

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет пищевых
и химических технологий»

Объект авторского права
УДК 664.864

**ЗЕНЬКОВА
МАРИЯ ЛЕОНИДОВНА**

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КОНСЕРВИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ
ЦЕННОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА**

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук
по специальности 05.18.01 Технология обработки, хранения и переработки
злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной
продукции и виноградарства**

Могилев, 2025

Научная работа выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий»

Научный консультант **АКУЛИЧ Александр Васильевич**,
доктор технических наук, профессор, заслуженный изобретатель Республики Беларусь, проректор по научной работе учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий»

Официальные оппоненты: **ЛОВКИС Зенон Валентинович**,
доктор технических наук, профессор, академик Национальной академии наук Беларуси, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, главный научный сотрудник РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»

ЛАБУТИНА Наталья Васильевна,
доктор технических наук, профессор, заведующий научно-исследовательской кафедрой сквозных технологий хлеба и хлебобулочных изделий ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»

МОЙСЕЁНОК Андрей Георгиевич,
доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, заведующий отделом витаминологии и нутрицевтики ГП «Институт биохимии биологически активных соединений Национальной академии наук Беларуси»

Оппонирующая организация **ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского» (ПКУ)**

Защита состоится *10 апреля 2025 года в 12⁰⁰ часов* на заседании совета по защите диссертаций Д 02.17.01 при учреждении образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» по адресу: Республика Беларусь, 212027, г. Могилев, пр-т Шмидта, 3, аудитория 206, e-mail: mail@bgut.by, телефон ученого секретаря +375 222 633541.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий».

Автореферат разослан 18 февраля 2025 года.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций Д 02.17.01,
кандидат технических наук, доцент



Т.Д. Самуйленко

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с положениями Доктрины национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года национальные интересы государства на долгосрочную перспективу заключаются в обеспечении высокого качества питания населения и востребованности белорусской продукции на внутреннем и внешнем рынках. Равным образом и здоровье человека является важнейшей частью национальных приоритетов и современного общества в целом. Так, в Венской декларации о питании и неинфекционных заболеваниях, в контексте политики «Здоровье-2020» (4-5 июля 2013 г., Вена, Австрия), отражены такие проблемы в развитии алиментарно-зависимых заболеваний, как чрезмерное потребление сахаров и низкий уровень потребления пищевых волокон. При создании конкурентоспособных пищевых продуктов с новыми свойствами необходимо учитывать данный аспект. Это диктует необходимость поиска новых сырьевых ресурсов для производства консервированных продуктов, позволяющих минимизировать содержание добавленного сахара, повысить содержание пищевых волокон и производить продукты из натуральных компонентов, с высокой пищевой ценностью и длительным сроком годности. Решение этой важной проблемы возможно за счет использования пророщенного зерна, которое является источником растительного белка, пищевых волокон, природных сахаров, крахмала и позволяет обеспечить работу предприятий консервной промышленности в течение года. Вопрос об использовании пророщенного зерна в производстве консервированных продуктов до настоящего времени не рассматривался. Вместе с тем перспектива научного и практического решения этого вопроса состоит в создании нового направления производства консервированных продуктов, что позволит расширить область использования зернового сырья и разработать новые виды консервированных продуктов, повысить их пищевую ценность.

Изучением научных и практических основ проращивания зерна и использования его в производстве пищевых продуктов занимались Алехина Н.Н., Кузнецова Е.А., Урбанчик Е.Н., Корячкина С.Я., Науменко Н.В., Бережная О.В., Сафронова Т.Н., Чумикина Л.В., Конева М.С., Faltermaier A., Feng H., Lemmens E., Moroni A. V., Xie L., Zhang K. и др.

В связи с этим изучение нового вида сырья и процессов, связанных с его консервированием, является актуальной и важной проблемой. С этой точки зрения представляет интерес создание продуктов, используя QFD (Quality Function Deployment) методологию. Данная методология позволяет детализировать технологический процесс, выявить проблемные места и установить показатели качества продуктов.

В связи с вышеизложенным, решение проблемы выбора и комплексного изучения зернового сырья для создания новых технологий консервированных продуктов и безалкогольных напитков повышенной пищевой ценности с применением QFD методологии, безопасных, конкурентоспособных, с длительным сроком годности имеет важное научно-практическое значение и определяет актуальность диссертационной работы.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с научными программами (проектами), темами. Тема диссертации соответствует приоритетным направлениям научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2021-2025 годы, утвержденным Указом Президента Республики Беларусь от 07.05.2020 г. № 156 (п. 5 Агропромышленные и продовольственные технологии: производство, хранение и переработка сельскохозяйственной продукции).

Диссертационная работа выполнена на кафедре технологии пищевых производств учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», в том числе в рамках тем: «Исследование процессов получения консервированных десертов с использованием пророщенного зерна» ГПНИ № 9 «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность» (подпрограмма № 9.5. «Продовольственная безопасность») по заданию «Исследование направлений и способов использования местного сырья для повышения качества, улучшения потребительских свойств пищевой продукции и придания ей функциональной направленности» (Рег. № НИОКР 20240562); «Исследование процессов ферментации зерна для получения безалкогольных сокосодержащих напитков на фруктовой основе» ГПНИ № 9 «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность» (подпрограмма № 9.5. «Продовольственная безопасность») по заданию «Разработка научно обоснованных решений, обеспечивающих интенсификацию переработки зернового сырья» (Рег. № НИОКР 20213772), а также по заказу концерна «Белгоспищепром» в рамках темы «Разработка технологии и рецептур перспективных консервов из тыквы» (ХД № 2003-07, Рег. № НИОКР 20032749).

Исследования проводились также на кафедре товароведения и экспертизы товаров учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», в том числе в рамках темы «Разработать и внедрить на ОАО «Гамма вкуса» технологию производства и новые виды консервированных продуктов (вторых обеденных блюд) в упаковке из полимерных материалов» (ХД № 2017-1006, Рег. № НИОКР 20171164).

Цель, задачи, объект и предмет исследования. Цель работы – научное обоснование подготовки зернового сырья для использования в консервной промышленности и разработка с применением QFD методологии новых технологий продуктов повышенной пищевой ценности на основе пророщенного зерна, в том числе в сочетании с фруктово-овощным сырьем.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- теоретически обосновать концепцию использования зернового сырья в консервной промышленности;

- разработать критерии оценки качества пророщенного зерна для использования в консервной промышленности;

- исследовать и установить с применением математического моделирования влияние факторов на процесс проращивания зерна; разработать технологию проращивания зерна для консервной промышленности; оценить пищевую ценность зерна в процессе проращивания;

- установить закономерности формирования технологических свойств при проращивании зерна, а также в процессе бланширования и стерилизации;

- разработать принципы создания новых консервированных продуктов на основе их многоуровневого планирования и проектирования с применением QFD методологии;

- установить закономерности изменения пищевой ценности ягод облепихи, смородины черной и плодов тыквы в процессе их гидротермической обработки для создания новых продуктов с пророщенным зерном;

- разработать научные основы технологии консервирования новых продуктов из пророщенного зерна, в том числе в сочетании с фруктами и овощами, с последующей комплексной оценкой их пищевой ценности;

- провести медико-биологические испытания консервированного продукта из пророщенного зерна на лабораторных животных с гиперлипидемией (ожирением);

- провести промышленную апробацию новых технологий получения консервированных продуктов с использованием пророщенного зерна, определить экономический, социальный эффект и конкурентный потенциал продуктов.

Объект исследования – зерно пшеницы и гречихи, способы его подготовки для производства консервированных продуктов; технологические параметры процессов обработки растительного сырья (зерно пшеницы и гречихи, ягоды облепихи и смородины черной, плоды тыквы); методология разработки технологий консервированных продуктов и безалкогольных напитков из нового сырья; качество и безопасность готовой продукции.

Предмет исследования – изучение технологических свойств и химического состава зерна пшеницы и гречихи, ягод облепихи, смородины черной и плодов тыквы; влияние абиотических факторов на процесс проращивания и на качество пророщенного зерна при подготовке к консервированию; формирование качества консервированных продуктов с учетом пожеланий потребителей и приоритета реализации технологических решений; разработка научных положений технологий производства консервированных продуктов с использованием пророщенного зерна, а также фруктов и овощей; закономерности формирования пищевой ценности новой консервированной продукции.

Научная новизна заключается в создании научных основ технологии консервирования пророщенного зерна и методологии разработки новых продуктов повышенной пищевой ценности, базирующихся на полученных новых знаниях о процессах проращивания, бланширования, стерилизации и позволяющих обосновать технологические решения для производства новых консервированных продуктов с содержанием растительного белка, крахмала, пищевых волокон и с пониженным содержанием добавленного сахара на основе закономерностей влияния технологических параметров на изменение качественного состава пророщенного зерна.

Впервые определены закономерности консервирования пророщенного зерна, позволяющие обосновать критерии его качества для консервной промышленности, нормативный статус, изменения технологических свойств в процессе консервирования.

Выявлены зависимости изменения содержания макро- и микронутриентов при подготовке зерна, что обуславливает перспективность его использования для консервной промышленности, в том числе в сочетании с фруктово-овощным сырьем.

Теоретически обоснованы и разработаны научные положения технологии новых консервированных продуктов с повышенным содержанием растительного белка, пищевых волокон и минеральных веществ за счет использования пророщенного зерна. Обосновано и подтверждено повышение пищевой ценности при использовании пророщенного зерна в производстве натуральных консервов, консервированных десертов и безалкогольных напитков.

Впервые в эксперименте *in vivo* доказано снижение холестерина, триглицеридов, липопротеидов низкой плотности и глюкозы в крови; нормализация и снижение массы тела лабораторных животных на модели гиперлипидемии; усиление моторной функции кишечника; установлен низкий гликемический индекс консервированных пророщенных зерен пшеницы, что позволяет рекомендовать их для включения в рацион питания с целью профилактики ожирения и ассоциированных с ним заболеваний.

На основе QFD методологии разработаны матрицы многоуровневого планирования и проектирования технологий новых консервированных продуктов с повышенной пищевой ценностью.

Разработана методология консервирования пророщенного зерна, базирующаяся на новых знаниях о закономерностях процессов проращивания, бланширования и стерилизации, что расширяет область применения зернового сырья в пищевой промышленности.

Новизна технических решений защищена четырьмя патентами на изобретения Республики Беларусь.

Положения, выносимые на защиту

1. Процесс проращивания зерна в консервной промышленности, заключающийся в замачивании подготовленного зерна в воде до влажности 39-42 % в течение 6 ч, а затем аэрировании на воздухе при температуре $20 \pm 0,5$ °С для пшеницы и $25 \pm 0,5$ °С для гречихи в течение 30-42 ч, с периодическим погружением зерна в воду на 1 ч и орошением водой с перемешиванием каждые 3-5 ч, позволяет получить максимальное количество пророщенных зерен у пшеницы ($97,8 \pm 0,5$ %), у гречихи ($99,3 \pm 0,5$ %) и обосновывает критерии качества пророщенного зерна для пищевых целей, включающие внешний вид, вкус, запах, цвет зерна, массовую долю влаги, а также новый показатель качества «*средняя степень проращивания зерна*».

2. Функциональные свойства и повышенная пищевая ценность пророщенного зерна, заключающиеся в содержании функциональных ингредиентов, таких как минеральные вещества (марганец (0,64-2,1 мг/100 г), медь (0,18-0,27 мг/100 г), цинк (1,2-1,9 мг/100 г)), витамин Е (0,537-2,356 мг/100 г), пищевые волокна (у пшеницы 10,5 %, у гречихи – 2,1 %), а также других пищевых веществ, таких как углеводы (суммарно крахмал и сахара 32,9-33,5 %) и белок (5,7-6,5 %), в том числе незаменимые аминокислоты (3836,9-5115,5 мг/100 г), что составляет потенциальную биологическую ценность белка пшеницы и гречихи 64,5 % и 45,25 % соответственно; минеральные вещества (кальций (16,0-34,6 мг/100 г), магний (68,3-98,0 мг/100 г), фосфор (160,0 мг/100 г), калий (174,0-230,0 мг/100 г), натрий (3,4 мг/100 г), железо (1,4-2,2 мг/100 г); витамины (В₁ (0,31-0,59 мг/100 г), В₂ (0,07-0,09 мг/100 г), В₆ (0,09 мг/100 г), пантотеновая кислота (0,40-0,43 мг/100 г), С (до 3,32 мг/100 г)); суммарное содержание органических кислот у пшеницы до 224,9 мг/100 г, у гречихи до 778,6 мг/100 г; суммарное содержание сахаров у пшеницы до 1985 мг/100 г, у гречихи до 2158 мг/100 г), что позволило обосновать пищевую ценность, органолептические и физико-химические свойства консервированных продуктов с использованием пророщенного зерна.

3. Технологические характеристики пророщенного зерна для использования в консервной промышленности – увеличение массы пшеницы на

36±2 % и гречихи на 70±4 %; параметры бланширования пророщенного зерна, позволяющие минимизировать дефекты зерен (для пророщенной пшеницы температура (85-98)±2 °С, продолжительность не более 20 мин, для пророщенной гречихи 98±2 °С не более 3 мин); коэффициент набухания (k) при бланшировании в воде при гидромодуле 1:2 для пшеницы $k_{п}=1,34$, для гречихи $k_{г}=1,2$, при стерилизации для пшеницы $k_{п}=1,12$, для гречихи $k_{г}=1,03$.

4. Матричный способ создания новых консервированных продуктов на основе QFD методологии, включающий алгоритм перевода пожеланий потребителей в их требования, способ стандартизации результатов по шкале от 0 до 10 при определении весомости требований потребителей и технологической оценке потребительских свойств продукта, алгоритм оптимизации показателей качества нового продукта, введение этапа выявления сложностей и усилий по реализации потребительских свойств нового продукта по шкале от 1 до 5, новый подход в оценке соответствия потребительских свойств продукта требованиям потребителей, заключающийся в разработке схемы заполнения центрального сегмента матрицы, методику построения матриц проектирования продукта и технологического процесса, позволяющие обосновать создание новых технологий консервированных продуктов с использованием пророщенного зерна.

5. Новая технология производства натуральных консервов из пророщенного зерна «Зерна пророщенные (пшеница)» с применением QFD методологии, заключающаяся в использовании нового для консервной промышленности сырья, пророщенного при температуре 20±0,5 °С в течение 36-42 ч до средней степени проращивания в значении 3-4 с учетом роста корешков и роста, с минимальным количеством мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (далее КМАФАнМ) (не более 10⁷ КОЕ/г), в промывании пророщенного зерна раствором лимонной кислоты концентрацией 0,1 %, бланшировании при температуре 98±2 °С в течение 10-20 мин, а также в приготовлении заливки, содержащей соль не более 2,5 % и сахар не более 4,5 %, фасовании подготовленного пророщенного зерна и заливки, герметизации и последующей стерилизации, позволяющая получить новый натуральный продукт, содержащий растительный белок (4,45±0,22 %), крахмал (24,23±1,21 %), клетчатку (5,30±2,0 %), минеральные вещества, мг/100 г: кальций (22,0±1,32), магний (32,0±1,92), фосфор (70,0±4,20), калий (66,0±3,96), марганец (0,75±0,05), железо (1,00±0,06), медь (0,089±0,005), цинк (0,65±0,04), с длительным сроком годности – до 3 лет. Результаты комплексной доклинической оценки нового консервированного продукта, позволившие установить его низкий гликемический индекс (38,85±1,75), профилактическое и гипополипидемическое действие, показывающее, что продукт способствует снижению массы лабораторных животных, приводит к увеличению их

выносливости и работоспособности в 1,8 раза по сравнению с контролем, нормализации биохимических показателей крови ммоль/л (холестерина $1,72 \pm 0,12$, триглицеридов $1,52 \pm 0,12$, липопротеидов низкой плотности $0,23 \pm 0,04$, глюкозы $5,90 \pm 0,24$), усилению моторно-эвакуаторной функции кишечника.

6. Новая технология производства десертов с пророщенным зерном и фруктово-овощным пюре, с применением QFD методологии, позволившая уменьшить внесение сахара до 5,2 % и повысить содержание биологически активных веществ (витамины, мг/100 г: E ($0,88-1,11$), B₂ ($0,029-0,031$), B₆ ($0,19-0,27$), пантотеновая кислота ($1,74-3,44$), β-каротин ($0,3-5,22$), минеральные вещества, мг/100 г: калий ($170,0-180,0$), кальций ($17,0-24,0$), натрий ($2,2-4,8$), фосфор ($45,0-50,0$), магний ($21,0-25,0$), железо ($0,60-0,63$), марганец ($0,21-0,38$), цинк ($0,29-0,46$), медь ($0,086-0,087$)), а также растительного белка до 3,3 %, крахмала до 6,1 %, суммарно клетчатки и пектиновых веществ до 3,68 %, что обеспечит население страны продуктами здорового питания и решит вопрос импортозамещения аналогичной продукции.

7. Новая технология безалкогольных напитков из пророщенной гречихи с содержанием в готовом продукте растительного белка $0,74-0,80$ %, клетчатки $0,20-0,23$ %, жирных кислот (пальмитиновой $0,21-0,36$ г/100 см³, олеиновой $0,28-0,39$ г/100 см³), органических кислот $338,9-450,2$ мг/100 см³, сахаров $6,72-8,04$ г/100 см³, заключающаяся в приготовлении водно-зерновой смеси в соотношении (пророщенное зерно:вода) 1:8, ее измельчении, нагревании до температуры не менее 65°C, смешивании с фруктовыми компонентами и сахаром, нагревании при температуре 98 ± 2 °C в течение 1 мин, гомогенизации и ультрапастеризации, позволившая снизить внесение сахара в напиток до 2,5 %.

8. Методология использования зернового сырья в консервной промышленности на примере пшеницы и гречихи, включающая направления исследовательской деятельности, реализация которых позволяет выявить особенности процессов проращивания зерна, его бланширования и стерилизации для получения консервированных продуктов и безалкогольных напитков повышенной пищевой ценности.

Личный вклад соискателя ученой степени в результаты диссертации с отграничением их от соавторов совместных исследований и публикаций. Теоретические и практические результаты диссертационной работы получены лично автором и при его непосредственном участии в качестве исполнителя научно-исследовательских работ и экспериментальных разработок, а также в ходе руководства научной работой магистрантов. Автору принадлежит выбор научно-технического направления, планирование и проведение экспериментальных исследований, статистическая обработка, анализ и обобщение полученных результатов, положенных в основу разработки технологий консервированных продуктов и безалкогольных напитков из нового

сырья. В публикациях, написанных в соавторстве, соискателю принадлежит постановка цели исследований, проведение эксперимента, систематизация и обработка данных, их анализ и пояснения. Совместно с научным консультантом, заслуженным изобретателем Республики Беларусь, д.т.н., профессором Акуличем А.В. осуществлена постановка научной идеи исследования, определены направления исследований и обсуждены полученные результаты.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов. Основные положения и результаты диссертационных исследований были представлены и обсуждались на республиканских и международных научно-технических, научных, научно-практических конференциях, семинарах, форумах и конгрессах: «Техника и технология пищевых производств» (Могилев, 21-22 мая 2009 г., 22-23 апреля 2010 г., 27-28 апреля 2011 г., 23-24 апреля 2015 г., 28-29 апреля 2016 г., 20-21 апреля 2017 г., 19-20 апреля 2018 г., 23-24 апреля 2020 г., 22-23 апреля 2021 г., 21-22 апреля 2022 г., 19-20 апреля 2023 г.); «Плодоовощные консервы – технология, оборудование, качество, безопасность» (Москва-Видное, 2009 г.); «Современные технологии сельскохозяйственного производства» (Гродно, 2009 г., 16 мая 2014 г., 27 марта, 15 мая 2015 г.); «НИРС-2011» (Минск, 18 октября 2011 г.); «Бъдешите изследвания – 2013» (17-25 февруари 2013 г.); «Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость» (Минск, 25-26 сентября 2014 г., 14 мая 2020 г., 19-20 мая 2022 г., 19 мая 2023 г.); «Качество и безопасность продукции: проблемы и пути их решения» (Санкт-Петербург, 4-5 декабря 2014 г.); «Инновационные технологии в пищевой промышленности» (Минск, 4-5 октября 2018 г.); «Молодежь для науки и кооперации: разработки и перспективы» (Гомель-Милоград, 13-15 мая 2015 г.); «Технології харчових продуктів и комбикормів» (Одеса, 25-30 вересня 2017 р., 24-29 вересня 2018 р.); «Наука, питание и здоровье» (Минск, 3-4 октября 2019 г., 24-25 июня 2021 г., 29-30 июня 2023 г.); «Инновации в индустрии питания и сервисе» (Краснодар, 27 ноября 2020 г.); «Наука – образованию, производству, экономике» (Минск, 16-17 марта 2022 г.); «Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений» (Воронеж, 1-2 июля 2022 г.); «Проблемы продовольствия и питания» (Минск, 6-7 октября 2022 г.); «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение» (Воронеж, 15-17 декабря 2022 г., 19-20 октября 2023 г.); «Перспективные технологии продуктов питания на зерновой основе: функциональность, безопасность, качество. Обеспечение продовольствием населения Российской Арктики» (Москва, 29-30 мая 2023 г.); «Перспективные технологии продуктов питания на зерновой основе: функциональность, безопасность, качество» (Москва, 28-29 мая 2024 г.).

Образцы разработанной продукции демонстрировались на международных выставках: «KazAgro/KazFarm-2021» 20-22 октября 2021 г. (г. Нур-Султан, Казахстан), «UzAgroExpo 2021» 24-26 ноября 2021 г. (г. Ташкент, Узбекистан), «Высокие технологии. Инновации. Инвестиции» 26-28 апреля 2022 г. (г. Санкт-Петербург, Россия), «Iran agrofood» 17-20 июня 2022 г. (г. Тегеран, Исламская Республика Иран), на пятой международной выставке импорта 5-10 ноября 2022 г. (г. Шанхай, КНР, дистанционно), «Agro, Food, Drink, Tech EXPO» 18-20 ноября 2022 г. (г. Тбилиси, Грузия), на международной сельскохозяйственной выставке «International Agricultural Trade Fair Novi Sad» 20-26 мая 2023 г. (г. Нови Сад, Сербия).

Промышленные образцы консервов награждены дипломом I степени (с вручением золотой медали) конкурса «Лучший инновационный проект и лучшая научно-техническая разработка года» за разработку консервированного продукта «Зерна пророщенные» (г. Санкт-Петербург, 2022).

Материалы диссертационных исследований включены в образовательный процесс учреждений образования: Белорусский государственный экономический университет, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий и Гродненский государственный аграрный университет.

Опубликованность результатов диссертации. Результаты диссертационных исследований опубликованы в 66 печатных работах, из них – 1 монография, 23 статьи в научных изданиях, включенных в перечень научных изданий Республики Беларусь, утвержденных ВАК, и в иностранных научных изданиях, 5 статей в научных журналах и сборниках научных трудов, 37 публикаций в сборниках материалов конференций и тезисов докладов. Получено 4 патента на изобретения Республики Беларусь.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, 7 глав, выводов, заключения, списка использованных источников, приложений. Диссертация изложена на 320 страницах, в том числе содержит 176 страниц текста, 74 таблицы и 70 рисунков. Объем приложений включает 37 наименований. Список использованных библиографических источников включает 520 наименований, публикации соискателя составляют 70 наименований.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В первой главе представлен аналитический обзор опубликованной информации о современном состоянии и перспективе развития производства консервированных продуктов. Рассмотрены наиболее востребованные консервированные продукты и обобщены сведения по использованию

нетрадиционного сырья для производства консервов [45–А, 54–А, 57–А]. Дана характеристика физиологически ценным ингредиентам, источниками которых являются фрукты и овощи. Акцентируется внимание на том, что ограничен ассортимент консервов из такого сырья, как тыква, облепиха и смородина черная, которые имеют низкую энергетическую ценность и содержат биологически активные вещества [4–А, 11–А, 25–А].

Показана актуальность использования пророщенного зерна в производстве пищевых продуктов. Рассмотрено влияние процесса проращивания зерновых культур на их пищевую ценность, проведен анализ технологий проращивания зерновых культур, выявлено, что способ проращивания зависит от цели использования конечного продукта. Показано, что пророщенное зерно является источником растительного белка, углеводов, в том числе пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ [15–А]. Таким образом, одним из актуальных направлений в развитии консервной промышленности является создание продуктов из пророщенного зерна или с добавлением пророщенного зерна, поскольку, имея относительно невысокую стоимость, данное сырье имеет высокую пищевую ценность и может использоваться в межсезонный период.

Рассмотрены принципы и этапы создания новых продуктов с применением QFD методологии [1–А, 37–А, 39–А, 42–А, 44–А, 48–А]. Отсутствует информация о применении данной методологии в разработке консервированных продуктов. Учитывая высокую пищевую ценность пророщенного зерна и содержание биологически активных веществ во фруктах и овощах, сделано заключение о целесообразности создания консервированных продуктов из нового вида сырья с применением QFD методологии.

Показана необходимость научного обоснования использования пророщенного зерна в технологиях производства консервированных продуктов и безалкогольных напитков.

Во второй главе представлена общая схема проведения исследований (рисунок 1), приведен перечень и характеристика объектов, методов исследований, использованных в диссертации.

Объектами исследования являлись зерна пшеницы и гречихи, способы их подготовки для производства консервированных продуктов; технологические параметры процессов обработки растительного сырья (зерно пшеницы и гречихи, ягоды облепихи и смородины черной, плоды тыквы); методология разработки технологий консервированных продуктов и безалкогольных напитков из нового сырья; качество и безопасность готовой продукции.

В работе использованы стандартные, общепринятые и специальные методы исследований, в том числе методы газовой хроматографии («Хромос ГХ-1000» (Россия), «Trace 1310 ГХ» (Россия)), высокоэффективной жидкостной



Рисунок 1 – Общая схема проведения исследований

хроматографии («Agilent 1200» (Германия), Acella LC (США)), атомно-эмиссионной спектроскопии («Optima 2100 DV» (США)), фотоколориметрии (КФК-3-01МЗ (Россия)).

Доклиническая оценка консервов «Зерна пророщенные (пшеница)» проведена на белых аутбредных крысах линии Wistar и мышах ICR с применением автоматического анализатора крови «Hitachi-902» (Швейцария) и гематологического анализатора крови URIT-VET PLUS 300 (Китай).

Опытно-промышленная апробация нового сырья и новых технологий осуществлена в условиях производства: ОАО «Быховский консервно-овощесушильный завод» (г. Быхов, Могилевской области), ООО «ЛВЛ Эволюшн» (Минская область, Дзержинский район, с/с Станьковский).

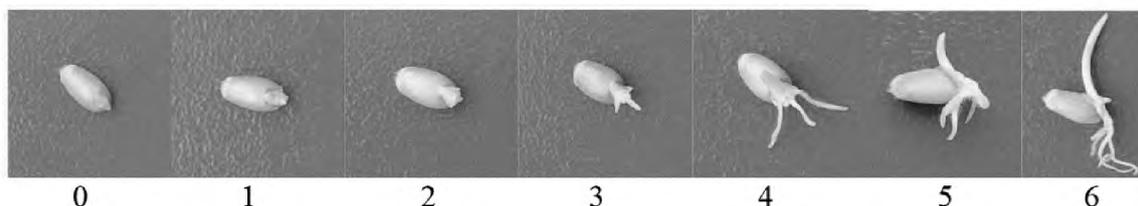
Статистическая обработка экспериментальных данных, графическая интерпретация результатов исследований, математическое планирование экспериментов проведены с помощью программ «Statistika», «MS Excel», «Statgraphics18». Экспериментальные исследования проведены не менее чем в двукратной повторности.

В третьей главе обоснована целесообразность использования пророщенного зернового сырья в производстве консервированных продуктов. Использование пророщенного зерна в различных отраслях пищевой промышленности является перспективным направлением, поэтому термин «*пророщенное зерно*» широко используется в научной литературе. Показано, что к пророщенным относят зерна злаковых, бобовых культур и семена растений, имеющие как зародышевый корешок в виде белой точки, так и зеленый побег. При этом отсутствует нормативный документ, устанавливающий определение к термину «*пророщенное зерно*». В связи с этим предложено для консервной промышленности определение к термину ***пророщенное зерно*** – зерно, содержащее все исходные составляющие, такие как оболочка, зародыш, эндосперм и росток, при этом длина корешка и/или корешков и ростка не превышает длину самого зерна и предназначено для употребления в пищу целиком [15–А]. Данное определение нормативно закреплено в ТУ ВУ 700036606.135-2022 «Зерно пророщенное пищевое. Технические условия».

В научных публикациях под процессом проращивания понимают также биоактивацию, биодеструкцию, ферментацию и соложение зерна. Известно, что к конкретному виду зерна и условиям его проращивания предъявляются определенные требования: зерно должно быть способно к прорастанию при определенной температуре и влажности. В ходе экспериментальных исследований у зернового сырья определяли натуру, крупность, содержание примесей, энергию прорастания и способность прорастания, а также оптимальные условия проращивания зерна (периодичность и продолжительность замачивания,

аэрирования на воздухе и орошения водой) под влиянием различных факторов (температура, влажность зерна, высота слоя зерна). Определено, что зерна пшеницы и гречихи имели энергию прорастания $92,0 \pm 4,6 \%$ и $93,5 \pm 3,2 \%$ соответственно, способность прорастания – $96,0 \pm 1,8 \%$ и $96,3 \pm 1,2 \%$ соответственно, учитывающие процентное содержание зерен, проросших к моменту исследования [10–А, 61–А, 64–А]. Зерна при замачивании в воде в течение 6 ч активно поглощали воду и имели коэффициенты набухания $k_{II}=1,16$ для пшеницы и $k_I=1,29$ для гречихи. При достижении зерном пшеницы влажности $38,9 \pm 1,5 \%$, а гречихи – $41,9 \pm 1,2 \%$ процесс набухания замедлялся, и консистенция зерна становилась мягкой [18–А].

В связи с тем, что отсутствует нормативный документ, устанавливающий показатели качества пророщенного зерна для консервной промышленности, впервые введены критерии оценки качества пророщенного зерна (внешний вид, вкус и запах, цвет, массовая доля влаги, загрязненность и зараженность вредителями хлебных запасов) и оптимизированы параметры технологического процесса проращивания. При проращивании пшеницы и гречихи установлено, что процесс протекает неравномерно, поэтому зерна имеют разный размер корешков и ростков. С этой целью классифицированы степени проращивания зерна пшеницы и гречихи и даны их соответствующие описания на примере пшеницы (рисунок 2).



0 – зерно с отсутствием роста корешка; 1 – зерно с пробивающимся корешком (белая точка размером до 1 мм); 2 – зерно с выходящим из плодовой и семенной оболочек корешком размером 1-2 мм; 3 – зерно, имеющее видимые корешки длиной менее половины длины зерна ($2 \pm 0,5$ мм) и видимый росток 1–2 мм; 4 – зерно с длиной корешков от половины до полной длины зерна, с появляющимися корневыми волосками, росток хорошо различим размером 2-3 мм; 5 – зерно с длинными корешками, покрытыми корневыми волосками, росток белого цвета, имеет длину от половины до полной длины зерновки; 6 – зерно с ростком светло-салатового цвета, больше длины зерновки

Рисунок 2 – Зерна пшеницы по степени проращивания в зависимости от длины корешков и ростка

Для оценки однородности пророщенного зерна впервые введен показатель «средняя степень проращивания зерна» (S_{cp}), который характеризует состав пророщенной массы [1–А, 18–А, 50–А, 70–А] и рассчитывается по формуле (1) как сумма различных фракций в установленной степени проращивания (x), умноженная на количество зерен в i -й фракции (S)

$$S_{\text{ср}} = \sum_{i=0}^n x_i \times \frac{S}{100}, \quad (1)$$

где x – степень проращивания зерна;

S – количество зерен в i -й фракции, шт.;

100 – количество отобранных зерен для исследования, шт.

С целью исследования влияния абиотических факторов на процесс проращивания зерна и установления оптимальных параметров проведена серия экспериментов с применением методов математического моделирования. Получены закономерности и функциональные зависимости, моделирующие процесс проращивания зерна, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты статистической обработки влияния абиотических факторов на процесс проращивания зерна пшеницы и гречихи

Факторы, влияющие на процесс	Управляемые параметры процесса	Выходной параметр (Y)	Уравнения, описывающие процесс проращивания зерна пшеницы (n) и гречихи (g)	R^2
Температура, x – продолжительность проращивания, (6-48) ч	10±0,5 °C	Средняя степень проращивания	$Y_n = -0,0001x^2 + 0,03x + 0,04$	0,97
	15±0,5 °C		$Y_n = 0,03x + 0,12$	0,97
	20±0,5 °C		$Y_n = 0,052x + 0,142$	0,99
	25±0,5 °C		$Y_n = -0,001x^2 + 0,122x + 0,115$	0,97
	30±0,5 °C		$Y_n = -0,0009x^2 + 0,13x - 0,07$	0,99
	10±0,5 °C		$Y_g = -0,0003x^2 + 0,04x + 0,04$	0,98
	15±0,5 °C		$Y_g = 0,03x + 0,2$	0,97
	20±0,5 °C		$Y_g = -0,0004x^2 + 0,08x + 0,05$	0,99
	25±0,5 °C		$Y_g = -0,001x^2 + 0,12x + 0,06$	0,99
	30±0,5 °C		$Y_g = -0,001x^2 + 0,13x + 0,08$	0,98
Температура, высота слоя зерна, x – продолжительность проращивания, (6-48) ч	20±0,5 °C, 200±20 мм	Средняя степень проращивания	$Y_n = 0,001x^2 + 0,01x + 0,5$	0,99
	25±0,5 °C, 200±20 мм		$Y_g = 0,09x - 0,5$	0,99
Температура, высота слоя, x – продолжительность аэрирования на воздухе, (4-40) ч	20±0,5 °C, 200±20 мм	Количество пророщенных зерен, %	$Y_n = -0,11x^2 + 6,74x - 9,7$	0,83
	25±0,5 °C, 200±20 мм		$Y_g = -0,24x^2 + 10,92x - 17,9$	0,99
Температура, высота слоя, x – продолжительность замачивания в воде, (4-24) ч	20±0,5 °C, 200±20 мм,	Потери растворимых сухих веществ, %	$Y_n = 0,02x + 0,2$	0,91
	25±0,5 °C, 200±20 мм		$Y_g = 0,04x + 0,7$	0,96

Установлены оптимальные условия проращивания для пшеницы (температура $20\pm 0,5$ °С, высота слоя 200 ± 20 мм, суммарная продолжительность замачивания зерна 8 ч, продолжительность проращивания в весенне-летний период 42-46 ч) и для гречихи (температура $25\pm 0,5$ °С, высота слоя 200 ± 20 мм, суммарная продолжительность замачивания 8 ч, продолжительность проращивания 36-42 ч) [18–А, 21–А].

Также установлено, что периоды замачивания, аэрирования на воздухе с периодическим перемешиванием и орошением водой влияли на массовую долю пророщенных зерен. Максимальное их количество у пшеницы $97,8\pm 0,5$ % (способ 4) и у гречихи $99,3\pm 0,5$ % (способ 3) достигалось при погружении зерна в воду в течение 6 ч, а затем аэрировании его на воздухе при температуре $20\pm 0,5$ °С для пшеницы и $25\pm 0,5$ °С для гречихи в течение 30-42 ч, периодически погружая зерно в воду на 1 ч и далее орошая водой с перемешиванием через 3-5 ч для поддержания необходимой влажности зерна (рисунок 3) [21–А].



Рисунок 3 – Влияние замачивания, аэрирования и орошения на количество пророщенных зерен пшеницы и гречихи

Исследована интенсивность накопления диоксида углерода (далее CO_2) в зерновой массе при проращивании, и установлено максимальное его значение ($0,39 \text{ см}^3 \text{ CO}_2$ на 1 г зерна) при появлении у пшеницы ростка длиной $2,5\pm 0,5$ мм и ($0,52 \text{ см}^3 \text{ CO}_2$ на 1 г зерна), у гречихи корешка длиной $6,0\pm 1,0$ мм. Получены зависимости, позволяющие прогнозировать интенсивность накопления CO_2 при проращивании у пшеницы и гречихи (рисунок 4).

Изучено изменение пищевой ценности зерна пшеницы и гречихи при проращивании. Результаты содержания белков, жиров и углеводов до и после проращивания представлены на рисунке 5. Установлено, что проращивание приводит к снижению содержания белка, жира и крахмала в диапазоне от 0,1 % до 8,3 % в пересчете на сухое вещество. Это обусловлено тем, что в ходе проращивания происходит потребление резервных компонентов эндосперма

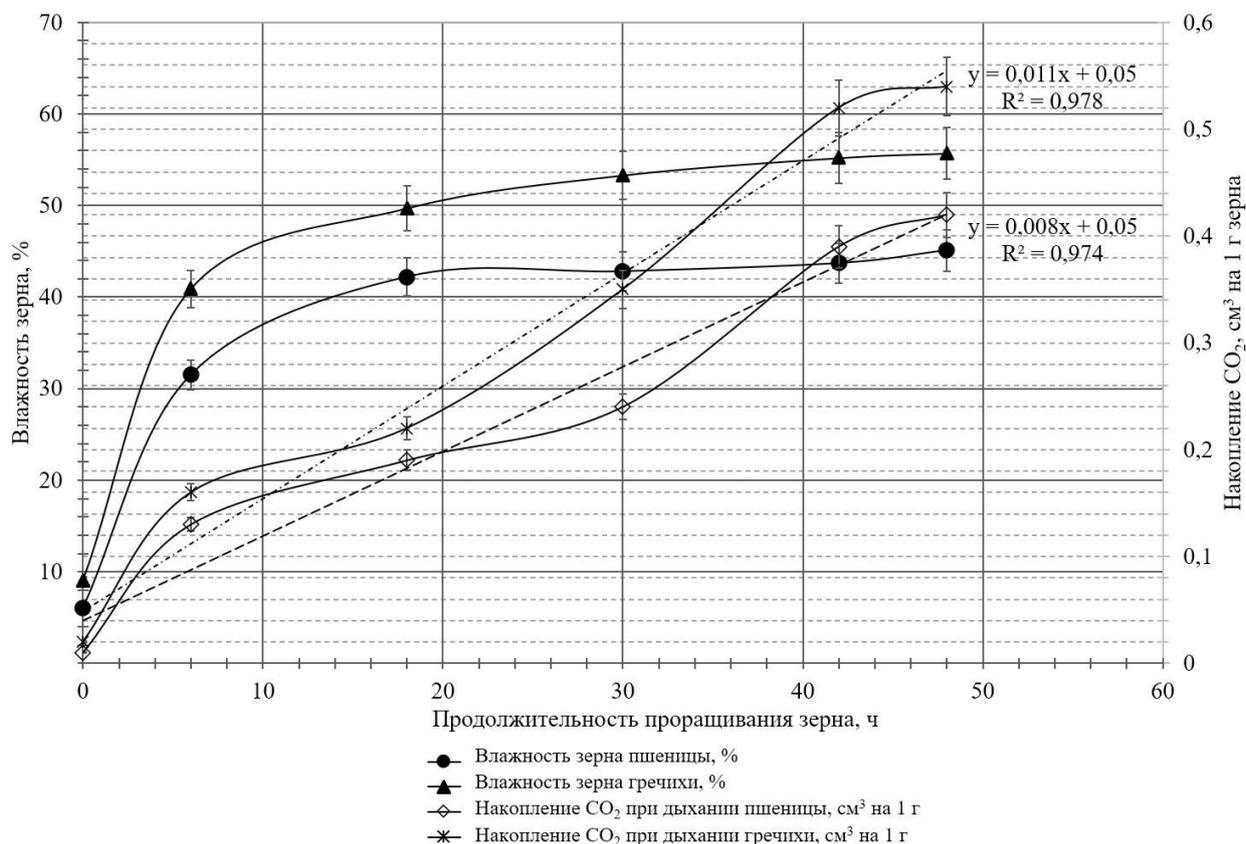


Рисунок 4 – Влияние проращивания на изменение влажности и накопление CO₂ при дыхании зерна пшеницы и гречихи

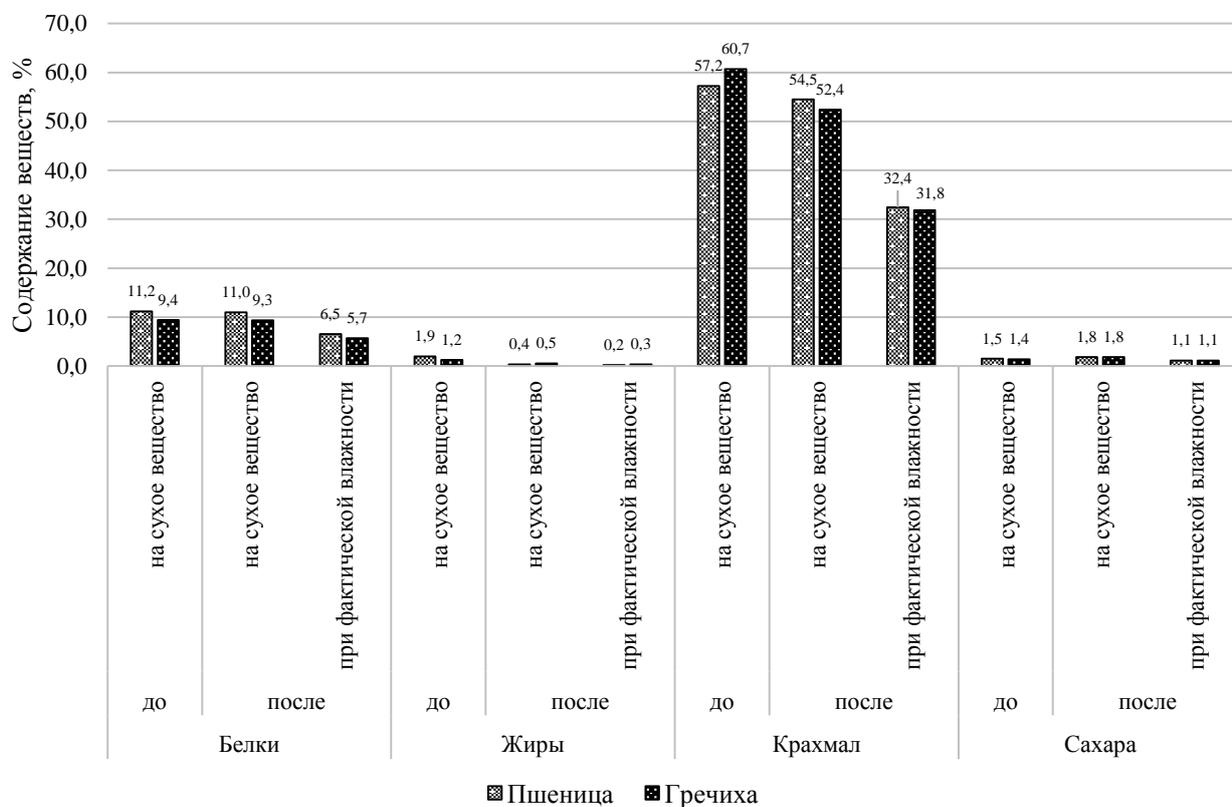


Рисунок 5 – Содержание белков, жиров и углеводов в зерне до и после проращивания

зерна развивающимся ростком. При проращивании увеличивается содержание сахаров на 20,0-28,6 % в пересчете на сухое вещество за счет гидролиза крахмала. При проращивании общее содержание белка уменьшается, однако при пересчете на сухое вещество различие в содержании белка между пророщенными и непророщенными зернами составляет около 2 %. Потери водорастворимых фракций белка при замачивании пшеницы (гидромодуль 1:2) составляют 0,26 % от первоначального значения, а при замачивании гречихи (гидромодуль 1:2) – 0,73 % [10–А, 13–А, 14–А, 17–А, 26–А, 31–А, 36–А].

В результате исследований установлено, что в пророщенном зерне пшеницы и гречихи содержатся все незаменимые аминокислоты и в процентном отношении составляют у пшеницы 20,6 % к общему количеству аминокислот, а у гречихи – 30,5 % (таблица 2).

Таблица 2 – Аминокислотный состав пророщенного зерна пшеницы и гречихи (мг в 100 г, $n=3$, $P<0,05$)

Показатели	Пророщенное зерно пшеницы	Пророщенное зерно гречихи
Незаменимые аминокислоты в том числе:	1325,3±291,6	1686,7±371,1
валин	163,0±35,9	198,3±43,6
изолейцин	111,5±24,5	144,2±31,7
лейцин	415,5±91,4	341,6±75,2
лизин	120,4±26,5	201,8±44,4
метионин + цистин	106,2±23,4	124,4±27,4
треонин	72,3±15,9	72,0±15,8
триптофан	60,0±13,2	92,0±20,2
фенилаланин + тирозин	473,9±104,3	512,4±112,7
Заменимые аминокислоты в том числе:	5115,5±1125,4	3836,9±844,1
аланин	268,6±59,0	508,4±111,8
аргинин	265,4±58,4	466,5±102,6
аспарагиновая кислота	309,4±68,1	464,2±102,1
гистидин	26,7±5,9	22,3±4,9
глицин	281,0±61,8	360,8±79,4
глутаминовая кислота	2456,4±540,4	1097,2±241,4
пролин	958,4±210,8	623,1±137,1
серин	352,1±77,5	294,4±64,8
Общее количество аминокислот	6440,8±1417,0	5523,6±1215,2

Среди заменимых аминокислот отмечено высокое содержание пролина и глутаминовой кислоты. В пророщенном зерне гречихи обнаружено также

высокое суммарное содержание фенилаланина и тирозина ($\approx 30\%$), лейцина ($\approx 20\%$), лизина ($\approx 12\%$) и валина ($\approx 12\%$) по отношению к общему содержанию незаменимых аминокислот. Рассчитан аминокислотный скор, и выявлено, что лимитирующей аминокислотой у пророщенных пшеницы и гречихи является треонин (27,8 % и 31,7 % соответственно). Белок пророщенного зерна является неполноценным по своему аминокислотному составу, но имеет достаточно высокую потенциальную биологическую ценность (пшеница 64,5 %, гречиха 45,3 %) [12–А, 14–А].

Показано, что при проращивании изменяется соотношение моно- и дисахаридов (глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза). Одновременно происходят изменения в количественном и качественном составе органических кислот (таблица 3). Такие изменения указывают на постоянно протекающие в зерне метаболические процессы. Образование и увеличение молочной и лимонной кислот при проращивании зерна может указывать на анаэробный характер дыхания даже в период аэрирования на воздухе [21–А].

Таблица 3 – Изменение содержания сахаров и органических кислот в пшенице и гречихе при проращивании

Наименование веществ	Продолжительность проращивания, ч					
	0	6	18	30	42	48
Пшеница						
<i>Содержание сахаров, мг/100 г</i>						
фруктоза	240,0 \pm 28,3	325,0 \pm 38,4	339,0 \pm 40,0	347,0 \pm 40,9	382,0 \pm 45,1	374,0 \pm 44,1
глюкоза	360,0 \pm 39,2	279,0 \pm 30,4	257,0 \pm 28,0	260,0 \pm 28,3	259,0 \pm 28,2	271,0 \pm 29,5
сахароза	780,0 \pm 89,7	453,0 \pm 52,1	347,0 \pm 39,9	329,0 \pm 37,8	359,0 \pm 41,3	275,0 \pm 31,6
мальтоза	100,0 \pm 10,6	150,0 \pm 15,9	103,0 \pm 10,9	123,0 \pm 13,0	118,0 \pm 12,5	149,0 \pm 15,8
Суммарное содержание (на сухое в-во)	1480,0 (1525,0)	1207,0 (2045,0)	1046,0 (1810,0)	1059,0 (1851,0)	1118,0 (1985,0)	1069,0 (1875,0)
<i>Содержание органических кислот, мг/100 г</i>						
щавелевая	не опред.	4,5 \pm 1,1	4,3 \pm 1,1	2,1 \pm 0,5	не обн.	не обн.
винная	не опред.	170,0 \pm 43,2	150,0 \pm 38,1	185,0 \pm 47,0	132,0 \pm 33,5	149,0 \pm 37,8
яблочная	не опред.	41,4 \pm 10,5	31,5 \pm 8,0	52,9 \pm 13,4	30,5 \pm 7,7	18,6 \pm 4,7
молочная	не опред.	не обн.	не обн.	29,1 \pm 7,6	26,6 \pm 7,0	20,6 \pm 5,4
уксусная	не опред.	21,1 \pm 5,4	15,8 \pm 4,0	22,8 \pm 5,8	19,0 \pm 4,8	18,6 \pm 4,7
лимонная	не опред.	не обн.	не обн.	14,3 \pm 4,3	16,8 \pm 5,1	20,7 \pm 6,2
янтарная	не опред.	не обн.				
Суммарное содержание		237,0	201,6	306,2	224,9	227,5

Продолжение таблицы 3

Наименование веществ	Продолжительность проращивания, ч					
	0	6	18	30	42	48
Гречиха						
<i>Содержание сахаров, мг/100 г</i>						
фруктоза	474,0±55,9	399,0±47,1	456,0±53,8	370,0±43,7	323,0±38,1	295,0±34,8
глюкоза	406,0±44,3	252,0±27,5	361,0±39,3	293,0±31,9	270,0±29,4	235,0±25,6
сахароза	392,0±45,1	440,0±50,6	368,0±42,3	423,0±48,6	551,0±63,4	561,0±64,5
мальтоза	126,0±13,4	101,0±10,7	97,0±10,3	126,0±13,4	151,0±16,0	125,0±13,3
Суммарное содержание (на сухое в-во)	1398,0 (1461,0)	1192,0 (1954,0)	1282,0 (2549,0)	1212,0 (2595,0)	1295,0 (2158,0)	1216,0 (1993,0)
<i>Содержание органических кислот, мг/100 г</i>						
щавелевая	не опред.	17,5±4,4	14,1±3,6	16,0±4,1	10,8±2,7	10,9±2,8
винная	не опред.	97,5±24,8	105±26,7	127,0±32,2	203,0±51,5	224,0±56,9
яблочная	не опред.	69,8±17,7	84,6±21,5	87,4±22,2	111,0±28,2	117,0±29,7
молочная	не опред.	163,0±42,8	173,0±45,4	208,0±54,6	237,0±62,2	266,0±69,8
уксусная	не опред.	117,0±29,8	139,0±35,5	155,0±39,5	188,0±48,0	231,0±58,9
лимонная	не опред.	28,7±8,6	23,4±7,0	18,6±5,6	28,8±8,7	31,6±9,5
янтарная	не опред.	не обн.				
Суммарное содержание		493,5	539,1	612,0	778,6	880,5

Для удовлетворения суточной потребности человека наиболее значимыми минеральными веществами пророщенного зерна являются магний, марганец и цинк (таблица 4). Показано, что при проращивании уменьшается содержание минеральных веществ, за исключением кальция: у пшеницы от 45,0 % до 64,5 %, у гречихи от 45,6 % до 62,2 % [13–А, 21–А].

Таблица 4 – Содержание минеральных веществ в зерне пшеницы и гречихи до и после проращивания (мг в 100 г зерна, $n=2$, $P=0,05$)

Наименование минеральных веществ	Наименование зерна			
	пшеница		гречиха	
	до проращивания	<u>после проращивания</u> в пересчете на сухое вещество	до проращивания	<u>после проращивания</u> в пересчете на сухое вещество
1	2	3	4	5
Кальций	29,0±1,74	<u>34,6±2,07</u> 61,5	13,0±0,78	<u>16,0±0,96</u> 26,7
Магний	140,0±8,4	<u>68,3±4,1</u> 121,3	180,0±10,8	<u>98,0±5,88</u> 163,3

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
Фосфор	350,0±21,0	не иссл.	310,0±18,6	<u>160,0±9,6</u> 266,7
Калий	490,0±29,4	<u>174,0±10,4</u> 309,1	470,0±28,2	<u>230,0±13,8</u> 383,3
Натрий	3,9±0,234	не иссл.	9,0±0,54	<u>3,4±0,204</u> 5,7
Марганец	4,0±0,24	<u>2,1±0,13</u> 3,7	1,2±0,072	<u>0,64±0,0384</u> 1,07
Железо	4,0±0,24	<u>2,2±0,13</u> 3,9	2,6±0,156	<u>1,4±0,084</u> 2,3
Медь	0,47±0,0282	<u>0,18±0,01</u> 0,32	0,56±0,0336	<u>0,27±0,0162</u> 0,45
Цинк	4,3±0,58	<u>1,9±0,11</u> 3,4	2,4±0,144	<u>1,2±0,072</u> 2,0

В таблице 5 приведено содержание витаминов в пшенице и гречихе до и после проращивания.

Таблица 5 – Содержание витаминов в зерне пшеницы и гречихи до и после проращивания (мг в 100 г зерна, $n=2$, $P=0,05$)

Наименование витаминов	Наименование зерна			
	пшеница		гречиха	
	до проращивания	после проращивания в пересчете на сухое вещество	до проращивания	после проращивания в пересчете на сухое вещество
Витамин В ₁ (тиамин)	1,11±0,22	<u>0,59±0,12</u> 1,05	0,36±0,07	<u>0,31±0,06</u> 0,56
Витамин В ₂ (рибофлавин)	0,11±0,02	<u>0,07±0,012</u> 0,13	0,085±0,014	<u>0,088±0,015</u> 0,15
Пантотеновая кислота	0,76±0,04	<u>0,43±0,02</u> 0,77	0,58±0,03	<u>0,40±0,02</u> 0,67
Витамин В ₆ (пиридоксин)	0,09±0,02	<u>0,088±0,020</u> 0,16	0,101±0,020	<u>0,09±0,02</u> 0,15
Витамин С	не обн.	не обн.	0,95±0,05	<u>3,32±0,17</u> 5,53
Витамин Е в том числе:	1,157±0,025	<u>0,537±0,025</u> 0,958	4,45±0,025	<u>2,356±0,025</u> 3,927
α-токоферола	0,839±0,006	<u>0,407±0,006</u> 0,726	0,15±0,006	<u>0,105±0,006</u> 0,175
β-токоферола и γ-токоферола	0,318±0,006	<u>0,130±0,006</u> 0,232	4,10±0,006	<u>2,145±0,006</u> 3,575
δ-токоферола	не обн.	не обн.	0,20±0,01	<u>0,106±0,01</u> 0,177

В пророщенной пшенице не обнаружен витамин С, а в пророщенной гречихе его содержание увеличилось на 49,5 %. При фактической влажности наблюдается снижение витаминов группы В и витамина Е. Однако при пересчете на сухое вещество уровень витамина В₆ повышается от 48,5 % до 77,8 % в зависимости от вида зерна. Следовательно, наиболее значимыми с точки зрения обеспечения человека макро- и микронутриентами, поступающими с пророщенной пшеницей и гречихой, являются белок (5,7-6,5 %), углеводы (суммарно крахмал и сахара 32,9-33,5 %), минеральные вещества (от суточной потребности): магний 17,0-24,5 %, марганец 32,0-105,0 %, цинк 10,0-15,8 %; витамины (от суточной потребности): В₁ (тиамин) 20,7-39,3 %, другие витамины группы В от 3,9 % до 8,7 %, витамин Е 6,4-26,2 % [13–А, 14–А].

Установлено, что пророщенное зерно является источником пищевых волокон и содержит пшеница 10,7 % (в том числе клетчатки 3,5 %), гречиха – 4,1 % (в том числе клетчатки 1,1 %), что составляет от суточной потребности соответственно 35,7 % и 13,7 % [14–А, 18–А].

С целью снижения контаминации зернового сырья в процессе проращивания для обеспечения микробиологической безопасности конечного продукта проведены исследования по изучению влияния противомикробных средств и условий проращивания на микрофлору зерна и подтверждены оптимальные режимы проращивания зерна пшеницы (температура 11-20 °С, продолжительность 12-46 ч) до средней степени проращивания в значении 3-4, при которых КМАФАнМ не превышает 10⁷ КОЕ/г [1–А, 16–А, 49–А].

Установлено, что пророщенная пшеница имеет неоднородный желто-коричневый цвет, крахмалистую консистенцию, мягкую оболочку, запах умеренный пшеничный, с ароматом теста и сена, вкус сладковатый, травянистый, напоминающий вкус кукурузы и сырой фасоли. У пророщенной гречихи кремовый цвет с оттенком зеленого, крахмалистая консистенция, приятный сладковатый вкус и тонкое ореховое послевкусие [17–А, 40–А].

С целью определения норм расхода сырья в консервной промышленности исследованы технологические характеристики пророщенного зерна. Установлено, что масса пророщенной пшеницы увеличивается на 36 % (выход составляет 136 %), что соответствует продолжительности проращивания 36-42 ч; пророщенной гречихи – на 70 % (выход 170 %), что соответствует продолжительности проращивания 30-42 ч [7–А, 18–А, 56–А].

С целью инактивации ферментов, клейстеризации крахмала, снижения контаминации микроорганизмами проведена оптимизация процесса бланширования пророщенного зерна и установлены следующие техно-логические параметры: для пророщенной пшеницы температура (85-98)±2 °С, продолжительность не более 20 мин, для пророщенной гречихи температура 98±2 °С, продолжительность не более 3 мин [1–А, 5–А, 8–А, 24–А].

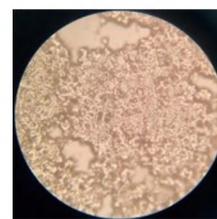
Впервые теоретически обосновано и описано влияние бланширования и стерилизации на трансформацию белка, крахмала и некрахмалистых веществ пророщенного зерна. В ходе экспериментальных исследований установлено, что при бланшировании пророщенного зерна (на примере пшеницы) структура гранул крахмала изменяется и начинает исчезать, что свидетельствует о нарушении молекулярного порядка, разрыве гранул и образовании крахмального клейстера (рисунок 6). В результате набухания и разрыва гранул получается вязкая масса, состоящая из растворенной амилозы и/или амилопектина и мелких гранул крахмала от 5 до 14 % (рисунок 6, б), которые продолжают набухать при стерилизации. Полная клейстеризация крахмала и разрушение гранул в пророщенной пшенице происходит при стерилизации, что указывает на изменение структуры эндосперма (рисунок 6, в).



а – пророщенная пшеница



б – пророщенная пшеница
после бланширования



в – пророщенная пшеница
после стерилизации

Рисунок 6 – Последовательное изменение структуры гранул крахмала пророщенной пшеницы при бланшировании и стерилизации (срез эндосперма, увеличение 40х)

Выявлено, что набухание гранул крахмала при нагревании в присутствии воды оказывает внутреннее давление на стенки клеток семенной оболочки пророщенного зерна и в результате нарушается ее целостность. Данный процесс влияет на внешний вид и консистенцию пророщенного зерна и приводит к появлению треснувших зерен в количестве до 2 % у пророщенной пшеницы и до 36 % у пророщенной гречихи [24–А].

В четвертой главе представлены научные основы разработки технологии нового консервированного продукта из пророщенного зерна с применением QFD методологии, показатели его качества и безопасности, а также результаты медико-биологической оценки. Создание нового консервированного продукта включает составление матриц: планирование продукта, проектирование продукта и проектирование технологического процесса. В структуре матрицы планирования продукта представлены две оси: горизонтальная или *рыночная ось* (представляет требования потребителей, конкурентную продукцию и стратегическое направление разработки нового продукта) и вертикальная или *технологическая ось* (представляет потребительские свойства, показатели качества и безопасности продукта, взаимосвязь между потребительскими свойствами продукта и их технологическим потенциалом, усилия и сложности

при реализации потребительских свойств) [1–А, 44–А, 48–А, 51–А]. По результатам проведенных маркетинговых исследований в матрицу планирования продукта вносили преобразованные требования потребителей. Преобразование представляет алгоритм, где каждое пожелание анализируется отдельно, определяется его важность, формулируются показатели качества, анализируются показатели качества продуктов-конкурентов и определяется, какая функция продукта реализуется через данное требование [1–А, 29–А].

Чтобы установить приоритеты требований при создании нового продукта определяется коэффициент их весомости (K_T). Для определения коэффициента весомости применяли метод попарного сравнения и полученные результаты стандартизировали ($KU_{тр}$) от 1 до 10 по формуле

$$KU_{тр} = \frac{10 \times KU}{KU_{max}}, \quad (2)$$

где KU – количество упоминаний требования;

KU_{max} – наибольшее количество упоминаний в матрице.

Коэффициент весомости требований потребителей (K_T) модифицировали до коэффициента значимости требований потребителей (G) с учетом возможности предприятия. После заполнения рыночной оси матрицы планирования продукта разрабатывали технологическую ось, которая включала: реализацию требований потребителей через потребительские свойства продукта; показатели качества и способ направления их оптимизации. В результате практической апробации методологии впервые предложен подход определения уровня сложности реализации потребительских свойств нового продукта и усилий, необходимых для этого по шкале от 1 (очень легко реализовать; требуются небольшие усилия) до 5 (сложно реализовать; требуется много усилий).

Пройдя пять этапов построения технологической оси, изготавливались модельные образцы и проводилась их дегустация для отбора оптимального варианта. На пересечении рыночной и технологической осей устанавливалась корреляция между требованиями потребителей и потребительскими свойствами нового продукта, показывая наиболее значимые из них. На основании расчета технологических оценок потребительских свойств от 0 до 10 (технологическое решение $T_{п}$ и $T_{о}$) составляли рейтинг реализации потребительских свойств нового консервированного продукта из пророщенного зерна пшеницы.

Впервые предложен алгоритм составления матриц проектирования продукта и технологического процесса нового консервированного продукта из пророщенной пшеницы (рисунки 7, 8) [1–А].

Потребительские свойства продукта	Показатели качества продукта	Особенности состава продукта и технологические аспекты						
		Зерно	Равномерность проращивания зерна	КМАФАнМ в пророщенном зерне, КОЕ/г	Приготовление заливочной жидкости	Использование упаковок предприятия	Коэффициент весомости требований потребителей (Кт)	Коэффициент значимости требований потребителей (С)
Количество поврежденных зерен	не более 20 %	1					6	7
Размер ростка	1,5-3,0 мм	3	9	1			10	10
Цвет зерен	от светло желтого до серо-желтого	3	1				5	4
Содержание соли в продукте	0,8-1,5 %				9		7	5
Содержание сахара в заливке	1,0-4,0 %				9		10	7
Содержание органических кислот	0,05-0,1 %			9			2	1
Содержание основного компонента	не менее 65 %	9	9		1		4	4
Отсутствие микроорганизмов и их спор	промышленная стерильность						9	8
Содержание белка	3 г на 100 г		1		1		1	1
Содержание крахмала	11 г на 100 г		1		1		1	1
Содержание пищевых волокон	не менее 1 %		1				5	4
Срок годности	не менее 1 год						4	4
Эргономичность упаковки	наличие съёмной крышки*					9	2	2
Технологическое решение (Тп)		87	138	28	159	18		
Стандартизированное значение (Тнорм)		5	9	2	10	1		
Технологическое решение (То)		85	136	19	114	18		
Стандартизированное значение (Тнорм)		6	10	1	8	1		
*съемная крышка – это крышка, предназначенная для использования несколько раз в период хранения продукта								

Рисунок 7 – Матрица проектирования нового консервированного продукта из пророщенной пшеницы

В данных матрицах не рассматривали отдельно рыночную и технологическую оси, а на технологическом уровне реализовывали и контролировали потребительские свойства продукта. Если в матрице проектирования продукта отсутствовала корреляция между потребительским свойством и составом продукта, а также технологическим аспектом, то

потребительское свойство переносилось на уровень проектирования технологического процесса. На уровне проектирования технологического процесса определяли технологические операции, оптимизировали параметры и выбирали методы их контроля (рисунок 8).

Характеристики продукта	Технологические параметры	Технологические особенности											Коэффициент весомости требований потребителей (Кт)	Коэффициент значимости требований потребителей (Г)	
		Мойка зерна	Температура проращивания	Продолжительность проращивания	Продолжительность аэрирования	Промывание зерна раст-м орг. кислот	Средняя степень проращивания	Блапширование	Количество соли	Содержание рств* в заливке	Упаковка продукта	Стерилизация			Условия хранения
Показатели качества продукта		1-2 минуты	20±0,5 °С	42-46 часов	6-12 часов	0,1%	2-3	не более 20 мл/г	1,5-2,5%	не более 4,5%	0,2-0,42 дм³	температура, давление, продолжительность	0-25 °С, влажность не более 7,5%		
Зерно	не ниже 2 класса	3												5	6
Размер ростка	1,5-3,0 мм		9	9	3									10	10
Равномерность проращивания зерна			9	3	9		9							9	10
КМАФАнМ в пророшенном зерне	КОЕ/г	9	9	3	3	9		9						2	1
Количество поврежденных зерен	не более 20 %							9				1		6	7
Приготовление заливочной жидкости									9	9				10	8
Цвет зерен	от светло желтого до серо-желтого	1					3	3						5	4
Содержание сахара в заливке	1,0-4,0 %									9				10	7
Использование упаковок предприятия														1	1
Содержание основного компонента	не менее 65 %										9			4	4
Отсутствие мо и их спор	промышленная стерильность										3	9		9	8
Срок годности	не менее 1 год											9	9	4	4
Уровень сложности		1	3	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Усилия		1	1	1	3	1	5	1	1	1	3	5	1		
Технологическое решение (Тп)		38	189	123	117	18	96	87	90	180	63	123	36		
Стандартизированное значение (Тнорм)		2	10	7	6	1	5	5	5	10	3	7	2		
Технологическое решение (То)		31	189	123	123	9	102	84	72	135	60	115	36		
Стандартизированное значение (Тнорм)		2	10	7	7	0	5	4	4	7	3	6	2		

*рств - растворимые сухие вещества

Рисунок 8 – Матрица проектирования технологического процесса нового консервированного продукта из пророшенной пшеницы

На основании заполнения матриц планирования, проектирования продукта и технологического процесса строили схему технологического процесса производства новых консервов «Зерна пророшенные (пшеница)» (рисунок 9) [1–А, 5–А, 58–А]. На способ производства консервированного продукта из зерна

пшеницы получен патент на изобретение Республики Беларусь [67–А]. Утверждена программа и методика по внедрению зернового сырья для производства консервов, разработана программа технологического процесса производства нового консервированного продукта из пророщенной пшеницы с учетом периодичности процесса, полный цикл которого составляет не более 48 ч, произведена выработка опытной партии консервов «Зерна пророщенные (пшеница)», исследованы показатели качества и пищевой ценности нового консервированного продукта (таблица 6).

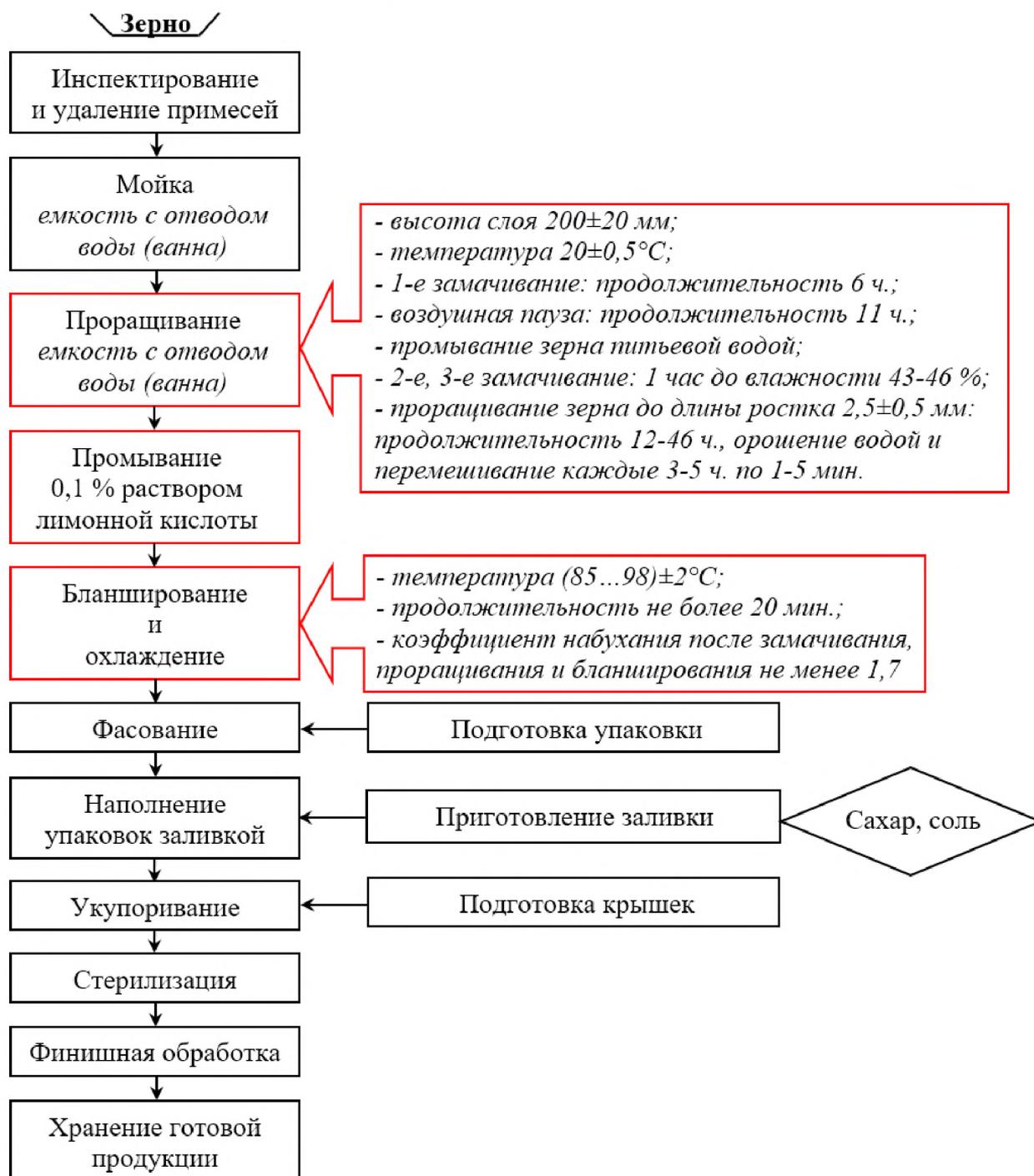


Рисунок 9 – Технологический процесс производства консервов «Зерна пророщенные (пшеница)»

Таблица 6 – Показатели качества и пищевой ценности консервов «Зерна пророщенные (пшеница)»

Наименование показателей	Содержание в пророщенной пшенице без заливки	
Массовая доля белка, %	4,45±0,22	
<i>Аминокислотный состав, мг на 100 г</i>		
<i>Незаменимые аминокислоты, в том числе:</i>	<i>1021,4±224,7</i>	
валин	104,1±22,9	
изолейцин	78,2±17,2	
лейцин	304,8±67,1	
лизин	80,2±17,6	
метионин + цистин	66,3±14,6	
треонин	43,3±9,5	
триптофан	21,9±4,8	
фенилаланин+ тирозин	308,1±67,8	
<i>Заменимые аминокислоты, в том числе:</i>	<i>3204,0±704,9</i>	
аланин	174,4±38,4	
аргинин	195,5±43,0	
аспарагиновая кислота	240,7±53,0	
гистидин	не обнаружено	
глицин	219,7±48,3	
глутаминовая кислота	1523,2±335,1	
пролин	609,3±134,1	
серин	241,2±53,1	
<i>Общее количество аминокислот</i>	<i>4225,4±929,6</i>	
<i>Потенциальная биологическая ценность белка, %</i>	<i>68,3</i>	
Массовая доля жира, %	0,09±0,02	
Массовая доля сахаров, %		
общих	0,83±0,50	
редуцирующих	0,52±0,34	
Массовая доля крахмала, %	24,23±1,21	
Массовая доля клетчатки, %	5,30±2,0	
Активная кислотность (рН)	5,75±0,5	
Зольность, %	1,5±0,5	
<i>Минеральный состав, мг на 100 г</i>		
Кальций	1000,0*	22,0 ±1,32
Магний	400,0*	32,0±1,92
Фосфор	800,0*	70,0±4,20
Калий	2500,0*	66,0±3,96
Марганец	2,0*	0,75±0,05
Железо	10,0* и 18,0*	1,00±0,06
Медь	1,0*	0,089±0,005
Цинк	12,0*	0,65±0,04
Натрий	не нормируется	480,0±28,8
* – нормы физиологических потребностей в минеральных веществах для мужчин и женщин 18-59 лет (в сутки)		

В 100 г консервированного пророщенного зерна содержится растительный белок (4,45 %), крахмал (24,23 %), клетчатка (5,30 %), в среднем около 37,5 % марганца от суточной потребности и 5,4 % цинка. Потенциальная биологическая ценность белка консервированной пророщенной пшеницы без заливки составляет 68,3 % [9–А, 13–А, 24–А, 32–А, 33–А, 35–А, 58–А, 59–А, 60–А].

Разработаны рецептуры и технологические карты блюд и кулинарных изделий для общественного питания [6–А, 7–А]. Новый рецептурный ингредиент, консервированное пророщенное зерно пшеницы, внедрен в производство кулинарной продукции ЗАО «Универсам «Центральный».

По результатам доклинических лабораторных испытаний установлено, что в условиях экспериментальной гиперлипидемии, длительное введение в пищу консервов «Зерна пророщенные (пшеница)» не изменяли функционального состояния органов и систем организма подопытных животных, не влияли на индекс внутренних органов (печень, сердце, почки, селезенка), что свидетельствует о безопасности применения данного продукта питания. Употребление в пищу пророщенной пшеницы способствовало нормализации и снижению массы лабораторных животных. Применение диеты с содержанием растительного белка и высоким содержанием пищевых волокон в течение четырех недель приводило к увеличению выносливости и работоспособности лабораторных животных (длительность плавания крыс с грузом в 1,8 раза выше по сравнению с контролем). При анализе биохимических показателей крови установлено положительное влияние консервов «Зерна пророщенные (пшеница)» на нормализацию обменных процессов в организме животных за счет снижения уровня холестерина до $1,72 \pm 0,12$ ммоль/л, триглицеридов до $1,52 \pm 0,12$ ммоль/л, липопротеидов низкой плотности до $0,23 \pm 0,04$ ммоль/л и глюкозы крови до $5,90 \pm 0,24$ ммоль/л по сравнению с контролем. Употребление в пищу консервов не вызывало дисфункцию тонкого кишечника, усиливало моторно-эвакуаторную функцию кишечника. Определен гликемический индекс нового продукта ($38,85 \pm 1,75$) и установлено, что он понижал коэффициент Бодуэна до $1,06 \pm 0,02$ по сравнению с контролем ($1,78 \pm 0,13$), поэтому новый продукт относится к продуктам с низким гликемическим индексом [22–А, 53–А].

В пятой главе представлены результаты исследований пищевой ценности ягод облепихи, смородины черной, плодов тыквы, влияние гидротермической обработки на выход и качество пюре для разработки нового ассортимента консервированных продуктов из пророщенного зерна в сочетании с фруктами и овощами. Определено использование тыквы, ягод облепихи и смородины черной в качестве сырья, содержащего полезные вещества [3–А, 4–А, 11–А, 25–А]. Низкое содержание азотистых веществ в ягодах и тыкве (от 0,13 % до 0,36 %) свидетельствует о том, что данный вид растительного сырья, в отличие от пророщенного зерна (глава 3), не играет значительной роли в обеспечении

пищевых продуктов белком. Исследуемые ягоды облепихи и смородины черной, а также плоды тыквы являются безопасным источником натуральных ингредиентов, таких как антиоксиданты (β -каротин от 3,06 до 7,8 мг на 100 г, витамин С от 8 до 209,0 мг на 100 г и витамин Е до 4,4 мг на 100 г), пищевые волокна (пектиновые вещества от 0,36 до 1,28 %, клетчатка от 2,3 до 4,8 %), полиненасыщенные жирные кислоты (эйкозеновая, линоленовая, линолевая, пальмитолеиновая, олеиновая), минеральные вещества, мг/100 г: калий (110,3-239,0), кальций (6,2-39,5), фосфор (5,6-21,9), натрий (6,3-22,7), магний (6,87-19,70), железо (0,43-0,78), марганец (0,04-0,10), медь (0,041-0,064), цинк (0,10-0,12).

Изучено влияние гидротермической обработки растительного сырья на выход (рисунок 10) и химический состав пюре (таблица 7).

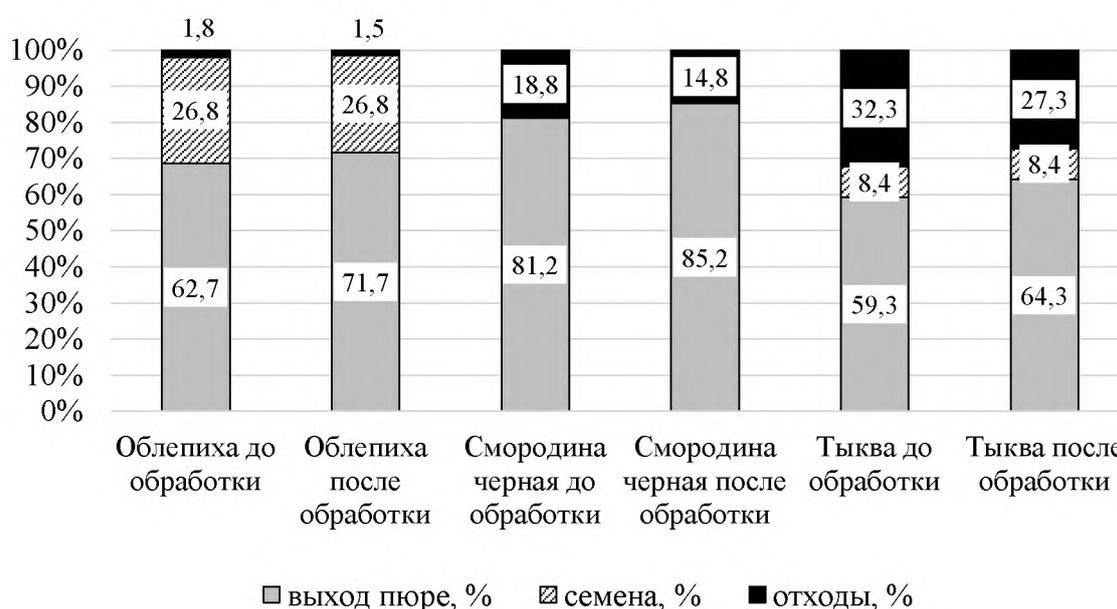


Рисунок 10 – Влияние гидротермической обработки на выход пюре из ягод облепихи, смородины черной и плодов тыквы

Установлено, что бланширование ягод облепихи в облепиховом соке, по сравнению со свежим сырьем, позволяет увеличить содержание растворимых сухих веществ на 0,6 %, органических кислот на 0,4 % за счет содержания их в добавленном облепиховом соке. Потери витамина С при бланшировании в облепиховом соке составили 20,5 %, β -каротина – до 7,7 %. При обработке ягод смородины черной и плодов тыквы в воде показатели химического состава пюре снижаются от 1,3 % до 35,7 % в зависимости от показателя. Однако содержание в исследуемом сырье и полученном пюре полиненасыщенных жирных кислот (облепиха), пектиновых веществ, клетчатки, витамина С и β -каротина, полифенольных веществ (смородина черная) свидетельствует о возможности их использования в производстве пищевых продуктов функциональной направленности [2–А, 3–А, 4–А, 11–А, 25–А, 47–А].

Таблица 7 – Химический состав пюре из ягод облепихи, смородины черной и плодов тыквы

Наименование показателей	Пюре из сырья		
	облепиха	смородина черная	тыква
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	8,30±0,42	13,0±0,65	5,00±0,22
Массовая доля титруемых кислот (в пересчёте на яблочную), %	2,00±0,10	3,0±0,15	0,10±0,005
Массовая доля сахаров, %	4,08±0,02	9,50±0,48	4,0±0,20
Массовая доля жира, %	3,58±0,011	не исслед.	не исслед.
Массовая доля белка, %	1,19±0,0020	0,69±0,003	0,81±0,003
Массовая доля крахмала, %	не обн.	не обн.	не обн.
Массовая доля пектиновых веществ, %	0,28±0,02	1,40±0,07	0,30±0,05
Массовая доля клетчатки, %	1,50±0,08	2,4±0,12	1,80±0,19
Массовая доля золы, %	0,13±0,007	0,36±0,02	0,27±0,01
Содержание витамина С, мг/100 г	48,50±1,50	159,9±8,00	не обн.
Содержание β-каротина, мг/100 г	7,20±0,36	не исслед.	2,60±0,13
Сумма дубильных и красящих веществ, мг/100 г	не исслед.	250,00±12,5	не исслед.

С целью расширения ассортимента консервированной продукции разработаны технологические инструкции и рецептуры на напитки и нектары из облепихи, смородины черной и тыквы [2–А, 3–А, 4–А, 54–А, 55–А]. Составлены профили флейвора разработанной продукции, исследованы показатели ее качества и безопасности, в том числе при хранении. Установлены критерии идентификации для соковой продукции [30–А]. Разработанный ассортимент продуктов из облепихи, смородины черной и тыквы имеет в составе натуральные физиологически функциональные ингредиенты в количествах от 10 % до 30 % суточной потребности организма человека: β-каротин, пищевые волокна (пектиновые вещества, клетчатка), минеральные вещества [3–А, 4–А].

В шестой главе представлены исследования по разработке технологий новых консервированных продуктов с использованием пророщенного зерна пшеницы и гречихи в сочетании с фруктово-овощным сырьем и последующей комплексной оценкой их пищевой ценности. Направления использования пророщенного зерна в производстве консервированных продуктов представлены на рисунке 11 [17–А, 20–А, 27–А, 34–А, 43–А, 45–А, 50–А, 52–А, 62–А, 63–А, 66–А].

Применяя QFD методологию разработаны технологии десертов и безалкогольных напитков. При разработке технологий обоснованы соотношения пророщенного зерна, фруктовых и других компонентов рецептур, параметры технологического процесса и контролируемые показатели качества продуктов.

Анализ полученных технологических решений при разработке десертов показал, что приоритет в реализации принадлежит следующим потребительским свойствам: «наличие целых пророщенных зерен», «содержание белка», «содержание крахмала» [37–А, 39–А, 44–А].

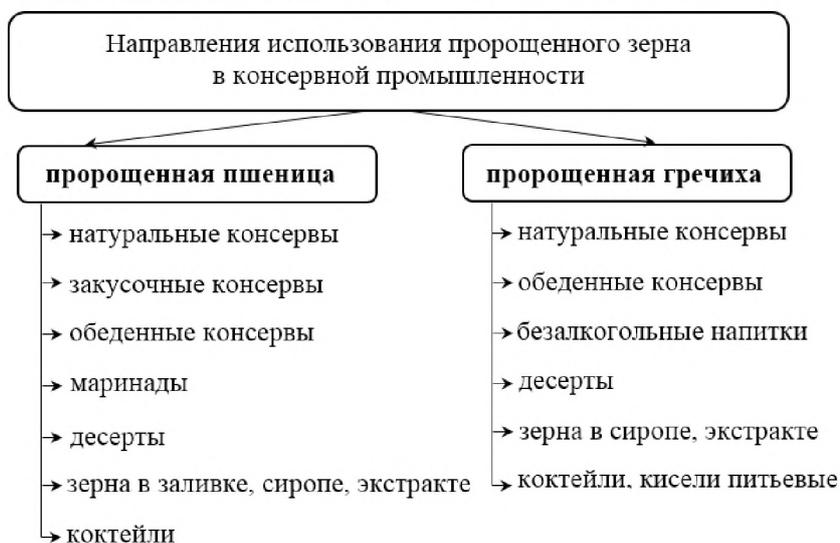


Рисунок 11 – Направления использования пророщенного зерна в консервной промышленности

За счет пророщенного зерна внесение сахара в десерты составляет не более 5,2 %.

Технологический процесс производства десертов с пророщенным зерном представлен на рисунке 12 [20–А, 27–А, 43–А, 63–А]. На способ получения консервированного десерта с пророщенным зерном получен патент на

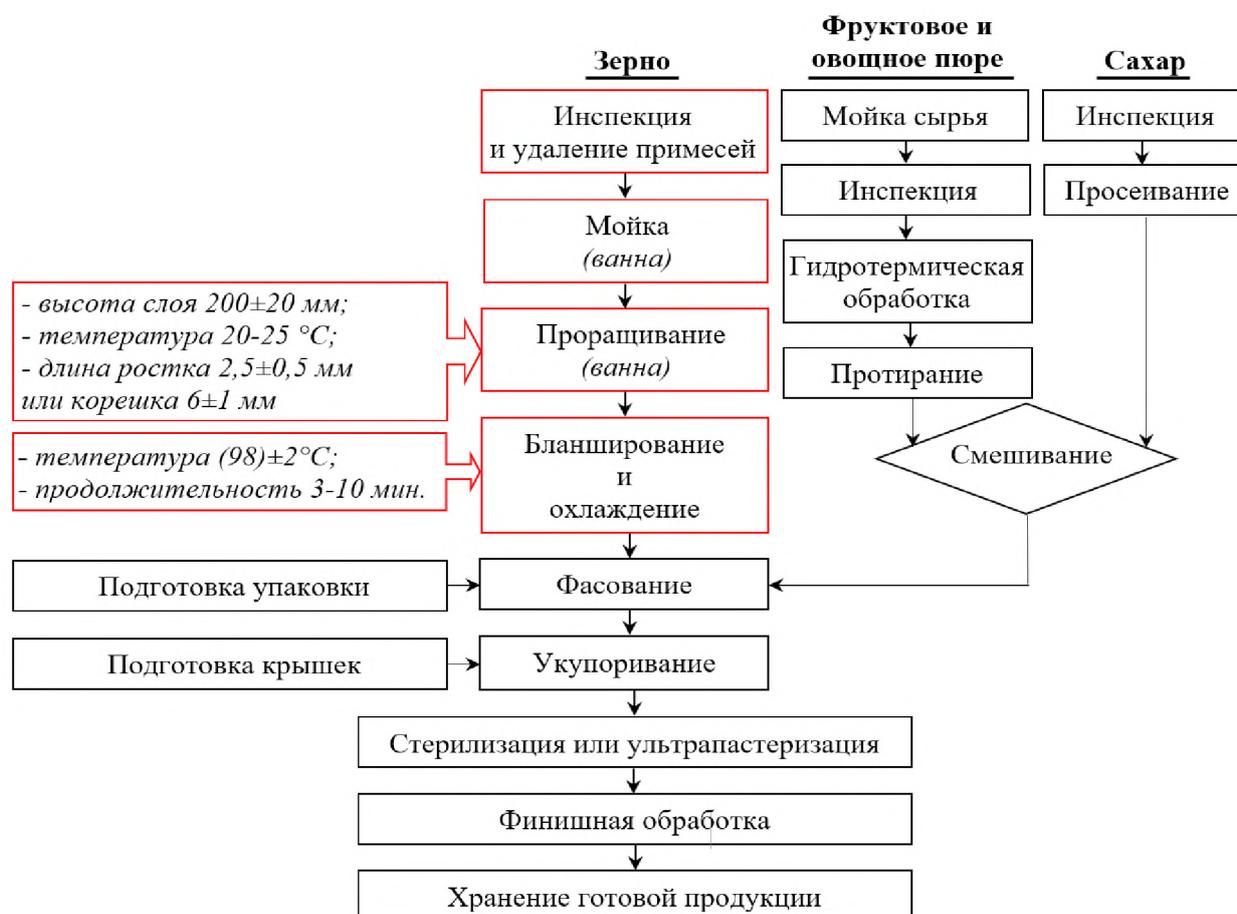


Рисунок 12 – Технологический процесс производства консервированных десертов с пророщенным зерном

изобретение Республики Беларусь [69–А]. Новая технология консервированных десертов с пророщенным зерном и облепихой внедрена на ООО «ЛВЛ Эволюшн».

Полученные десерты имеют не только высокие органолептические характеристики, но и содержат биологически активные вещества (витамин Е, витамины В₂ и В₆, β-каротин, минеральные вещества (калий, магний, марганец, цинк и др.)), растительный белок, крахмал, пищевые волокна (таблицы 8) [20–А, 63–А].

Таблица 8 – Показатели качества и пищевой ценности десертов фруктовых с пророщенным зерном

Наименование показателей	Десерт фруктовый с облепихой и пророщенной пшеницей	Десерт фруктовый со смородиной черной и пророщенной гречихой
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	11,20±0,20	11,6±0,20
Массовая доля титруемых кислот (на яблочную), %	0,69±0,03	0,46±0,02
Массовая доля жира, %	0,92±0,05	не обн.
Массовая доля белка, %	3,3±0,1	2,1±0,1
Массовая доля крахмала, %	4,8±0,2	6,1±0,3
Массовая доля пектиновых веществ, %	0,36±0,02	0,51±0,03
Массовая доля клетчатки, %	3,32±0,17	1,81±0,09
Содержание витаминов, мг/100г:		
С (аскорбиновая кислота)	не обн.	15,4±0,77
В ₁ (тиамин)	не обн.	не обн.
В ₂ (рибофлавин)	0,031±0,005	0,0294±0,005
Пантотеновая кислота	3,44±5,30	1,74±5,3
В ₆ (пиридоксин)	0,191±0,020	0,268±0,020
Е (токоферолы)	1,11±0,025	0,88±0,025
Содержание β-каротина, мг/100г	5,22±0,26	0,30±0,02
Сумма дубильных и красящих веществ, мг/100 г	не опред.	42,80±2,14
Минеральный состав, мг на 100 г		
Кальций	17,00±1,02	24,00±1,44
Фосфор	45,00±2,70	50,00±3,00
Магний	21,00±1,26	25,00±1,50
Калий	170,00±10,20	180±10,80
Натрий	4,80±0,29	2,20±0,13
Железо	0,60±0,036	0,63±0,038
Цинк	0,46±0,028	0,29±0,017
Медь	0,087±0,005	0,086±0,005
Марганец	0,38±0,023	0,21±0,013
Селен	<0,1	<0,1

Разработана технология безалкогольных напитков из пророщенной гречихи с фруктовым компонентом, которая включает замачивание и проращивание обрушенного зерна гречихи при температуре $25\pm 0,5$ °С до длины корешка 6 ± 1 мм, мокрое измельчение пророщенного зерна на протирочной машине с диаметром отверстий сит $0,8-1,2$ мм, смешивание с водой, подогрев при температуре не менее 65 °С в течение 3 мин, добавление рецептурных компонентов, подогрев при температуре 98 ± 2 °С в течение 1 мин, гомогенизирование, ультрапастеризацию и асептическое упаковывание (рисунок 13) [19–А, 28–А, 37–А, 38–А, 41–А, 46–А, 49–А, 52–А, 65–А, 66–А].



Рисунок 13 – Технологический процесс производства безалкогольных напитков из пророщенной гречихи с фруктовым компонентом

Исследовано влияние рецептурного состава напитков и термической обработки на образование осадка при хранении образцов. Показана целесообразность добавления в безалкогольные напитки фруктовых компонентов, которые придают им приятный освежающий вкус и фруктовый аромат. Для изменения консистенции и повышения стабильности безалкогольных напитков при хранении смесь нагревают при температуре 98 ± 2 °С в течение 1 мин и гомогенизируют. Количество внесенного сахара в безалкогольные напитки составляет не более 2,5 %.

Модельные образцы напитков из пророщенной гречихи с фруктовым компонентом изготовлены без использования стабилизаторов, эмульгаторов, консервантов и других пищевых добавок. Показатели качества и пищевой ценности модельных образцов безалкогольных напитков из пророщенной гречихи с фруктовым компонентом после хранения представлены в таблице 9 [19–А].

Таблица 9 – Показатели качества и пищевой ценности безалкогольных напитков из пророщенной гречихи с фруктовым компонентом

Наименование показателя	Напиток гречневый с облепихой	Напиток гречневый с смородиной черной
Массовая доля сухих веществ, %	11,2±0,1	10,8±0,1
Кислотность, см ³ раствора гидроокиси натрия 1 моль/дм ³ , израсходованного на титрование 100 см ³ напитка	2,9±0,2	2,4±0,2
рН	3,8	4,5
Массовая доля белка, %	0,8±0,05	0,74±0,05
Массовая доля клетчатки, %	0,16±0,04	0,20±0,02
Фруктоза, г на 100 см ³	1,78±0,01	1,22±0,01
Глюкоза, г на 100 см ³	2,41±0,06	1,05±0,02
Сахароза, г на 100 см ³	3,85±0,08	4,45±0,02
Мальтоза, г на 100 см ³	не обн.	не обн.
<i>Органические кислоты, мг на 100 см³</i>		
Щавелевая	7,25±0,08	4,33±0,08
Винная	117,72±1,69	5,39±0,02
Яблочная	290,97±5,16	88,55±0,07
Молочная	14,00±0,32	не обн.
Уксусная	6,88±0,04	не обн.
Лимонная	10,11±0,04	240,64±0,43
Янтарная	не обн.	не обн.
Зольность, %	0,07	0,08
<i>Минеральный состав, мг на 100 см³</i>		
Кальций	2,80	4,10
Фосфор	8,60	12,00
Магний	4,40	6,90
Калий	42,00	41,00
Натрий	4,10	3,70
Железо	0,10	0,10
Цинк	0,20	0,20
Медь	0,23	0,22
Марганец	0,04	0,06
Селен	<0,1	<0,1

В готовых напитках с облепихой и смородиной черной установлено содержание белка (0,74 и 0,80 %), в том числе аминокислот мг на 100 см³ (лейцин 0,32±0,06, лизин 0,12±0,02, метионин и цистин 0,08±0,01, фенилаланин и тирозин 0,24±0,05), клетчатки 0,16 и 0,20 %, сахаров 8,04 и 6,72 г/100 см³. Наибольшую часть от общего количества органических кислот в безалкогольном гречневом напитке с облепихой составляет яблочная кислота (290,97 мг/100 см³), а в напитке со смородиной черной – лимонная кислота (240,64 мг/100 см³). В 100 см³ напитка с облепихой и смородиной черной содержится соответственно калий 42,0 и 41,0 мг, кальций 2,8 и 4,1 мг, фосфор 8,6 и 12,0 мг, магний 4,4 и 6,9 мг, железо 0,1 мг, медь 0,23 и 0,22 мг, марганец 0,04 и 0,06 мг, цинк 0,20 мг.

Установлены критерии натуральности безалкогольных напитков из пророщенной гречихи с облепихой по содержанию жирных кислот (пальмитиновой 0,21-0,36 г/100 см³, олеиновой 0,28-0,39 г/100 см³) и органических кислот 338,9-450,2 мг/100 см³ [19–А, 47–А, 52–А].

На способ получения безалкогольного напитка из пророщенной гречихи получен патент на изобретение Республики Беларусь [68–А].

В седьмой главе проведена оценка уровня качества новых видов консервов промышленной выработки «Зерна пророщенные (пшеница)», «Десерт фруктовый с облепихой и пророщенной гречихой», которая включает определение номенклатуры единичных показателей качества, разработку балльных шкал, выбор объектов сравнения, проведение экспертной оценки, установление градации качества.

Определен уровень качества новых консервированных продуктов по отношению к базовым образцам («Консервы натуральные. Кукуруза сладкая в зернах в вакуумной упаковке. Продукт стерилизованный»; товарный знак «Globus», изготовитель – ООО «Бондюэль-Кубань», Россия и «Десерт фруктовый голубика-яблоко-черная смородина-банан, обогащенный пребиотиком гуммиарабик (пищевое волокно Фибрегам В)»; товарный знак «BioNergy», изготовитель – ООО ТПК «САВА», Россия), который составляет для консервов «Зерна пророщенные (пшеница)» 0,979, для консервов «Десерт фруктовый с облепихой и пророщенной гречихой» – 0,947 [23–А].

По результатам расчета основных показателей экономической эффективности выпуска новых консервированных продуктов установлено, что себестоимость консервов «Зерна пророщенные (пшеница)» составила 0,98 руб. при условии рентабельности 10 % в ценах 2021 г. Себестоимость консервов «Десерт фруктовый с облепихой и пророщенной гречихой» составила 0,61 руб. при условии рентабельности 10 % в ценах 2023 г. Социальный эффект от производства и потребления новых консервированных продуктов заключается в расширении области использования зернового сырья и ассортимента консервированных пищевых продуктов с улучшенными потребительскими

свойствами и повышенной пищевой ценностью, что позволяет оптимизировать рацион питания населения и снизить риск возникновения распространенных алиментарно-зависимых заболеваний. Ожидаемый экономический эффект от реализации 1000 банок консервированных продуктов «Зерна пророщенные (пшеница)» составит до 2130 руб. (1 407 659,2 руб. в год) и «Десерт фруктовый с облепихой и пророщенной гречихой» до 1470 руб. (1 855 864,0 руб. в год).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Разработано новое научное направление использования зернового сырья в технологии консервирования пищевых продуктов, основанное на закономерностях влияния абиотических факторов на процесс проращивания зерна пшеницы и гречихи, включающее изучение и систематизацию новых данных о содержании макро- и микронутриентов в пророщенном зерне; теоретическое и экспериментальное обоснование процесса проращивания зерна для использования в консервной промышленности; разработку новых подходов в оценке качества и технологических свойств пророщенного зерна; применение QFD методологии в разработке технологий консервированных продуктов, что позволило обосновать концепцию создания технологий консервированных пищевых продуктов повышенной пищевой ценности с использованием пророщенного зерна. В соответствии с принципами пищевой комбинаторики обосновано использование ягод облепихи, смородины черной, плодов тыквы в сочетании с пророщенным зерном для получения консервированных продуктов, содержащих биологически активные вещества (β -каротин, витамин С, витамин Е, полифенольные вещества, пищевые волокна) [4–А, 11–А, 15–А, 25–А, 34–А, 37–А, 42–А, 44–А, 45–А, 48–А, 54–А, 57–А, 62–А].

2. Обоснованы характеристики зернового сырья для использования в консервной промышленности: пшеница не ниже 2 класса с физическими свойствами – натура не менее 800 г/л, крупность (сход с сита 2,8x20 мм) не менее 90 %, зерновая примесь не более 0,3 %, энергия прорастания не менее 90 %, способность прорастания не менее 90 %; гречиха обрушенная с физическими свойствами – натура не менее 770 г/л, крупность (сход с сита диаметром 4,0 мм) не менее 90 %, зерновая примесь не более 0,3 %, энергия прорастания 92,0-93,5 %, способность прорастания 96,0-96,3 %.

Сформулировано определение для термина «*пророщенное зерно*» – зерно, содержащее все исходные составляющие, такие как оболочка, зародыш, эндосперм и росток, при этом длина корешка и/или корешков и ростка не превышает длину самого зерна и предназначенное для употребления в пищу целиком, и установлены требования к внешнему виду (здоровые зерна с

видимыми корешками и/или ростками), вкусу (сладковатый, с оттенками кукурузы и сырой фасоли у пшеницы, с тонким ореховым послевкусием у гречихи), запаху (приятный, без постороннего) и цвету зерна (неоднородный желто-коричневый для пшеницы, кремовый с оттенком зеленого для гречихи), к содержанию массовой доли влаги (38,0-48,0 %); впервые введен новый показатель качества «средняя степень проращивания зерна», и разработан метод его оценки. Нормативный статус пророщенного зерна на пищевые цели закреплен в ТУ ВУ 700036606.135-2022 «Зерно пророщенное пищевое. Технические условия» [1-А, 8-А, 15-А, 18-А, 21-А, 40-А, 50-А, 61-А, 64-А, 70-А].

На основании математического моделирования, теоретических и экспериментальных результатов исследований разработана технология проращивания пшеницы и гречихи в консервной промышленности, заключающаяся в замачивании подготовленного зерна в воде до влажности 39-42 % в течение 6 ч, а затем аэрировании его на воздухе в слое не более 200 ± 20 мм при температуре $20 \pm 0,5$ °С для пшеницы и $25 \pm 0,5$ °С для гречихи в течение 30-42 ч, погружая зерно в воду на 1 ч каждые 11 часов аэрирования, а далее орошая зерно водой и перемешивая через 3-5 ч, позволяющая получить количество пророщенных зерен у пшеницы $97,8 \pm 0,5$ % и у гречихи $99,3 \pm 0,5$ %. При этом максимальное накопление CO_2 составляет $0,39 \text{ см}^3$ на 1 г зерна при появлении у пшеницы ростка длиной $2,5 \pm 0,5$ мм и $0,52 \text{ см}^3$ на 1 г зерна при появлении у гречихи корешка длиной $6,0 \pm 1,0$ мм. Получены математические зависимости влияния абиотических факторов на качество пророщенного зерна, позволяющие прогнозировать степень его проращивания [21-А].

3. На основании результатов исследований по определению закономерностей метаболических процессов, протекающих в зерне при проращивании, установлено, что в зерне изменяется содержание и соотношение сахаров (глюкозы, фруктозы, сахарозы, мальтозы), суммарное содержание которых у пророщенной пшеницы составляет до 1985 мг/100 г, у пророщенной гречихи – 2158 мг/100 г, а также количественный и качественный состав органических кислот (у пророщенной пшеницы до 224,9 мг/100 г, у пророщенной гречихи до 778,6 мг/100 г). Наиболее значимыми с точки зрения обеспечения человека макронутриентами, поступающими с пророщенным зерном пшеницы и гречихи соответственно, являются белок (5,7 и 6,5 %) и углеводы (суммарно крахмал и сахара 32,9 и 33,5 %). Установлено, что в пророщенном зерне пшеницы и гречихи содержатся все незаменимые аминокислоты, которые составляют у пшеницы 20,6 % к общему количеству аминокислот, у гречихи – 30,5 %, а потенциальная биологическая ценность белка составляет 64,5 % и 45,25 % соответственно. В пророщенном зерне содержатся физиологически важные для организма человека вещества: минеральные,

мг/100 г: кальций (16,0-34,6), магний (68,3-98,0), фосфор (160,0), калий (174,0-230,0), натрий (3,4), марганец (0,64-2,1), железо (1,4-2,2), медь (0,18-0,27), цинк (1,2-1,9), что составляет от 1,6 до 105 % суточной потребности в минеральных веществах; витамины, мг/100 г: В₁ (0,31-0,59), В₂ (0,07-0,09), В₆ (0,09), пантотеновая кислота (0,40-0,43), С (до 3,32), Е (0,537-2,356), что составляет от 5,5 до 39,3 % суточной потребности в витаминах; пищевые волокна у пшеницы 10,5 %, у гречихи – 2,1 %, что позволило обосновать пищевую ценность и функциональную направленность сырья для консервной промышленности, а также показатели качества и пищевую ценность готовых продуктов повышенной пищевой ценности [1–А, 10–А, 12–А, 13–А, 14–А, 17–А, 18–А, 21–А, 26–А, 31–А, 36–А, 40–А].

4. Установлены технологические характеристики пророщенного зерна для использования в консервной промышленности: выход пророщенной пшеницы (136 %) соответствует продолжительности проращивания 36-42 ч, пророщенной гречихи (170 %) – 30-42 ч [7–А, 17–А, 18–А, 24–А, 56–А]. При подготовке пророщенного зерна к консервированию проводится бланширование пророщенного зерна с целью инактивации ферментов, клейстеризации крахмала, снижения обсемененности при следующих параметрах: для пророщенной пшеницы температура $(85-98) \pm 2$ °С, продолжительность не более 20 мин, для пророщенной гречихи температура 98 ± 2 °С, продолжительность не более 3 мин. Установлено, что после бланширования в воде при гидромодуле 1:2 коэффициент набухания (к) для пшеницы $k_{п}=1,34$, для гречихи $k_{г}=1,2$, при стерилизации для пшеницы $k_{п}=1,12$, для гречихи $k_{г}=1,03$. Теоретически обоснованы и экспериментально установлены изменения, происходящие с белком, крахмалом и некрахмалистыми веществами в процессе бланширования и стерилизации пророщенного зерна, влияющие на внешний вид и консистенцию консервированных продуктов, что приводит к появлению треснувших зерен в количестве до 2 % у пророщенной пшеницы и до 36 % у пророщенной гречихи [5–А, 24–А]. Установленные результаты и закономерности положены в основу технологии консервирования зерна пшеницы и гречихи.

5. Разработан матричный способ создания новых консервированных продуктов на основе QFD методологии, включающий алгоритм перевода пожеланий потребителей в их требования; способ стандартизации результатов от 0 до 10 при определении весомости требований потребителей и технологической оценки потребительских свойств продукта; алгоритм оптимизации показателей качества нового продукта. Предложено введение этапа выявления сложностей и усилий по реализации потребительских свойств нового продукта по шкале от 1 до 5; разработана методика построения матриц проектирования продукта и технологического процесса, положенные в основу методологии создания

технологий новых консервированных продуктов повышенной пищевой ценности с использованием зернового сырья [1–А, 44–А, 48–А, 51–А].

6. Разработана технология нового консервированного продукта «Зерна пророщенные (пшеница)» с применением QFD методологии, основанная на использовании нового зернового сырья в консервной промышленности и заключающаяся в проращивании зерна при температуре $20 \pm 0,5$ °С в течение 36–42 ч до средней степени проращивания в значении 3–4, что обеспечивает минимальный уровень мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (не более 10^7 КОЕ/г); в промывании зерна раствором лимонной кислоты концентрацией 0,1 %; бланшировании пророщенных зерен в течение 10–20 мин, а также приготовлении заливки, содержащей 1,5–2,5 % соли и 4,5 % сахара; фасовании подготовленного пророщенного зерна и заливки; герметизации и последующей стерилизации, позволяющая получить новый натуральный продукт, содержащий растительный белок (4,45 %), крахмал (24,23 %), клетчатку (5,30 %), минеральные вещества, с длительным сроком годности (до 3 лет) и показателями качества: размер ростка 1,5–3,0 мм, количество поврежденных зерен не более 20 %, содержание хлоридов 0,8 %, содержание пророщенного зерна не менее 72 % [1–А, 6–А, 8–А, 9–А, 10–А, 16–А, 29–А, 32–А, 33–А, 35–А, 58–А, 59–А, 60–А, 67–А].

При проведении комплексной доклинической оценки нового консервированного продукта «Зерна пророщенные (пшеница)» установлено, что продукт способствует нормализации и снижению массы лабораторных животных на модели гиперлипидемии (ожирения); приводит к увеличению их выносливости и работоспособности в 1,8 раза по сравнению с контролем. При анализе биохимических показателей крови установлено положительное влияние консервов «Зерна пророщенные (пшеница)» на нормализацию обменных процессов в организме лабораторных животных за счет снижения уровня холестерина до $1,72 \pm 0,12$ ммоль/л, триглицеридов до $1,52 \pm 0,12$ ммоль/л, липопротеидов низкой плотности до $0,23 \pm 0,04$ ммоль/л, глюкозы до $5,90 \pm 0,24$ ммоль/л. Установлено, что у животных, употреблявших в пищу консервированные пророщенные зерна пшеницы, усиливалась моторно-эвакуаторная функция кишечника. Определено, что консервированные пророщенные зерна пшеницы относятся к продуктам с низким гликемическим индексом ($38,85 \pm 1,75$) [22–А, 53–А].

На основании результатов исследований разработана программа и методика производственных испытаний по внедрению в производство технологии проращивания сухого зерна мягкой пшеницы для использования в производстве консервов, включающая алгоритм исследовательской деятельности, реализация которого позволяет развить направление использования зернового сырья в производстве консервированных продуктов

повышенной пищевой ценности и расширить область его использования в пищевой промышленности [18–А, 21–А, 45–А].

7. На основании результатов исследований подтверждено содержание в ягодах облепихи, смородины черной и плодах тыквы, районированных в Беларуси, биологически активных веществ (β -каротин в тыкве и облепихе 3,06 и 7,80 мг/100 г соответственно; полифенольные вещества в смородине черной 254 мг/100 г; витамин С в облепихе и смородине черной 61,0 и 209,0 мг/100 г соответственно; минеральные вещества, мг/100 г: калий (110,3-239,0), кальций (6,2-39,5), фосфор (5,6-21,9), натрий (6,3-22,7), магний (6,87-19,70), железо (0,43-0,78), марганец (0,04-0,10), медь (0,041-0,064), цинк (0,10-0,12)); сахаров (3,70-10,26 %); органических кислот (ягоды облепихи и смородины черной 1,60 и 3,04 % соответственно); пектиновых веществ (0,36-1,28 %); клетчатки (2,30-4,80 %), что позволило обосновать сочетанный состав с пророщенным зерном в новых консервированных десертах и безалкогольных напитках [2–А, 3–А, 4–А, 11–А, 25–А, 30–А, 54–А, 55–А].

8. Разработана технология производства десертов из пророщенного зерна и фруктово-овощного пюре с применением QFD методологии, позволяющая оптимизировать рецептурный состав консервов повышенной пищевой ценности «Десерт фруктовый с пророщенным зерном» и снизить внесение сахара до 5,2 %, с оптимальными органолептическими свойствами, наиболее полно удовлетворяющими запросы потребителей, и с содержанием биологически активных веществ (витамины, мг/100 г: Е (0,88-1,11), В₂ (0,029-0,031), В₆ (0,19-0,27), пантотеновая кислота (1,74-3,44), β -каротин (0,3-5,22), минеральные вещества, мг/100 г: калий (170,0-180,0), кальций (17,0-24,0), натрий (2,2-4,8), фосфор (45,0-50,0), магний (21,0-25,0), железо (0,60-0,63), марганец (0,21-0,38), цинк (0,29-0,46), медь (0,086-0,087)), а также растительного белка до 3,3 %, крахмала до 6,1 %, суммарно клетчатки и пектиновых веществ до 3,68 %, что расширит рынок страны продуктами здорового питания и решит вопрос импортозамещения аналогичной продукции [20–А, 27–А, 37–А, 39–А, 43–А, 44–А, 63–А, 69–А].

9. Разработана технология производства безалкогольных напитков из пророщенной гречихи с фруктовым компонентом, заключающаяся в приготовлении водно-зерновой смеси в соотношении (пророщенное зерно:вода) 1:8, ее измельчении; нагревании до температуры не менее 65 °С; смешивании с фруктовыми компонентами и сахаром; нагревании при температуре 98±2 °С в течение 1 мин; гомогенизировании и ультрапастеризации; позволившая снизить внесение сахара в напиток до 2,5 %. Новые безалкогольные напитки из пророщенной гречихи с фруктовым компонентом изготовлены из натуральных ингредиентов без внесения пищевых добавок и содержат растительный белок до 0,8 %; клетчатку 0,2 %; жирные кислоты (пальмитиновой 0,21-0,36 г/100 см³,

олеиновой 0,28-0,39 г/100 см³); органические кислоты 338,9-450,2 мг/100 см³; сахара 6,72-8,04 г/100 см³. Установлены критерии натуральности безалкогольных напитков из пророщенной гречихи с облепихой, к которым относится содержание жирных и органических кислот [19–А, 28–А, 37–А, 38–А, 41–А, 46–А, 47–А, 49–А, 52–А, 65–А, 66–А, 68–А].

10. Определена совокупность показателей, которые обуславливают уровень качества в группах натуральных консервов и консервированных фруктовых десертах. Разработаны балльные шкалы для оценки уровня качества новых консервированных продуктов на основе пророщенного зерна, учитывающие особенности их органолептических характеристик. Установлен уровень качества консервов «Зерна пророщенные (пшеница)» – 0,979, консервов «Десерт фруктовый с облепихой и пророщенной гречихой» – 0,947 по отношению к базовым образцам с применением экспертного метода, основанного на сравнении органолептических показателей качества образцов и вычисления степени согласованности мнений экспертов [23–А].

11. На основании результатов исследований разработаны научные основы консервирования продуктов из пророщенного зерна на примере пшеницы и гречихи, включающие выбор зернового сырья и изучение его свойств, определение оптимальных параметров процесса проращивания, определение критериев оценки качества пророщенного зерна, методы обработки пророщенного зерна и изучение его свойств, разработку рецептов и технологий производства продуктов, оптимизацию производства и апробацию, что позволяет развить теорию и практику использования зернового сырья в консервной промышленности для получения продуктов повышенной пищевой ценности [1–А, 18–А, 21–А, 23–А].

Решена важная отраслевая проблема сезонности в работе предприятий консервной промышленности и обеспечения населения страны безопасными, с повышенной пищевой ценностью, продуктами длительного хранения на основе пророщенного зерна [1–А, 17–А, 20–А, 22–А].

Рекомендации по практическому использованию результатов

1. Для практического использования результатов диссертационной работы разработаны и утверждены в установленном порядке технические нормативные правовые акты, рецептуры и технологические инструкции, что позволяет организовать производство новых видов продуктов на предприятиях консервной промышленности: два технических условия – ТУ ВУ 700036606.135-2022 «Зерно пророщенное пищевое. Технические условия», ТУ ВУ 700036606.132-2021 «Консервы. Зерна пророщенные. Технические условия»; тринадцать рецептов – РЦ ВУ 700036606.301-2023 «Десерт фруктовый с облепихой и пророщенной пшеницей», РЦ ВУ 700036606.302-2023 «Десерт фруктовый с облепихой и пророщенной гречихой», РЦ ВУ 700036606.303-2023 «Десерт фруктовый с

черной смородиной и пророщенной пшеницей», РЦ ВУ 700036606.304-2023 «Десерт фруктовый с черной смородиной и пророщенной гречихой», РЦ ВУ 700036606.296-2023 «Напиток безалкогольный гречневый с облепихой», РЦ ВУ 700036606.297-2023 «Напиток безалкогольный гречневый с клюквой», РЦ ВУ 700036606.298-2023 «Напиток безалкогольный гречневый с вишней», РЦ ВУ 700036606.299-2023 «Напиток безалкогольный гречневый с черной смородиной», РЦ ВУ 700036606.300-2023 «Напиток безалкогольный гречневый с жимолостью», РЦ ВУ 700036606.286-2021 «Зерна пророщенные (пшеница)», РЦ ВУ 700036606.287-2021 «Зерна пророщенные (тритикале)», РЦ ВУ 700036606.288-2021 «Зерна пророщенные (рожь)», РЦ ВУ 700036606.289-2021 «Зерна пророщенные (гречиха)»; четыре технологические инструкции – ТИ ВУ 700036606.187-2023 «Технологическая инструкция по производству зерна пророщенного пищевого», ТИ ВУ 700036606.189-2023 «Технологическая инструкция по производству консервов «Десерты фруктовые с пророщенным зерном»», ТИ ВУ 700036606.188-2023 «Технологическая инструкция по производству напитков безалкогольных из пророщенной гречихи», ТИ ВУ 700036606.184-2021 «Технологическая инструкция по производству консервов «Зерна пророщенные»». Нормативные документы переданы на предприятия отрасли для дальнейшего использования.

2. Производство консервов и безалкогольных напитков повышенной пищевой ценности на основе пророщенного зерна расширяет область использования зернового сырья, устраняет сезонность производства консервированной продукции, расширяет ассортимент консервов, содержащих растительный белок, сложные углеводы, витамины, минеральные вещества, изготовленные без консервантов, красителей, ароматизаторов, загустителей и других пищевых добавок. Консервированные продукты на основе пророщенного зерна могут быть использованы для организации здорового питания.

3. Экономическая значимость результатов диссертационной работы подтверждается ожидаемым экономическим эффектом достигнутым за счет получения прибыли от производства консервов «Зерна пророщенные (пшеница)» в размере 2130 руб. за 1000 физических банок массой 370 г и консервов «Десерт фруктовый с пророщенным зерном» в размере 1470 руб. за 1000 физических банок массой 190 г. Анализ основных экономических показателей выявил целесообразность производства консервированных продуктов из пророщенного зерна и их доступность всем социальным слоям населения.

4. Результаты исследований внедрены в образовательный процесс учреждений образования: Белорусский государственный экономический

университет, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Гродненский государственный аграрный университет.

5. Результаты исследований внедрены в производство ОАО «Быховский консервно-овощесушильный завод», ООО «ЛВЛ Эволюшн» (Минская обл. Дзержинский район, д. Станьково), ЗАО «Универсам «Центральный» (г. Минск).

6. По результатам исследований получены патенты на изобретения Республики Беларусь: на Способ производства консервированного продукта из зерна пшеницы (BY 16654); на Способ получения безалкогольного напитка из пророщенной гречихи (BY 24253); на Способ получения консервированного десерта с пророщенным зерном (BY 24337), на Способ определения средней степени проращивания зерен (BY 24450).

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

Монография

1–А. Зенькова М.Л., Акулич А.В. Технология консервированного продукта из пророщенного зерна: научные основы с применением QFD методологии: монография. – Могилев: БГУТ, 2022. – 147 с.

Статьи в научных изданиях, включенных в перечень научных изданий Республики Беларусь, утвержденных ВАК и в иностранных научных изданиях

2–А. Технология получения напитков и морсов из отходов сокового производства / В.Н. Тимофеева, М.Л. Зенькова, И.Б. Развязная и др. // Вестник Могилевского гос. ун-та продовольствия. – 2007. – № 2(3). – С. 13–18.

3–А. Консервированные продукты из плодов облепихи / В.Н. Тимофеева, М.Л. Зенькова, А.В. Акулич и др. // Пищевая промышленность. – 2009. – № 4. – С. 48–51.

4–А. Зенькова М.Л., Кузнецова Л.В., Тимофеева В.Н. Использование замороженных ягод черной смородины для производства нектаров // Вестник Могилевского гос. ун-та продовольствия. – 2011. – № 1(10). – С. 14–19.

5–А. Исследование процессов проращивания и бланширования зерна пшеницы и тритикале при разработке технологии консервированных продуктов / М.Л. Зенькова, В.Н. Тимофеева, Л.М. Королева и др. // Вестник Могилевского гос. ун-та продовольствия. – 2012. – № 1(12). – С. 51–55.

6–А. Разработка технологии производства блюд и кулинарных изделий с использованием консервированной продукции из пророщенного зерна / З.В. Василенко, М.Л. Зенькова, О.В. Мацикова и др. // Вестник Могилевского гос. ун-та продовольствия. – 2013. – № 1(14). – С. 18–23.

7–А. Зенькова М.Л., Бойко М.Ю., Мацикова О.В. Продукты длительного хранения из зерна и блюда на их основе // Пищевая промышленность: наука и технологии: научно-технический журнал. – 2014. – № 1(23). – С. 23–28.

8–А. Зенькова М.Л., Бойко М.Ю., Урбанчик Е.Н. Разработка технологии консервированных продуктов из пророщенного зерна пшеницы и тритикале // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2015. – № 1(30). – С. 42–46.

9–А. Зенькова М.Л., Бойко М.Ю., Лилишенцева А.Н. Товароведная оценка консервированной продукции из пророщенного зерна и сахарной кукурузы // Вестник Могилевского гос. ун-та продовольствия. – 2015. – № 1(18). – С. 3–6.

10–А. Зенькова М.Л., Бабич Д.А. Подготовка зерна пшеницы при разработке технологии консервов «Вторые обеденные блюда» // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 2. – С. 46–53. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-46-53>.

11–А. Zenkova M., Pinchykova J. Chemical composition of Sea-buckthorn and Highbush Blueberry fruits grown in the Republic of Belarus // Food Science and Applied Biotechnology. – 2019. – Vol. 2, iss. 2. – P. 121-129. <https://doi.org/10.30721/fsab2019.v2.i2>.

12–А. Зенькова М.Л. Исследование минерального и аминокислотного состава пророщенного и консервированного зерна пшеницы // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 4. – С. 513-521. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-4-513-521>.

13–А. Исследование нутриентного профиля пророщенного зерна мягкой пшеницы, выращенной в Беларуси / М.Л. Зенькова, А.В. Акулич, Л.А. Мельникова и др. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2020. – № 3. – С. 58-66. <https://doi.org/10.36107/spfp.2020.339>.

14–А. Zenkova M. Bioactivated buckwheat in terms of its nutritional value // Food Science and Technology. – 2021. – Vol 15, Iss. 2. – P. 4–10. <https://doi.org/10.15673/fst.v15i2.2030>.

15–А. Зенькова М.Л., Акулич А.В. Влияние процесса проращивания зерен злаковых культур на их пищевую ценность // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2021. – № 3. – С. 26–53. <https://doi.org/10.36107/spfp.2021.207>.

16–А. Zenkova M.L., Melnikova L.A. Microbiological Assessment of Wheat and Buckwheat Sprouting Process // Food Processing: Techniques and Technology. – 2021. – Vol. 51, Iss. 4. – P. 795–804. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-795-804>.

17–А. Зенькова М.Л. Перспективы использования пророщенного зерна гречихи в производстве безалкогольных напитков // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2022. – Т. 15, № 4(58). – С. 25–33.

18–А. Зенькова М.Л. Влияние условий проращивания на состав и качество зерна пшеницы и гречихи // Вестник Белорусского гос. ун-та пищевых и химических технологий. – 2022. – № 2(33). – С. 14–26.

19–А. Зенькова М. Л., Мельникова Л. А., Тимофеева В. Н. Безалкогольные напитки из пророщенной гречихи: технологические аспекты и пищевая ценность // Техника и технология пищевых производств. – 2023. – Т. 53, № 2. – С. 316–325. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2023-2-2435>

20–А. Акулич А.В., Зенькова М.Л. Повышение пищевой ценности консервированных десертов при использовании пророщенного зерна // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2023. – Т. 16, № 2(60). – С. 85–92.

21–А. Акулич А.В., Зенькова М.Л. Исследование состава зерна пшеницы и гречихи в процессе проращивания на пищевые цели // Известия вузов. Пищевая технология. – 2023. – № 4(393). – С.52-59. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2023.4.9>

22–А. Зенькова М.Л. Медико-биологическая оценка нового консервированного продукта из пророщенного зерна пшеницы // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2023. – №3. – С. 68–81. <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.452>

23–А. Зенькова М.Л., Акулич А.В. Анализ конкурентного потенциала новых консервированных продуктов на основе пророщенного зерна // Вестник Белорусского гос. ун-та пищевых и химических технологий. – 2023. – № 2(35). – С. 3–16.

24–А. Зенькова М.Л., Акулич А.В. Трансформация белка, крахмала и некрахмалистых веществ в процессе бланширования и стерилизации пророщенного зерна // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2024. – Т. 17, № 1(63). – С. 11–21.

Статьи в научных журналах

25–А. Тимофеева В.Н., Зенькова М.Л., Шевцова О.Г. Исследование тыквенного сока прямого отжима для получения сокосодержащих напитков // Плодоовощные консервы – технология, оборудование, качество, безопасность: сб. науч. тр. / Всероссийский научно-исследовательский институт консервной и овощесушильной промышленности. – Москва-Видное, 2009. – С. 308–314.

26–А. Зенькова М.Л., Эбиенфа П.Д.И. Перспективы использования пророщенного зерна пшеницы и тритикале в производстве консервированных продуктов // Агропанорама. – 2012. – № 3. – С.24–26.

27–А. Зенькова М.Л. Использование биоактивированного зерна в производстве фруктовых десертов // Наука, питание и здоровье: сб. науч. тр. в 2 ч. / под общ. ред. З.В. Ловкиса / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по продовольствию. – Минск: Беларуская навука, 2021. – Ч. 2. – С. 97–103.

28–А. Зенькова М.Л. Особенности пищевого поведения студентов экономического вуза при выборе безалкогольных напитков // Наука, питание и здоровье: сб. науч. тр. / под общ. ред. З.В. Ловкиса / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по продовольствию. – Минск: Беларуская навука, 2022. – С. 279–283.

29–А. Акулич А.В., Зенькова М.Л., Мельникова Л.А. Преобразование пожеланий потребителей в требования при планировании новых консервированных продуктов // Наука, питание и здоровье: сб. науч. тр. / под общ. ред. З.В. Ловкиса / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр по продовольствию. – Минск: Беларуская навука, 2023. – С. 94–99.

Материалы конференций

30–А. Зенькова М.Л., Тимофеева В.Н. Исследование натуральности нектаров на основе тыквы и свеклы // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XII Междунар. науч.-практ.

конф., Гродно, 15-16 мая 2009 г. / Гродненский гос. аграрный ун-т. – Гродно: Издательско-полиграфический отдел УО «ГГАУ», 2009. – С. 477–478.

31–А. Зенькова М.Л., Лептюк А.В., Назарова О.О. Консервированные продукты из пророщенного зерна пшеницы и тритикале // Бъдещите изследвания – 2013: материали за IX Международна науч.-практ. конф. – Том 25: Селско стопанство. Ветеринарна наука. – София: «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2013. – С. 45–50.

32–А. Зенькова М. Л., Бойко М.Ю. Товароведная оценка натуральных консервов из пророщенного зерна пшеницы // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник науч. статей по материалам XVII Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 16 мая 2014 г. / Гродненский гос. аграрный ун-т; отв. за выпуск В.В. Пешко. – Гродно: ГГАУ, 2014. – С. 57–58.

33–А. Зенькова М.Л., Бойко М.Ю. Экспертиза качества продуктов из пророщенного зерна пшеницы длительного хранения // Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 25-26 сент. 2014 г.: в 2 т. / Белорусский гос. экономический ун-т; редкол.: В.Н. Шимов (отв. редактор) [и др.]. – Минск: БГЭУ, 2014. – Т. 2. – С. 230–231.

34–А. Зенькова М.Л., Бойко М.Ю., Ворона К.М. Исследования по разработке биопродуктов на фруктово-овощной основе // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник науч. статей по материалам XVIII Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 27 марта, 15 мая 2015 г. / Гродненский гос. аграрный ун-т; отв. за выпуск В.В. Пешко. – Гродно: ГГАУ, 2015. – С. 231–233.

35–А. Зенькова М.Л., Бойко М.Ю. Товароведная характеристика нового вида консервов из пророщенного зерна // Молодёжь для науки и кооперации: разработки и перспективы: сборник науч. статей IV Междунар. форума молодых ученых, Гомель-Милоград, 13-15 мая 2015 г. / Белорусский торгово-экономический ун-т потребительской кооперации; редкол.: Н. А. Сныткова [и др.]. – Гомель: учреждение образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации», 2015. – С. 269–271.

36–А. Бойко М.Ю., Зенькова М.Л. Исследование химического состава зерна гречихи // Современный механизм функционирования торгового бизнеса и туристической индустрии в Республике Беларусь: реальность и перспективы: материалы Республиканской науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых, Минск, 10-11 марта 2016 г. / Белорусский гос. экономический ун-т; редкол.: Г.А. Короленок [и др.]. – Минск: БГЭУ, 2016. – С. 251–253.

37–А. Зенькова М.Л., Бабич Д.А. Применение QFD-методологии при разработке технологии производства консервированной продукции // Техника и технология пищевых производств: материалы XII Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 19-20 апреля 2018 г.: в 2 т. / Могилевский гос. ун-т продовольствия;

редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП, 2018. – Т. 1. – С. 52–53.

38–А. Зенькова М.Л., Ивашкевич А.М. Маркетинговые исследования рынка безалкогольных напитков // Техника и технология пищевых производств: материалы XII Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 19-20 апреля 2018 г.: в 2 т. / Могилевский гос. ун-т продовольствия; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП, 2018. – Т. 2. – С. 213–214.

39–А. Зенькова М.Л., Бабич Д.А., Ивашкевич А.М. Применение матрицы «Дом качества» при разработке консервов // Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы XVII Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 4-5 октября 2018 г. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по продовольствию; редкол.: З.В. Ловкис [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2018. – С. 14–16.

40–А. Зенькова М.Л., Бабич Д.А. Органолептический анализ пророщенного зерна // Наука, питание и здоровье: материалы II Междунар. конгресса, Минск, 3-4 октября 2019 г. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по продовольствию»; редкол.: З.В. Ловкис [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – С. 533–539.

41–А. Зенькова М.Л. Планирование качества сокодержащих напитков на основе ферментированного зерна с использованием технологии QFD (Quality Function Deployment) // Техника и технология пищевых производств: материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 23–24 апреля 2020 г.: в 2-х т. / Учреждение образования «Могилевский гос. ун-т продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП, 2020. – Т. 1. – С. 33–34.

42–А. Зенькова М.Л. Стратегическое управление качеством пищевой продукции // Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость : материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 14 мая 2020 г. / Белорусский гос. экономический ун-т; редкол.: В.Ю. Шутилин (отв. ред.) [и др.]. – Минск: БГЭУ, 2020. – С. 242–243.

43–А. Зенькова М.Л. Разработка технологии фруктового десерта на основе облепихи с добавлением ферментированного зерна пшеницы // Инновации в индустрии питания и сервисе: электронный сборник материалов IV Международной научно-практической конференции, Краснодар, 27 ноября 2020 г. / ФГБОУ ВО «Кубанский гос. технологический ун-т»; редкол.: С.А. Удодов [и др.]. – Краснодар: Изд. КубГТУ, 2020. – С. 558–560.

44–А. Зенькова М.Л. Применение QFD методологии при разработке пищевой продукции // Материалы форума «Перспективы евразийской экономической интеграции», посвящ. 10-летию Евразийской экономической комиссии, в рамках 18-го Междунар. науч. семинара «Мировая экономика и бизнес-администрирование»: XX Междунар. науч.-техн. конф. «Наука –

образованию, производству, экономике»; Республика Беларусь, Минск, 16-17 марта 2022 г. / Белорусский национальный технический ун-т; межд. программ. комитет С. В. Харитончик, А. В. Данильченко [и др.]. – Минск : Четыре четверти, 2022. – С. 264–267.

45–А. Зенькова М.Л. Перспективные направления использования пророщенного зерна в консервной отрасли // Техника и технология пищевых производств: материалы XIV Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 21-22 апр. 2022 г. : в 2-х т. / Учреждение образования «Белорусский гос. ун-т пищевых и химических технологий»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2022. – Т.1. – С.16–19.

46–А. Зенькова М.Л., Тимофеева В.Н., Грахольская М.А. Подготовка зерна для производства безалкогольных напитков // Техника и технология пищевых производств: материалы XIV Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 21-22 апр. 2022 г. : в 2-х т. / Учреждение образования «Белорусский гос. ун-т пищевых и химических технологий»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2022. – Т.1. – С.41–42.

47–А. Зенькова М.Л., Тимофеева В.Н. Критерий установления подлинности безалкогольных напитков с добавлением облепихового сока // Техника и технология пищевых производств: материалы XIV Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 21-22 апр. 2022 г. : в 2-х т. / Учреждение образования «Белорусский гос. ун-т пищевых и химических технологий»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2022. – Т.1. – С.43–44.

48–А. Зенькова М.Л. Матричное планирование пищевых продуктов с применением QFD-методологии // Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость: материалы XV Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 19-20 мая 2022 г. / Белорусский гос. экономический ун-т; редкол.: А. В. Егоров (отв. ред.) [и др.]. – Минск: БГЭУ, 2022. – С. 262–263.

49–А. Зенькова М.Л., Мельникова Л.А., Тимофеева В.Н. Микробиологические аспекты подготовки гречихи для использования в производстве безалкогольных напитков // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений: сборник научных статей и докладов X Междунар. науч.-техн. конф. / Воронежский гос. ун-т инженерных технологий; редкол.: Г.О. Магомедов (отв. ред.) [и др.]. – Воронеж: ВГУИТ, 2022. – С. 329–333.

50–А. Зенькова М.Л., Акулич А.В. Использование пророщенного зерна в производстве натуральных консервов // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение: сборник научных статей и докладов IX Междунар. науч.-практ. конф., Воронеж, 15-17 декабря 2022 г. / Воронежский гос. ун-т инженерных технологий; редкол.: Л.В. Антипова (отв. ред.) [и др.]. – Воронеж: ВГУИТ, 2023. – С. 23–29.

51–А. Зенькова М.Л., Акулич А.В. Разработка технологии нового консервированного продукта с применением QFD методологии // Техника и технология пищевых производств: материалы XV Юбилейной Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 19-20 апреля 2023 г. : в 2-х т. / Учреждение образования «Белорусский гос. ун-т пищевых и химических технологий»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2023. – Т.1. – С.24–27.

52–А. Зенькова М.Л. Разработка нового безалкогольного напитка из пророщенной гречихи с облепихой // Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость: материалы XV Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 19 мая 2023 г. / Белорусский гос. экономический ун-т; редкол.: А. В. Егоров (отв. ред.) [и др.]. – Минск: БГЭУ, 2023. – С. 177.

53–А. Зенькова М.Л. Доклинические исследования эффективности использования консервированного пророщенного зерна пшеницы в диетотерапии при экспериментальной гиперлипидемии // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение: сб. науч. стат. и докл. X Междунар. науч.-практ. конф., Воронеж, 19-20 октября 2023 г. / Воронежский гос. ун-т инженерных технологий; редкол.: Л.В. Антипова (отв. ред.) [и др.]. – Воронеж, 2023. – С. 41–47.

Тезисы докладов

54–А. Использование отходов сокового производства как сырья для напитков / М.Л. Зенькова, И.Б. Развязная, Н.В. Саманкова, В.Н. Тимофеева // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. V Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, Могилев, 26-27 апреля 2006 г. / Могилевский гос. ун-т продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: УО МГУП, 2006. – С. 31.

55–А. Пантелеева Е.В., Зенькова М.Л., Тимофеева В.Н. Разработка технологии и рецептур нектаров с добавлением черной смородины // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. VII Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 21-22 мая 2009 г.: в 2-х частях / Могилевский гос. ун-т продовольствия; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: УО МГУП, 2009. – Ч.1. – С. 66.

56–А. Казак М.Л., Чепик О.В., Зенькова М.Л. Разработка технологии натуральных консервов из пшеницы // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. VII Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, Могилев, 22-23 апреля 2010 г.: в 2-х частях / Могилевский гос. ун-т продовольствия; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: УО МГУП, 2010. – Ч.1. – С. 78.

57–А. Зенькова М.Л., Тимофеева В.Н. Теоретические основы и технология производства консервированных продуктов из пророщенного зерна // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. VIII Междунар. науч.-техн. конф.,

Могилев, 27–28 апреля 2011 г.: в 2-х частях / Могилевский гос. ун-т продовольствия; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: УО МГУП, 2011. – Ч.1. – С. 46.

58–А. Назарова О.О., Зенькова М.Л. Технология производства консервированных продуктов из пророщенного зерна пшеницы // Сборник тезисов докладов Республиканской научной конференции студентов и аспирантов Республики Беларусь «НИРС-2011», Минск, 18 окт. 2011 г.; редкол.: С.В. Абламейко [и др.]. – Минск: Изд. центр БГУ, 2011. – С. 294.

59–А. Зенькова М.Л., Лептюк А.В., Назарова О.О. Разработка новых видов консервированных продуктов длительного хранения // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: доклады Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 21-22 марта 2013 г. / Белорусский гос. аграрный технический ун-т; под общ. ред. А.А. Бренча. – Минск: БГАТУ, 2013. – С. 81–83.

60–А. Зенькова М.Л., Бойко М.Ю., Лилишенцева А.Н. Исследование качества консервированной продукции из пророщенного зерна // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. X Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 23-24 апреля 2015 г. / Могилевский гос. ун-т продовольствия; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП, 2015. – С. 299.

61–А. Бойко М.Ю., Зенькова М.Л. Исследование показателей качества зерна гречихи для проращивания // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. X Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, Могилев, 28-29 апреля 2016 г. / Могилевский гос. ун-т продовольствия; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП, 2016. – С. 95.

62–А. Ворона К.М., Зенькова М.Л. Разработка технологии биопродукта с добавлением облепихи // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. XI Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 20-21 апреля 2017 г. / Могилевский гос. ун-т продовольствия; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП, 2017. – С. 363.

63–А. Зенькова М.Л. Особенности разработки ферментированных десертов на фруктовой основе // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. XI Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 20-21 апреля 2017 г. / Могилевский гос. ун-т продовольствия; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП, 2017. – С. 367.

64–А. Зенькова М.Л. Изменение качества зерна пшеницы и тритикале при проращивании // Технології харчових продуктів і комбикормів: збірник тез. доповідей Міжнарод. наук.-практ. конф., Одеса, 25-30 вересня 2017 р. / Одеська національна академія харчових технологій; редкол.: Б.В. Егоров (заг. ред.) [та інш.]. – Одеса: ОНАХТ, 2017. – С. 13–15.

65–А. Зенькова М.Л., Ивашкевич А.М. Разработка сокосодержащих напитков с учетом гедонических предпочтений потребителей // Технології

харчових продуктів и комбикормів: збірник тез. доповідей Міжнар. наук.-практ. конф., Одеса, 24-29 вересня 2018 р. / Одеська національна академія харчових технологій; редкол.: Б.В. Егоров (заг. ред) [та інш.]. – Одеса: ОНАХТ, 2018. – С. 10–11.

66–А. Зенькова М.Л., Акулич А.В. Разработка безалкогольных неферментированных напитков на зерновой основе с добавлением фруктовых соков // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. XII Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, Могилев, 22-23 апреля 2021 г. / Учреждение образования «Могилевский гос. ун-т продовольствия»; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП, 2021. – С. 25.

Патенты

67–А. Патент ВУ 16654, МПК А23L 3/00 (2006.01). Способ производства консервированного продукта из зерна пшеницы : № а 20110439 : заявлено 07.04.2011 : опубл. 30.12.2012 / Зенькова М.Л., Тимофеева В.Н.; заявитель Учреждение образования «Могилевский гос. ун-т продовольствия». – 3 с.

68–А. Патент ВУ 24253, МПК А23L 2/00 (2006.01). Способ получения безалкогольного напитка из пророщенной гречихи : № а 20220093 : заявлено 08.04.2022 : опубл. 30.12.2023 / Зенькова М.Л., Акулич А.В.; заявитель Учреждение образования «Белорусский гос. ун-т пищевых и химических технологий». – 5 с.

69–А. Патент ВУ 24337, МПК А23L 7/10 (2016.01), А23L 19/00 (2016.01). Способ получения консервированного десерта с пророщенным зерном : № а 20220334 : заявлено 26.12.2022 : опубл. 20.07.2024 / Зенькова М.Л., Акулич А.В.; заявитель Учреждение образования «Белорусский гос. ун-т пищевых и химических технологий». – 5 с.

70–А. Патент ВУ 24450, МПК А01С 1/02 (2006.01). Способ определения средней степени проращивания зерен : № а 20220278 : заявлено 08.11.2022 : опубл. 05.12.2024 / Зенькова М.Л., Акулич А.В.; заявитель Учреждение образования «Белорусский гос. ун-т пищевых и химических технологий». – 7 с.

РЕЗЮМЕ

Зенькова Мария Леонидовна

Научно-практические основы новых технологий консервированных продуктов повышенной пищевой ценности с использованием пророщенного зерна

Ключевые слова: консервированное пророщенное зерно, процесс проращивания, пшеница, гречиха, микрофлора пророщенного зерна, качество пророщенного зерна, облепиха, смородина черная, тыква, натуральные консервы, десерты, безалкогольные напитки, доклиническая оценка, гликемический индекс, матричное проектирование технологий, дом качества.

Цель работы: научное обоснование подготовки зернового сырья для использования в консервной промышленности и разработка новых технологий продуктов повышенной пищевой ценности на основе пророщенного зерна, в том числе в сочетании с фруктово-овощным сырьем.

Методы исследования: анализ, описание, эксперимент, физико-химические, микробиологические, биологические, в том числе газовая и жидкостная хроматография, атомно-эмиссионная спектрометрия, фотоколориметрия, методы математической статистики.

Полученные результаты и их новизна: впервые проведены комплексные исследования по изучению использования зернового сырья в консервной промышленности, установлены критерии качества сырья для консервной промышленности, нормативный статус пророщенного зерна, установлены закономерности формирования показателей качества в процессе проращивания зерна и изменения технологических свойств пророщенного зерна при консервировании; оптимизированы параметры подготовки пророщенного зерна, ягод облепихи, смородины черной и плодов тыквы для новых консервированных продуктов из пророщенного зерна, в том числе в сочетании с фруктово-овощными компонентами; разработана методология многоуровневого планирования и проектирования технологий новых консервированных продуктов, имеющих повышенную пищевую ценность, показана эффективность использования консервированного пророщенного зерна пшеницы в нормализации обменных процессов на модели гиперлипидемии и установлен его низкий гликемический индекс.

Рекомендации по использованию: результаты исследований использованы при организации производства натуральных консервов из пророщенного зерна, десертов и безалкогольных напитков; в образовательном процессе.

Область применения: консервная и безалкогольная отрасли пищевой промышленности.

РЭЗІЮМЭ

Зянькова Марыя Леанідаўна

Навукова-практычныя асновы новых тэхналогій кансерваванага прадуктаў павышанай харчовай каштоўнасці з выкарыстаннем прарошчанага зерня

Ключавыя словы: кансерваваныя прарошчанае зерне, працэс прарошчвання, пшаніца, грэчка, мікрафлора прарошчанага зерня, якасць прарошчанага зерня, абляпіха, парэчкі чорныя, гарбуз, натуральныя кансервы, дэсерты, безалкагольныя напоі, даклінічная ацэнка, глікемічны індэкс, матрычнае праектаванне тэхналогій, дом якасці.

Мэта працы: навуковае абгрунтаванне падрыхтоўкі зерневай сыравіны для выкарыстання ў кансервавай прамысловасці і распрацоўка новых тэхналогій прадуктаў павышанай харчовай каштоўнасці на аснове прарошчанага зерня, у тым ліку ў спалучэнні з садавіна-агародніннай сыравінай.

Метады даследавання: аналіз, апісанне, эксперымент, фізіка-хімічныя, мікрабіялагічныя, біялагічныя, у тым ліку газавая і выдкасная храматаграфія, атамна-эмісійная спектраметрыя, фотакаларыметрыя, метады матэматычнай статыстыкі.

Атрыманыя вынікі і іх навіна: упершыню праведзены комплексныя даследаванні па вывучэнню выкарыстання зерневай сыравіны ў кансервавай прамысловасці, усталяваны крытэрыі якасці сыравіны для кансервавай прамысловасці, нарматыўны статус прарошчанага зерня, усталяваны заканамернасці фарміравання паказчыкаў якасці ў працэсе прарошчвання зерня і змянення тэхналагічных уласцівасцяў прарошчанага зерня пры кансерваванні; аптымізаваны параметры падрыхтоўкі прарошчанага зерня, ягад абляпіхі, парэчак чорных і пладоў гарбуза для новых кансерваванага прадуктаў з прарошчанага зерня, у тым ліку ў спалучэнні з садавіна-агародніннымі кампанентамі; распрацавана метадалогія шматузроўневага планавання і праектавання тэхналогій новых кансерваванага прадуктаў, якія маюць павышаную харчовую каштоўнасць, паказана эфектыўнасць выкарыстання кансерваванага прарошчанага зярнят пшаніцы ў нармалізацыі абменных працэсаў на мадэлі геперліпідэміі і ўсталяваны яго нізкі глікемічны індэкс.

Рэкамендацыі па выкарыстанні: вынікі даследаванняў выкарыстаны пры арганізацыі вытворчасці натуральных кансерваў з прарошчанага зерня, дэсертаў і безалкагольных напояў; у адукацыйным працэсе.

Галіна прымянення: кансервавая і безалкагольная галіны харчовай прамысловасці.

SUMMARY

Zenkova Maria

Scientific and practical bases of new technologies for canned products with increased nutritional value using sprouted grain

Keywords: canned sprouted grain, sprouting process, wheat, buckwheat, sprouted grain microflora, sprouted grain quality, sea buckthorn, blackcurrant, pumpkin, natural canned food, desserts, non-alcoholic beverages, preclinical evaluation, glycemic index, matrix design of technologies, house of quality.

Objective of the work: scientific substantiation of preparation of grain raw materials for use in the canning industry and development of new technologies of products of increased nutritional value on the basis of sprouted grain, including in combination with fruit and vegetable raw materials.

Research methods: analysis, description, experiment, physicochemical, microbiological, biological, including gas and liquid chromatography, atomic emission spectrometry, photolorimetry, methods of mathematical statistics.

Results obtained and their novelty: for the first time, comprehensive studies on the use of grain raw materials in the canning industry were conducted, quality criteria of raw materials for the canning industry are established, including normative status of sprouted grain, regularities of quality indicators formation in the process of grain sprouting and changes in technological properties of sprouted grain during canning have been established; preparation parameters of sprouted grain, sea buckthorn berries, black currants and pumpkin fruits for new canned products from sprouted grain, including combinations with fruit and vegetable components have been optimized; methodology of multilevel planning and design of technologies of new canned products with increased nutritional value has been developed, efficiency of using canned sprouted wheat grain in normalization of metabolic processes on the hyperlipidemia model was shown and its low glycemic index was established.

Recommendations for use: the results of research were used in the organization of production of natural canned foods from sprouted grain, desserts and soft drinks; in the educational process.

Area of application: canning and non-alcoholic food industries.



Подписано в печать 17.02.2025. Формат 60×84 1/16.
Цифровая печать. Гарнитура Times New Roman.
Уч.-изд. л. 3,0. Усл. печ. л. 3,4.
Тираж 80 экз. Заказ 6.

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
пищевых и химических технологий».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/272 от 04.04.2014.
Пр-т Шмидта, 3, 212027, Могилев.

Отпечатано в учреждении образования
«Белорусский государственный университет
пищевых и химических технологий».
Пр-т Шмидта, 3, 212027, Могилев