций в процессе учебы.

2. На основе выявленных дефицитов важнейших пищевых веществ (белков, ПВ, микронутриентов, ПНЖК) научно обоснован выбор четырех групп пищевой продукции для обогащения (зерновые экструдированные продукты, зерновые батончики, напитки на основе зерна чечевицы, сухие композитные смеси для киселей и напитков); осуществлен выбор растительного сырья (продукты переработки зерно-бобовых культур; растительные масла; овощные, плодовые и ягодные порошки; льняная мука) и обогащающих добавок (поливитаминные и витаминно-минеральные премиксы).

3. Разработаны технологические решения по получению новых видов обогащенной пищевой продукции для студентов.

3.1 При разработке рецептур снеков рассчитаны значения скорректированного аминокислотного коэффициента усвояемости белка PDCAAS (0,4750-0,7725). Установлено, что для получения готового продукта повышенной пищевой и биологической ценности целесообразно использовать смесь рисовой и гречневой муки, имеющей максимальное значение PDCAAS=0,7725.

Установлены рациональные режимы экструзионной обработки зерновых снеков (влажность 28-30%, температура 90-95°C, продолжительность 10-12 с) и дозировка растительных порошков – 20%, позволяющие получить готовый продукт с требуемыми характеристиками (коэффициент расширения, структурно-механические, органолептические свойства и максимальное содержание водорастворимых веществ).

Показано, что для обжаривания полуфабрикатов снеков целесообразно использовать соевое или рапсовое масла, при этом оптимальное соотношение ПНЖК омега-6/омега-3 в снеках может составить от 7-8:1.

Определен высокий уровень сохранности витаминов в готовом продукте (до 80%) при внесении микронутриентов на конечной стадии процесса – при дражировании, по сравнению с добавлением поливитаминного премикса перед экструзией (35% по отношению к внесенному количеству).

3.2 На основании анализа химического состава (содержания различных фракций пищевых волокон) выбраны 3 вида зерновых хлопьев – овсяные (52%), хлопья из пророщенного зерна пшеницы (18%) и гречневые (17%) для получения зерновых батончиков.

Обоснованы компонентный состав и рецептура сиропа-связки с оптимальными технологическими свойствами (концентрация сахара – 75-80% и соотношение сухих компонентов к сиропу-связке 80:20), для производства зернового батончика.

3.3 Определены рациональные режимы солодоращения зерна чечевицы - замачивание, проращивание (температура $(35\pm 2)^\circ\text{C}$, продолжительность замачивания 6 ч, проращивания 16 ч, рН слабощелочного раствора бикарбоната натрия 8,2-8,4 и гидромодуль 1:2-1:3), обеспечивающие увеличение содержания аминокислот и витаминов группы В, соответственно на 19 и 16-18%%, а витамина С – более чем в 20 раз.

Установлены оптимальные параметры получения чечевичного суслу (экстракции белка - температура 35-40°C, рН 7,0-8,0, величина гидромодуля 1:6, продолжительность – 30 мин), обеспечивающие максимальный выход белка в основу - 3,5%.

При изучении влияния условий пастеризации на сохранность витаминов в обогащенном напитке установлены рациональные параметры процесса (температура $80\pm 5^\circ\text{C}$, продолжительность 5 мин), определена сохранность витаминов (% к внесенному количеству): С – 89,0; В₁ – 85,0; В₂ и РР – 100.

3.4 С использованием параметрической модели процесса смешивания определены рациональные режимы работы смесителя (число оборотов барабана 50 об/мин; коэффициент загрузки 0,6; продолжительность смешивания – 10 мин), обеспечивающие

равномерность распределения микрокомпонентов в сухих смесях для приготовления киселей и напитков.

Изучена возможность использования льняной муки взамен крахмала в рецептурах киселей. Учитывая, что льняная мука содержит ПНЖК, ускоряющие порчу продукта при хранении, установлены рациональные режимы ее предварительной термической обработки: температура 105-110°C, продолжительность 15-20 мин. Предлагаемые режимы позволяют получить льняную муку с кинематической вязкостью клейстера 145,2 мм²/с (у контроля 95,9 мм²/с); содержание декстринов составило 0,2%, по сравнению с начальным значением 0,094%.

С использованием сенсорного профильно-рангового метода проведено конструирование вкусо-ароматического профиля трех рецептур концентратов сухих напитков на основе различных сочетаний ягодных порошков с целью получения продукта с высокими потребительскими свойствами и обогащенными витаминами и минеральными веществами.

4. Определены показатели качества, пищевой и биологической ценности, безопасности новых видов обогащенной пищевой продукции для питания студентов – зерновых экструдированных снеков и палочек, зерновых батончиков, белковых напитков, сухих смесей для приготовления киселей и напитков с добавлением биологически активных микроингредиентов (витаминов и минеральных веществ), соответствующих требованиям Технического Регламента Таможенного Союза 021/2011.

При определении сроков годности продуктов экструзионной технологии рекомендовано использовать двухслойный металлизированный матовый ориентированный полпропилен ОПП 20+ОПП met 30. Для продукта, в производстве которого использовано соевое масло, установлен срок годности 6 мес; при этом обеспечиваются регламентируемые гигиенические и органолептические показатели качества изделий.

Показано, что при получении обогащенных экструдированных продуктов срок годности, определяемый по сохранности витаминов, составил 12 мес при использовании многослойных полимерных материалов. На момент окончания срока годности продукта сохранность витаминов составила (%): С – 73; группы В (В₁, В₂, В₆, В₁₂, фолиевой кислоты) – 74-92%; жирорастворимых витаминов А и D₃ 91-93%.

Установлен гарантийный срок годности зерновых батончиков, упакованных в металлизированную пленку марки DELINE SB BOPP18 60 - 6 мес. При этом сохранность витаминов составила (%): С – 73; В₁ – 92; В₂ – 74; фолиевой кислоты – 89; А – 92.

Определен срок годности белкового напитка из зерна чечевицы в разных видах упаковочных материалов. В картонной бутылке с полиэтиленовым покрытием «Тетра Пак» и асептической упаковке «Ecolean» срок годности составил 7 суток при температуре хранения 0-6⁰С; при этом органолептические показатели и общая кислотность не изменились, сохранность витаминов (%) составила: С - 95,0; В₁ - 98,0; В₂ и РР - 100, соответственно. По микробиологическим показателям и показателям безопасности напиток соответствовал требованиям СанПиН 2.3.2.1078.

Определены сроки годности сухих смесей для приготовления киселей и напитков в разных видах упаковочных материалов: полипропилене, ПЭТ-12/ПЭС-40, комбитене и алютене, с учетом стабильности вносимых витаминов. Показано, что наиболее эффективным материалом явился упаковочный материал, имеющий дополнительный защитный слой из алюминиевой фольги – алютен; установлен срок годности сухих смесей – 12 мес.

5. Разработаны 6 комплектов технической документации на обогащенную пищевую продукцию. Определена экономическая эффективность производства нового ассортимента обогащенной пищевой продукции. При этом цена изделий колеблется в пределах 15-25 рублей за 1 единицу упаковки, что является вполне приемлемой для студентов. Проведена промышленная апробация разработанной продукции на предприятиях отрасли.

6. Эффективность разработанной обогащенной пищевой продукции подтверждена результатами клинической апробации.

Разработан проект «Методических рекомендаций по организации питания студентов», в том числе с использованием нового ассортимента обогащенной пищевой продукции.

* * *

Работа может быть продолжена и планируется быть продолженной в направлении исследований по расширению ассортимента обогащенной пищевой продукции в питании различных возрастных групп населения РФ за счет использования новых, в том числе нетрадиционных видов продовольственного сырья и вторичных сырьевых ресурсов.

Список работ, опубликованных по материалам диссертации

Статьи в журналах, рецензируемых ВАК

1. Бакуменко, О.Е. Оценка состояния здоровья и анализ фактического рациона питания учащихся вуза / О.Е. Бакуменко, А.Ф. Доронин, Б.А. Шендеров, Л.Н. Шатнюк // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2005. - №11. - С. 43-47.

2. Байков, В.Г. Разработка обогащенных зерновых каш быстрого приготовления для учащейся молодежи / В.Г. Байков, О.Е. Бакуменко, А.Ф. Доронин // Вопросы питания. - 2008. - Том 77. - № 2. - с. 80-84.

3. Бакуменко, О.Е. Изучение фактического питания учащихся ВУЗа / О.Е. Бакуменко, А.Ф. Доронин // Пищевая промышленность. - 2008. - № 11. - С. 66-67.

4. Первушин, В.В. Влияние витаминно-минеральных комплексов на организм спортсменов при их перетренировке / В.В. Первушин, О.Е. Бакуменко // Вопросы питания. - 2009. - Том 78. - № 3. - с. 78-81.

5. Первушин, В.В. Рынок спортивного питания в России / В.В. Первушин, О.Е. Бакуменко // Пищевая промышленность. - 2009. - № 4. - С. 42-43.

6. Васнева, И.К. Здоровое питание в борьбе со стрессом в современной жизни студентов / И.К. Васнева, О.Е. Бакуменко // Пищевая промышленность. -2009. - № 7. - С. 50-51.

7. Бакуменко, О.Е. Разработка сухих молочных смесей для беременных и кормящих женщин / О.Е. Бакуменко // Пищевая промышленность. - 2009. - № 8. - С. 50-52.

8. Бакуменко, О.Е. Принципы разработки функциональных продуктов для студентов / О.Е. Бакуменко, Т.В. Иванникова, Ю.О. Натокина // Пищевая промышленность. - 2009. - № 9. - С. 64-65.

9. Бакуменко, О.Е. Современные подходы к организации оптимального питания учащейся молодежи / О.Е. Бакуменко, А.Ф. Доронин // Пищевая промышленность. - 2010. - № 7. - С. 36-38.

10. Васнева, И.К. Чечевица – сырье для производства продуктов антистрессовой направленности / И.К. Васнева, О.Е. Бакуменко // Пищевая промышленность. - 2010. - № 8. - С. 20-22.

11. Васнева, И.К. Чечевица – ценный продукт функционального питания / И.К. Васнева, О.Е. Бакуменко // Хлебопродукты. - 2010.- № 11. - С. 39-40.

12. Бакуменко, О.Е. Разработка сухих напитков на основе растительного сырья для людей, занимающихся фитнес-спортом / О.Е. Бакуменко, А.Ф. Доронин // Теория и практика прикладных и экстремальных видов спорта. - 2010. - № 3(18). - С. 54-57.

13. Васнева, И.К. Научные и технологические аспекты разработки антистрессового продукта для студенческой молодежи / И.К. Васнева, О.Е. Бакуменко // Пищевая промышленность. - 2011. - № 2. - С. 24-25.

14. Еделев, Д.А. Функциональный напиток для профилактики гипертонии у лиц молодого возраста / Д.А. Еделев, О.Е. Бакуменко, А.Ф. Доронин // Пиво и напитки. - 2011. - № 3. - С. 36-37.

15. Васнева, И.К. Разработка технологии белкового напитка для учащейся молодежи / И.К. Васнева, О.Е. Бакуменко // Пищевая промышленность. -2011.- № 6. - С. 40-41.

16. Первушин, В.В. Биологически активные вещества, повышающие адаптацию к физической нагрузке / В.В. Первушин, О.Е. Бакуменко // Пищевая промышленность. - 2011. - № 10. - С. 73-74.

17. Первушин, В.В. Зерновой батончик для спортсменов / В.В. Первушин, О.Е. Бакуменко // Пищевая промышленность. - 2011.- № 11. - С. 38-39.

18. Добровольский, В.Ф. Разработка обогащенных зерновых экструдированных продуктов / В.Ф. Добровольский, А.А. Королев, А.Ф. Доронин, О.Е. Бакуменко, А.П. Лисова // Пищевая промышленность. - 2012. - № 5.- С. 20-21.

Научные статьи в журналах и сборниках

19. Доронин, А.Ф. Оценка влияния функционального продукта на умственную и психическую работоспособность студентов / А.Ф. Доронин, О.Е. Бакуменко, И.М. Сорокина // Сборник научных трудов Всероссийской научно-технической конференции-выставки «Высокоэффективные пищевые технологии и технические средства для их реализации». - Москва: ИК МГУПП. - 2003. – С.143-146.

20. Бакуменко, О.Е. Новый зерновой продукт функционального назначения / О.Е. Бакуменко, В.Г. Байков, В.В. Бессонов, А.Ф. Доронин // Материалы Международной научно-практической конференции «Национальная политика здорового питания Республики Казахстан». – Алматы. - 2004. – С. 47-51.

21. Байков, В.Г. Разработка продуктов функционального питания для учащейся молодежи / В.Г. Байков, О.Е. Бакуменко, В.В. Бессонов, А.Ф. Доронин // Материалы III Межрегиональной научно-практической конференции «Питание здорового и больного человека». - Санкт-Петербург. - 2005. - С. 9-10.

22. Байков, В.Г. Изучение влияния растительных масел на качественные показатели зерновых крекеров функционального значения / В.Г. Байков, В.В. Бессонов, О.Е. Бакуменко // Материалы VIII Всероссийского конгресса «Оптимальное питание – здоровье нации (к 75-летию ГУ НИИ питания РАМН). – Москва. - 2005. – С. 15.

23. Бакуменко, О.Е. Оптимизация процесса экструдирования зерновых крекеров функционального назначения / О.Е. Бакуменко, А.Ф. Доронин, С.Н. Панфилова, Е.И. Конопленко // Сб. докладов III Юбилейной международной выставки-конференции «Высокоэффективные пищевые технологии. Методы и средства для их реализации». Часть 1. – Москва: ИК МГУПП. - 2005. – С. 23-26.

24. Доронин, А.Ф. Обогащение продуктов детского питания функциональными ингредиентами – актуальная задача пищевой промышленности / А.Ф. Доронин, О.Е. Бакуменко // Пищевое оборудование в России. - 2005. - № 10.- С. 34-35.

25. Бакуменко, О.Е. Исследование влияния химического состава масел на сбалансированность жирно-кислотного состава липидов зерновых крекеров / О.Е. Бакуменко, В.Г. Байков, В.В. Бессонов, М.Б. Малыгина // Материалы IV Межрегиональной научно-практической конференции «Питание здорового и больного человека». - Санкт-Петербург. - 2006. - С. 12-13.

26. Бакуменко, О.Е. Исследование влияния различных форм железа на окисление липидного компонента обогащенных зерновых крекеров / О.Е. Бакуменко, А.Ф. Доронин // Сб. докладов Международной научно-практической конференции «Технологии и продукты здорового питания». – Москва: ИК МГУПП. - 2006. – С. 95-99.

27. Доронин, А.Ф. Влияние экструзии на физико-химические показатели исходного сырья и качество готового продукта / А.Ф. Доронин, С.Н. Панфилова, О.Е. Бакуменко // Сб. докладов IV Международной конференции-выставки «Высокоэффективные пищевые технологии, методы и средства для их реализации». Часть 1. – Москва: ИК МГУПП. - 2006. - С. 178-180.
28. Панфилова, С.Н. Получение плодовоовощных порошков комбинированными способами сушки / С.Н. Панфилова, А.Ф. Доронин, О.Е. Бакуменко // Сб. докладов IV Международной конференции-выставки «Высокоэффективные пищевые технологии, методы и средства для их реализации». Часть 1. – Москва: ИК МГУПП. - 2006. - С. 180-182.
29. Бакуменко, О.Е. Разработка зерновых крекеров, обогащенных различными препаратами железа / О.Е. Бакуменко, В.Г. Байков, В.В. Бессонов, А.Ф. Доронин // Материалы научно-практических конгрессов III Всероссийского форума «Здоровье нации – основа процветания России». Том 2. Часть 1. – Москва. - 2007. - С. 27-28.
30. Доронин, А.Ф. Индустрия детского и школьного питания – 2007 / А.Ф. Доронин, Б.А. Шендеров, О.Е. Бакуменко // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2007. - № 6. – С. 16-17.
31. Доронин, А.Ф. Растительное и молочное сырье для производства консервов детского питания / А.Ф. Доронин, С.Н. Панфилова, О.Е. Бакуменко // Материалы V Международной научно-практической конференции «Технологии и продукты здорового питания». - Часть 1. - Москва: ИК МГУПП. - 2007. - С. 56-59.
32. Бакуменко, О.Е. IX Всероссийский конгресс диетологов и нутрициологов «Питание и здоровье» / О.Е. Бакуменко, А.Ф. Доронин // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2008. - № 1. - С. 27-29.
33. Доронин, А.Ф. Технология производства продуктов на зерновой основе для детского и диетического питания на основе БАД / А.Ф. Доронин, С.Н. Панфилова, О.Е. Бакуменко // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты». Часть 2. – Москва: ИК МГУПП. - 2008. - С. 255-261.
34. Байков, В.Г. Обоснование рецептур и технологии биологически активных добавок к пище / В.Г. Байков, О.Е. Бакуменко, В.В. Бессонов // Материалы X Всероссийского конгресса диетологов и нутрициологов «Питание и здоровье». – Москва. - 2008. – С. 7.
35. Бакуменко, О.Е. Функциональные снеки для различных категорий населения / О.Е. Бакуменко // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2008. - № 12 (87). - С. 19-21.
36. Бакуменко, О.Е. Разработка функциональных снеков для учащейся молодежи / О.Е. Бакуменко, Т.В. Иванникова // Материалы VII Международной научно-практической конференции и выставки «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты». – Москва: ИК МГУПП. - 2009. - С. 26-30.
37. Доронин, А.Ф. Проблемы студенческого питания и пути их решения / А.Ф. Доронин, О.Е. Бакуменко // Материалы VII Международной научно-практической конференции и выставки «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты». - Москва: ИК МГУПП. - 2009. - С. 190-195.
38. Первушин, В.В. Функциональные особенности аминокислот в специализированном питании спортсменов / В.В. Первушин, О.Е. Бакуменко // Материалы VII Международной научно-практической конференции и выставке «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты». - Москва: ИК МГУПП. – 2009. - С. 314-318.
39. Васнева, И.К. Правильное питание как метод борьбы со стрессом / И.К. Васнева, О.Е. Бакуменко // Материалы VII Международной научно-практической конференции и выставке «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты». - Москва: ИК МГУПП. – 2009. - С. 115-119.

40. Шатнюк, Л.Н. Разработка концентратов сухих напитков для учащейся молодежи / Л.Н. Шатнюк, О.Е. Бакуменко // *Материалы XI Всероссийского Конгресса диетологов и нутрициологов «Питание и здоровье»*. – Москва. - 2009. - С. 181.
41. Бакуменко, О.Е. Разработка рецептур и технологии продуктов функционального питания на зерновой основе для учащейся молодежи / О.Е. Бакуменко // *Сборник научных трудов МПА: Вып. VII/2; Под ред. В.А. Бутковского*. - Москва: Троицкий мост. - 2009. – С. 126-136.
42. Доронин, А.Ф. Принципы разработки продуктов специализированного назначения для различных возрастных групп / А.Ф. Доронин, О.Е. Бакуменко, С.Н. Панфилова // *Материалы VIII Международной научно-практической конференции и выставки «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты»*. - Москва: ИК МГУПП. - 2010. - С. 63-67.
43. Васнева, И.К. Разработка белкового напитка антистрессовой направленности на основе чечевицы / И.К. Васнева, О.Е. Бакуменко // *Материалы VIII Международной научно-практической конференции и выставки «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты»*. - Москва: ИК МГУПП. - 2010. - С. 12-15.
44. Доронин, А.Ф. Разработка специализированных продуктов для студенческого и спортивного питания / А.Ф. Доронин, О.Е. Бакуменко, В.В. Первушин, И.К. Васнева, О.В. Бессараб // *Сб. трудов Московского государственного университета пищевых производств. Юбилейный выпуск*. -Москва: ИК МГУПП. - 2010. – С. 237-242.
45. Бакуменко, О.Е. Разработка рецептуры зерновых батончиков для спортивного питания / О.Е. Бакуменко, А.Ф. Доронин, В.В. Первушин // *Материалы Научно-практического совещания «Технология, физиология и психология спортивного и экстремального питания»*. – Москва. - 2010. - С. 67-69.
46. Васнева, И.К. Определение оптимальных условий экстрагирования при производстве белкового молока из проращенной чечевицы / И.К. Васнева, О.Е. Бакуменко // *Материалы IX Международной научно-практической конференции «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты»*. - Москва: ИК МГУПП. - 2011. – С. 157-159.
47. Васнева, И.К. Определение условий процесса проращивания чечевицы / И.К. Васнева, О.Е. Бакуменко // *Материалы IX Международной научно-практической конференции «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты»*. - Москва: ИК МГУПП. - 2011. – С. 155-157.
48. Бакуменко, О.Е. Разработка продуктов экструзионной технологии на основе растительного сырья для учащихся вузов / О.Е. Бакуменко, А.Ф. Доронин, С.Н. Панфилова // *Материалы IX Международной научно-практической конференции «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты»*. - Москва: ИК МГУПП. - 2011. – С. 81-84.
49. Первушин, В.В. Определение сохранности витаминов зернового батончика в процессе производства и хранения / В.В. Первушин, О.Е. Бакуменко // *Материалы IX Международной научно-практической конференции «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты»*. - Москва: ИК МГУПП. - 2011. – С. 256-258.
50. Байков, В.Г. Зерновой батончик для питания спортсменов-футболистов / В.Г. Байков, О.Е. Бакуменко // *Материалы XIII Всероссийского Конгресса диетологов и нутрициологов с международным участием «Персонафицированная диетология: настоящее и будущее»*. – Москва. - 2011. – С. - 14.
51. Шатнюк, Л.Н. Экструдированные снеки на основе растительного сырья / Л.Н. Шатнюк, О.Е. Бакуменко // *Материалы XIII Всероссийского Конгресса диетологов и нутрициологов с международным участием «Персонафицированная диетология: настоящее и будущее»*. – Москва. - 2011. – С.- 98.

52. Бакуменко, О.Е. Проблемы подготовки кадров по специальности 260505 «Технология детского и функционального питания / О.Е. Бакуменко, А.Ф. Доронин // Материалы X Международной научно-практической конференции «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты». - Москва: ИК МГУПП. – 2012. – С. 11-13.

53. Бакуменко, О.Е. Инновационные ингредиенты обогащенных продуктов для питания различных возрастных групп населения / О.Е. Бакуменко, Л.Н. Шатнюк // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2013. - № 1. – С. 39-43.

Патенты

54. Патент РФ 2244494 МПК 7 A23 L 1/30, A23 L 1/18, A23 L 1/10 Способ приготовления функционального продукта питания на зерновой основе / Бакуменко О.Е., Доронин А.Ф., Панфилова С.Н., Шендеров Б.А. - № 2004112884/13; заявлен 24.04.2004; опубл. 20.01.2005, Бюл. № 2. – 3 с.

55. Патент РФ 2456809 МПК 51 A23 J 1/14 Способ получения напитка на основе белкового молока / Васнева И.К., Еделев Д.А., Каплин Л.А., Доронин А.Ф., Бакуменко О.Е. - № 2010131851/10; заявлен 29.07.2010; опубл. 27.07.2012, Бюл. № 21. – 8 с.

56. Патент РФ 2468606 МПК 51 A23 L 1/10, A23 L 1/164, A23 G 3/00 Зерновой батончик, содержащий аминокислотный витаминно-минеральный комплекс и способ его производства / Первушин В.В., Еделев Д.А., Каплин Л.А., Доронин А.Ф., Бакуменко О.Е. - № 2010122252/13; заявлен 01.06.2010; опубл. 10.12.2012, Бюл. № 34. – 8 с.

Отдельные издания

57. Бакуменко, О.Е. Образ жизни и питание учащихся ВУЗов: монография / О.Е. Бакуменко, И.К. Васнева, А.Ф. Доронин. – Москва: ИК МГУПП, 2010. – 100 с.

58. Бакуменко, О.Е. Питание спортсменов. Обзорная информация: научное издание / О.Е. Бакуменко, А.Ф. Доронин, Д.А. Еделев, Л.А. Каплин, В.В. Первушин. – Москва: ИК МГУПП, 2010. – 70 с.

59. Бакуменко, О.Е. Технология обогащенных продуктов питания для целевых групп. Научные основы и технология: монография / О.Е. Бакуменко. – Москва: Дели плюс, 2013. – 287 с.

SUMMARY

The scientific substantiation and development of technology rich food to feed students

Scientific solution to the problem of creating rich food supply for students is based on current knowledge in the field of food chemistry and Nutritionists , it is based on a holistic approach involving theoretical and experimental studies, the development and implementation of the methodology for assessing nutritional status , lifestyle and health of students , which enabled justify the choice of products and ingredients for their preparation and to develop new technology of food for the students that can help reduce the deficit of nutrients in the diet and improve their quality of life.

