

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет пищевых
и химических технологий»

Объект авторского права

УДК 664.769

ГАЛДОВА
Марина Николаевна

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ
ЗЕРНОВЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПРОРОЩЕННЫХ
ПШЕНИЧНО-ОВСЯНЫХ СМЕСЕЙ**

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

Могилев, 2026

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

Научный руководитель –

Урбанчик Елена Николаевна,
кандидат технических наук, доцент, директор
института повышения квалификации и
переподготовки учреждения образования
«Белорусский государственный университет
пищевых и химических технологий»

Официальные оппоненты:

Цед Елена Алексеевна,
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой технологии пищевых
производств учреждения образования
«Белорусский государственный университет
пищевых и химических технологий»

Егорова Зинаида Евгеньевна,
кандидат технических наук, доцент, доцент
кафедры физико-химических методов и
обеспечения качества учреждения образования
«Белорусский государственный технологический
университет»

Оппонирующая организация –

**РУП «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси по
продовольствию»**

Защита состоится 25 июня 2026 года в 12.00 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 206-2, 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 22 мая 2026 года.

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



Т.Д. Самуйленко

ВВЕДЕНИЕ

Стратегическим направлением развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь, определенным Доктриной национальной продовольственной безопасности до 2030 года, является эффективное использование собственных сырьевых ресурсов. Важное значение имеет поиск новых технологических решений, позволяющих получить из традиционного зернового сырья многофункциональные ингредиенты для расширения ассортимента отечественной продукции с высоким содержанием нутриентов.

Основу отечественной сырьевой базы составляют пшеница и овес. Пшеница является источником углеводов и нерастворимой клетчатки, овес голозерный, не требующий операции шелушения, характеризуется более высоким содержанием белка, липидов и растворимых пищевых волокон. Комбинирование данных культур позволяет получить сырье со сбалансированным химическим составом, объединяющее полезные свойства каждого из них. Перспективным технологическим приемом является контролируемое проращивание, которое активирует ферментные системы, повышает содержание витаминов, аминокислот и биодоступность минеральных веществ.

Однако, несмотря на наличие сырьевой базы и преимущества пророщенного зерна, промышленное производство пророщенных пшенично-овсяных смесей в Республике Беларусь отсутствует. На сегодняшний день не определены оптимальные режимы их совместного проращивания, не изучено взаимодействие компонентов, не разработаны научно обоснованные требования к зерну для проращивания, а также способы подготовки такого сырья.

Таким образом, актуальность работы обусловлена: важностью зерна пшеницы и овса голозерного как стратегического сырья Республики Беларусь, эффективностью их совместного проращивания для повышения его биологической ценности; недостаточной изученностью режимов совместного проращивания и отсутствием требований к зерну; практической востребованностью технологии пророщенных смесей для расширения ассортимента отечественной продукции.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с научными программами (проектами), темами. Диссертационная работа соответствует приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы, утвержденным Указом Президента Республики Беларусь от 07.05.2020 № 156 (пункт 5 «Агропромышленные и продовольственные технологии:

продовольственная безопасность и качество сельскохозяйственной продукции; производство, хранение и переработка сельскохозяйственной продукции»), а также перечню государственных программ научных исследований Республики Беларусь на 2021–2025 годы, утвержденному постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 27.07.2020 № 438 (пункт 3 «Биотехнологии-2», пункт 9 «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность»).

Диссертация выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» в рамках государственных программ научных исследований (ГПНИ) и грантов: «Фундаментальные основы биотехнологий» по теме «Разработка научных основ получения из зерна пшеницы и гороха пищевых продуктов с улучшенными потребительскими свойствами» – № госрегистрации 20141456 (2014–2016 гг.), ГПНИ «Качество и эффективность агропромышленного производства» по теме «Формирование научно-практических основ получения функциональных косметических средств антивозрастной направленности на основе местного растительного сырья» – № госрегистрации 20162270 (2016–2018 гг.), ГПНИ «Биотехнологии» по теме «Обоснование эффективности ферментативного получения из злаковых, зернобобовых и масличных культур биологически активного сырья для косметических целей» – № госрегистрации 20162139 (2016–2018 гг.), ГПНИ «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность» по теме «Научное обоснование создания сухих концентратов детоксикационного действия с использованием пектиносодержащих фитокомпозиций» – № госрегистрации 20211976 (2021–2023 гг.), гранта магистранта по теме «Разработка технологии получения биологически активной зерновой композиции на основе цельносмолотого овса голозерного для производства сухих косметических смесей» – № госрегистрации 2015734 (2015 г.), гранта аспиранта по теме «Разработка технологии получения смесей биоактивированного зерна и многокомпонентных порошковых продуктов на их основе» – № госрегистрации 20180823 (2018 г.), гранта Белорусского инновационного фонда на коммерциализацию результатов инновационного проекта по теме «Косметическая экспресс-маска антивозрастной направленности на основе биологически активного растительного сырья» – договор от 04.03.2019 № 8-КО (2019 г.).

Цель, задачи, объект и предмет исследования.

Цель исследования – разработать научно обоснованную технологию производства зерновых ингредиентов на основе пророщенных пшенично-овсяных смесей с высоким содержанием нутриентов.

Задачи исследования:

– изучить технологические свойства и химический состав зерна пшеницы

и овса голозерного, установить взаимосвязь между показателями, разработать требования к продовольственному зерну для проращивания;

– разработать оптимальные режимы замачивания и проращивания зерна пшеницы, овса голозерного и их смесей в диапазоне температур 5–25 °С;

– исследовать влияние соотношений зерна пшеницы и овса голозерного на технологические параметры и химический состав пророщенных смесей;

– исследовать влияние продолжительности проращивания на физико-химические свойства пшенично-овсяных смесей;

– разработать технологию производства зерновых ингредиентов на основе пророщенных пшенично-овсяных смесей, провести ее промышленную апробацию и определить показатели качества и безопасности новой продукции;

– дать оценку химическому составу и пищевой ценности разработанных зерновых ингредиентов, изучить возможность их применения в пищевой и косметической промышленности.

Объект исследования – зерно пшеницы, зерно овса голозерного, пророщенные пшенично-овсяные смеси, процесс производства зерновых ингредиентов из пророщенных пшенично-овсяных смесей.

Предмет исследования – технологические свойства и химический состав зерна пшеницы и овса голозерного, технологические параметры замачивания и проращивания пшенично-овсяных смесей.

Научная новизна.

1. Получены новые данные о минеральном, витаминном и аминокислотном составе продовольственного и сортового зерна пшеницы и овса голозерного, углубляющие и расширяющие сведения о зерновых культурах отечественного производства. Показано, что совместная переработка пшеницы и овса голозерного позволяет получить продукт со сбалансированным химическим составом. Установлены корреляционные зависимости между всхожестью и жизнеспособностью зерна пшеницы и овса голозерного, показано влияние крупности зерна на его жизнеспособность, что позволило сократить продолжительность оценки пригодности зерна для проращивания и впервые разработать требования к продовольственному зерну для проращивания.

2. Установлены зависимости продолжительности водных и воздушных пауз проращивания зерна пшеницы, овса голозерного и их смесей от температуры воздуха. В отличие от известных режимов отдельного проращивания каждой культуры, впервые разработаны диаграммы, позволяющие определять оптимальные режимы совместного проращивания двух культур на каждом этапе технологического процесса, обеспечивающие максимальный выход готовой продукции за оптимальное время.

3. Впервые установлены зависимости активности роста, продолжительности проращивания, содержания витаминов (В₁, В₂, В₆, В₉, РР, Е,

β-каротина) и незаменимых аминокислот от соотношения зерна пшеницы и овса голозерного в смеси. В отличие от отдельного проращивания каждой культуры, установлены оптимальные соотношения зерна (60/40 и 70/30 – пшеница/овес голозерный), обеспечивающие высокую активность роста, а также наибольшее содержание витаминов и незаменимых аминокислот.

4. Впервые получены зависимости объема, массы и степени водопоглощения пшенично-овсяных смесей в соотношениях 60/40 и 70/30 от продолжительности проращивания, позволяющие прогнозировать увеличение объема, массы и степени водопоглощения на каждом этапе технологического процесса (водные и воздушные паузы) и определять необходимый объем замочных емкостей и количество воды для проращивания смесей.

5. Впервые разработана технология производства зерновых ингредиентов на основе пророщенных пшенично-овсяных смесей в соотношениях 60/40 («BioMix») и 70/30 («BioGrain»), включающая отдельные и совместные операции для зерна пшеницы и овса голозерного, позволяющая сократить производственный цикл и получить максимальный выход пророщенных смесей. Впервые установлены показатели качества и безопасности новых зерновых ингредиентов и показана возможность их применения для производства пищевой и косметической продукции. Новизна технических решений подтверждена патентами на изобретение (BY 21666) и полезную модель (KZ 1648).

6. Дана характеристика пищевой и биологической ценности разработанных зерновых ингредиентов «BioMix» и «BioGrain». Показано, что разработанные зерновые ингредиенты по содержанию незаменимых аминокислот, витаминов В₁, В₉, РР и минеральных веществ (магния, фосфора, железа, селена) относятся к продуктам с высоким содержанием нутриентов, а по содержанию белка, пищевых волокон, витамина В₆ и калия – к продуктам, являющимся их источником.

Положения, выносимые на защиту

1. Корреляционные зависимости между всхожестью и жизнеспособностью зерна пшеницы ($R^2=0,95$) и овса голозерного ($R^2=0,96$), позволяющие сократить продолжительность оценки пригодности продовольственного зерна для проращивания до 15 мин и с высокой достоверностью (погрешность не более 5–7 %) прогнозировать количество пророщенных зерен. Критерии оценки новой категории качества «продовольственное зерно для проращивания», отличающиеся от требований действующих стандартов введением показателей крупности (для пшеницы – сход с сита 2,2×20 мм не менее 98,0 %, для овса голозерного – сход с сита 1,6×20 мм не менее 98,0 %) и жизнеспособности (не менее 75 %), позволяющие использовать доступное продовольственное зерно вместо дорогостоящего семенного.

2. Диаграммы для определения оптимальных режимов совместного

проращивания зерна пшеницы и овса голозерного в диапазоне температур от 5 до 25 °С, позволяющие устанавливать продолжительность водных (первая – 5,8–7,4 ч; вторая – 5,1–6,7 ч) и воздушных пауз (первая – 5,0–7,1 ч; вторая – 4,6–7,0 ч) на каждом этапе технологического процесса, обеспечивающие максимальный выход пророщенного зерна за оптимальное время.

3. Зависимости активности роста, продолжительности проращивания, содержания витаминов (В₁, В₂, В₆, В₉, РР, Е, β-каротина) и незаменимых аминокислот от соотношения зерна пшеницы и овса голозерного в смеси, позволяющие установить оптимальные соотношения (60/40 и 70/30 – пшеница/овес голозерный) для совместного проращивания двух культур, отличающиеся высокой активностью роста, увеличением содержания витаминов в 1,1–4,8 раза и незаменимых аминокислот в 1,1–1,4 раза по сравнению с непророщенным зерном.

4. Зависимости объема, массы и степени водопоглощения пшенично-овсяных смесей в соотношениях 60/40 и 70/30 от продолжительности проращивания ($R^2=0,92-0,98$), отличающиеся учетом четырех стадий процесса (водные и воздушные паузы), что позволяет прогнозировать увеличение объема пшенично-овсяных смесей, их массы и степени водопоглощения для расчета объема замочных емкостей и количества воды на каждом этапе технологического процесса.

5. Технология производства зерновых ингредиентов на основе пророщенных пшенично-овсяных смесей в соотношениях 60/40 («BioMix») и 70/30 («BioGrain»), отличающаяся от традиционных технологий объединением операций (мойки, обеззараживания, замачивания, проращивания, сушки, измельчения), обеспечивающая сокращение производственного цикла и получение максимального выхода пророщенных смесей ($97,0\pm 1,2$) %. Показатели качества и безопасности зерновых ингредиентов «BioMix» и «BioGrain», обеспечивающие соответствие требованиям стандартов для их применения в пищевой и косметической промышленности.

6. Показатели пищевой и биологической ценности разработанных зерновых ингредиентов «BioMix» и «BioGrain», позволяющие отнести их к продуктам с высоким содержанием нутриентов – витаминов В₁, В₉, РР и минеральных веществ (магния, фосфора, железа, селена), а также к продуктам, являющимся источником белка, пищевых волокон, витамина В₆ и калия.

Личный вклад соискателя ученой степени. Соискателем выполнены: анализ научной литературы по теме диссертации; планирование и проведение экспериментальных исследований; обработка полученных данных; разработка математических моделей; формулировка научных положений и выводов; подготовка публикаций и патентов. В работах, выполненных в соавторстве, соискателю принадлежат результаты, выносимые на защиту.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов. Основные положения и результаты диссертационных исследований доложены и обсуждены на 30 научных, научно-технических и научно-практических конференциях, проходивших в городах: Могилев, Минск, Воронеж, Семей, Алматы, Каунас, Пловдив, Одесса, Краснодар, Москва, Новосибирск, Кутаиси, Умань, Ленкорань. Результаты работы представлены на 12 конкурсах: Республиканский конкурс молодежных инновационных проектов «100 идей для Беларуси» (г. Минск, 2014 г., 2015 г., 2020 г., 2021 г.); XXII Республиканский конкурс научных работ студентов (г. Минск, 2016 г.); Республиканский конкурс инновационных проектов (г. Минск, 2018 г.); конкурс стартапов, в рамках ярмарки инновационных идей Smart Patent (г. Минск, 2019 г.); II Китайско-Белорусский молодежный конкурс научно-исследовательских и инновационных проектов (г. Минск, 2021 г.); Международный конкурс «Лучший инновационный проект и лучшая инновационная разработка года» в рамках Международной выставки инновационных проектов «НИ-ТЕСН» (г. Санкт-Петербург, 2015 г., 2018 г., 2021 г., 2023 г.). Разработанная технология производства зерновых ингредиентов на основе пророщенных пшенично-овсяных смесей и продукция, полученная на их основе, внедрены в производство Горецкого филиала ОАО «Булочно-кондитерская компания «Домочай» (Республика Беларусь), индивидуального предпринимателя Румянцев Д. В. (Российская Федерация), НТЦ «Техностарт» (Республика Беларусь), ООО «Свитджой» (Республика Беларусь). Результаты работы внедрены в образовательный процесс учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий».

Опубликованность результатов диссертации. Результаты диссертационных исследований опубликованы в 50 печатных работах, из них – 5 статей в рецензируемых научных журналах, включенных в Перечень ВАК Республики Беларусь (общим объемом 5,5 авторского листа), что соответствует пункту 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий; 5 статей в иных рецензируемых журналах; 29 публикаций в сборниках материалов научных конференций; 9 тезисов докладов. Получено 2 патента: на изобретение Республики Беларусь и на полезную модель Республики Казахстан. Разработаны и утверждены 4 технических условия и 3 рецептуры.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, 5 глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Диссертация изложена на 255 страницах, в том числе 39 рисунков и 33 таблицы на 35 страницах, 24 приложения на 89 страницах. Список использованных библиографических источников включает 294 наименования, из них 53 на иностранных языках.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Во **введении** обоснована актуальность совместного проращивания пшеницы и овса голозерного для создания биологически ценных продуктов.

В **первой главе** представлен аналитический обзор отечественной и зарубежной научно-технической литературы. Проведен анализ количественного и качественного состава полезных веществ в зерне пшеницы и овса голозерного. Рассмотрены современные технологии проращивания зерна, а также опыт использования пророщенного зерна этих культур в различных отраслях промышленности Республики Беларусь и других стран. На основе обзора литературы установлено, что в настоящее время технологии совместного проращивания зерна пшеницы и овса голозерного отсутствуют [3–А, 4–А]. Это позволило обосновать актуальность работы, сформулировать ее цель и задачи.

Во **второй главе** приведен перечень объектов и методов исследований, представлена структурная схема исследований (рисунок 1).

Третья глава посвящена изучению свойств зерна пшеницы и овса голозерного как сырья для проращивания. Исследования проводились на сортовом и продовольственном зерне урожая 2014–2021 годов, выращенном в Республике Беларусь. В ходе 8-летнего цикла наблюдений были изучены технологические свойства, химический состав и семенные свойства культур [1–А, 2–А, 3–А, 4–А, 5–А, 6–А, 7–А, 8–А, 16–А, 17–А, 25–А, 48–А].

Показано, что совместная переработка пшеницы и овса голозерного в составе единого сырьевого ингредиента позволяет получить продукт со сбалансированным химическим составом: овес голозерный обеспечивает высокий уровень белково-липидного комплекса, витаминов группы В (В₁, В₆, В₉), ряда минеральных веществ (кальций, фосфор, магний, медь, цинк) и большинства аминокислот, а пшеница дополняет смесь углеводным компонентом, витаминами В₂, РР, Е, провитамином А (β-каротином), калием, железом, селеном и аргинином [3–А, 4–А, 48–А].

Дан сравнительный анализ существующих способов определения семенных свойств зерна, который показал, что наиболее быстрым способом является определение жизнеспособности зерна, а наиболее достоверную оценку прорастающих зерен определяет всхожесть [5–А, 24–А, 35–А, 42–А].

На основе экспериментальных данных (рисунок 2) получены уравнения, позволяющие с высокой точностью прогнозировать всхожесть зерна овса голозерного Y_1 с достоверностью 96,0 % (1) и всхожесть зерна пшеницы Y_2 с достоверностью 95,0 % (2):

$$Y_1 = 0,95 \cdot x_1 - 0,53, \quad (1)$$

где Y_1 – всхожесть зерна овса голозерного, %;

x_1 – жизнеспособность зерна овса голозерного, %.

$$Y_2 = 0,99 \cdot x_2 - 3,65, \quad (2)$$

где Y_2 – всхожесть зерна пшеницы, %;

x_2 – жизнеспособность зерна пшеницы, %.

Полученные уравнения (формулы 1, 2) имеют большое практическое значение. Они обеспечивают переход от длительного (7 сут) стандартного анализа всхожести к оперативному (15 мин) контролю качества зерна для проращивания путем определения его жизнеспособности.



Рисунок 1 – Структурная схема исследований

отношение количества проросших зерен пшеницы и овса голозерного (%) с длиной ростка от 0,5 до 2 мм к продолжительности их проращивания на момент подсчета (ч) [4–А, 11–А, 12–А, 14–А, 38–А, 45–А, 46–А, 48–А]. На рисунках 3–6 в качестве примера приведены данные, полученные при 20 °С.

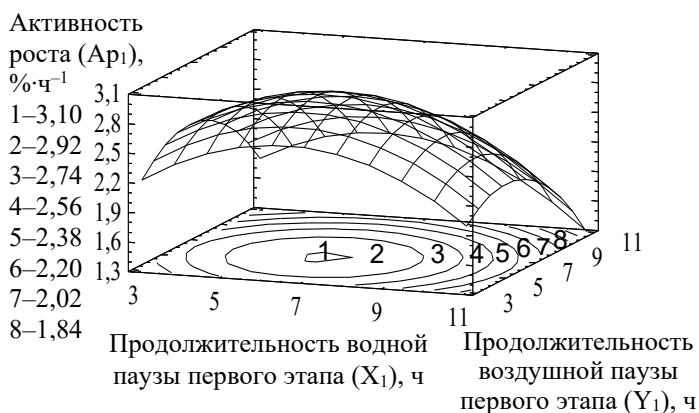


Рисунок 3 – Поверхность отклика и контурный график для первого этапа проращивания зерна пшеницы

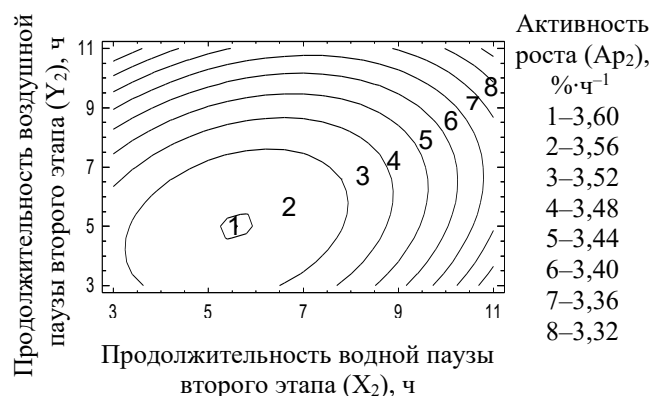


Рисунок 4 – Контурный график поверхности отклика для второго этапа проращивания зерна пшеницы

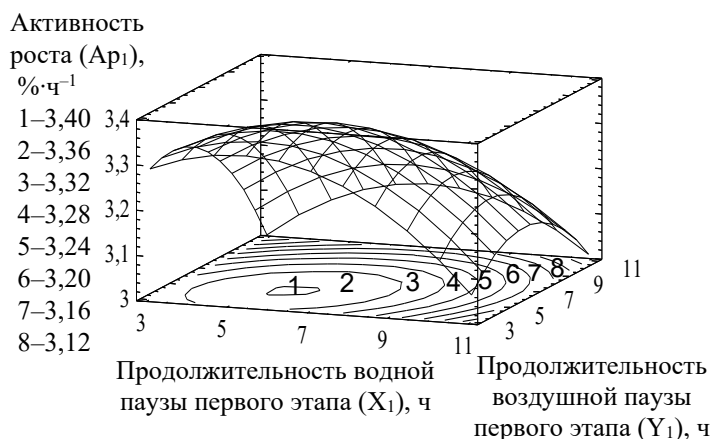


Рисунок 5 – Поверхность отклика и контурный график для первого этапа проращивания зерна овса голозерного

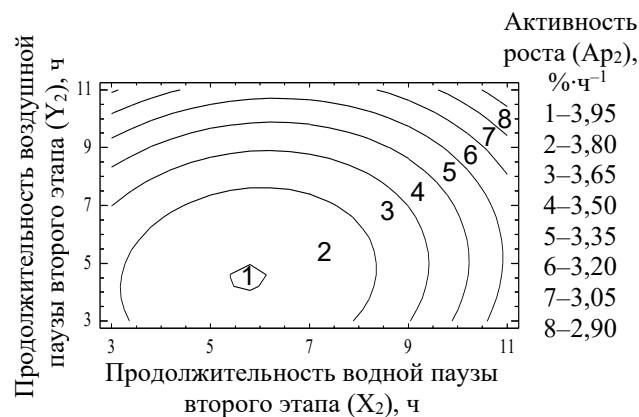


Рисунок 6 – Контурный график поверхности отклика для второго этапа проращивания зерна овса голозерного

Аналогично установлены оптимальные режимы проращивания зерна пшеницы и овса голозерного для других температурных режимов. На основе обобщения экспериментальных данных построены диаграммы для определения продолжительности водных и воздушных пауз на первом (рисунок 7) и втором (рисунок 8) этапах проращивания, позволяющие устанавливать оптимальные режимы совместного проращивания зерна пшеницы и овса голозерного в диапазоне температур от 5 до 25 °С (серая зона пересечения графиков).

Изучены изменения химического состава зерна пшеницы и овса голозерного при проращивании [48–А]. Сравнительный анализ непророщенного и пророщенного (в течение 25 ч) зерна пшеницы и овса голозерного подтвердил, что происходит расщепление сложных органических веществ: у пшеницы –

в среднем на 16,5 %, у овса голозерного – на 18,7 %.

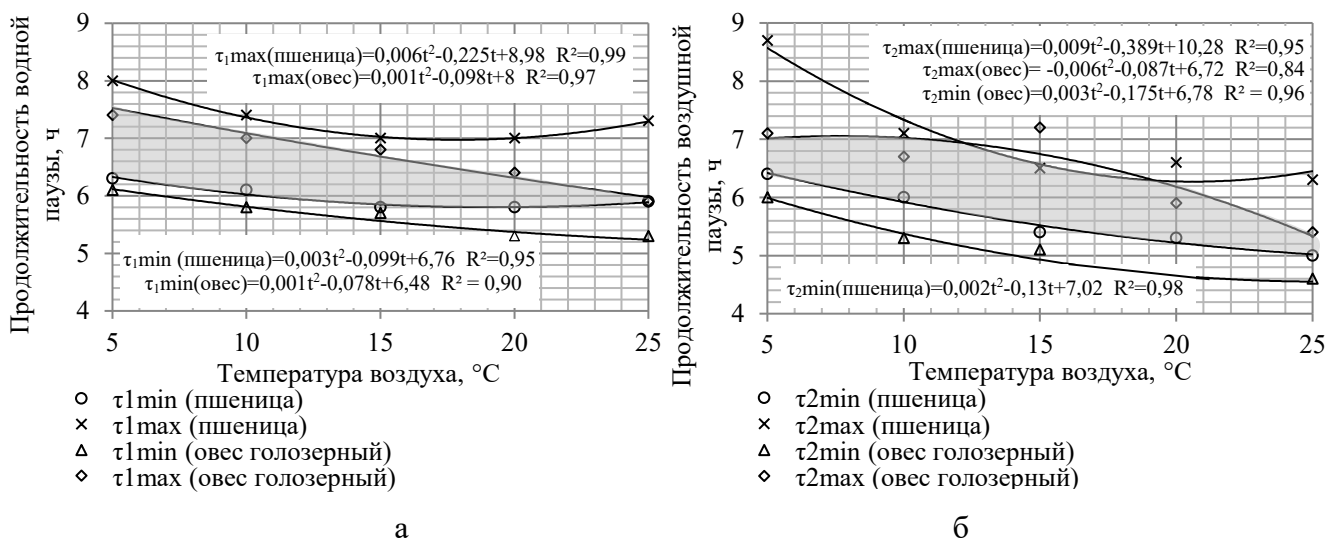


Рисунок 7 – Диаграммы для определения продолжительности водной (а) и воздушной (б) пауз первого этапа проращивания зерна пшеницы и овса голозерного

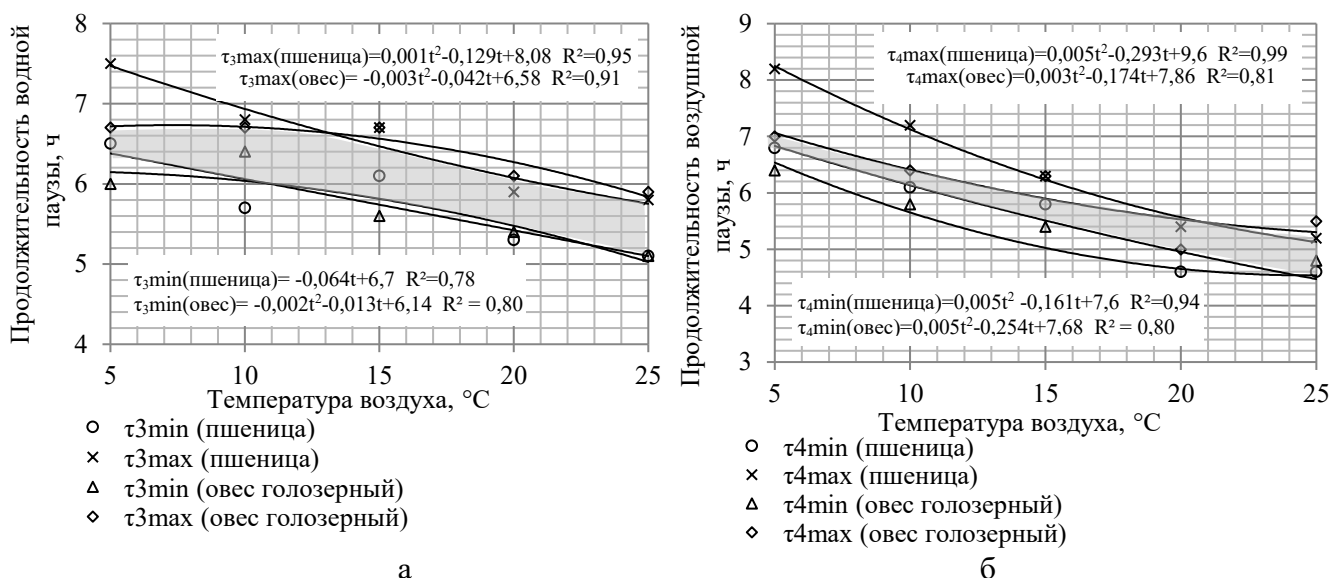


Рисунок 8 – Диаграммы для определения продолжительности водной (а) и воздушной (б) пауз второго этапа проращивания зерна пшеницы и овса голозерного

Исследована микробная обсемененность исходного зерна. Разработан способ обеззараживания, который обеспечивает снижение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов с $1,5 \times 10^6$ КОЕ/г (пшеница) и $8,3 \times 10^7$ КОЕ/г (овес голозерный) до $1,1 \times 10^2$ и $3,1 \times 10^2$ КОЕ/г соответственно при сохранении активности роста зерна [4–А, 9–А, 21–А, 22–А, 23–А].

В пятой главе представлены результаты исследования процесса совместного проращивания зерна пшеницы и овса голозерного по ранее установленным оптимальным режимам в диапазоне от 5 до 25 °С [4–А]. Для выбора оптимального соотношения компонентов изучено влияние состава смеси

на технологические параметры процесса. Соотношение пшеницы и овса голозерного варьировали от 10 до 90 %. На рисунке 9 в качестве примера приведены данные, полученные при температуре проращивания 20 °С.



Рисунок 9 – Изменение активности роста и продолжительности проращивания смесей в зависимости от соотношения зерна пшеницы и овса голозерного

Наилучшие показатели достигнуты при соотношениях пшеницы и овса голозерного 60/40 и 70/30: активность роста возрастает в 1,2 раза; продолжительность проращивания минимальна [4–А].

Исследованы изменения физико-химических свойств при проращивании пшенично-овсяных смесей. Впервые для оптимальных соотношений 60/40 и 70/30 установлено, что объем смесей при проращивании увеличивается в 1,4 раза (рисунок 10), масса – в 1,5 раза, влажность смесей в конечной точке проращивания достигает (45,7±0,4) % [4–А, 26–А, 28–А, 39–А, 48–А].

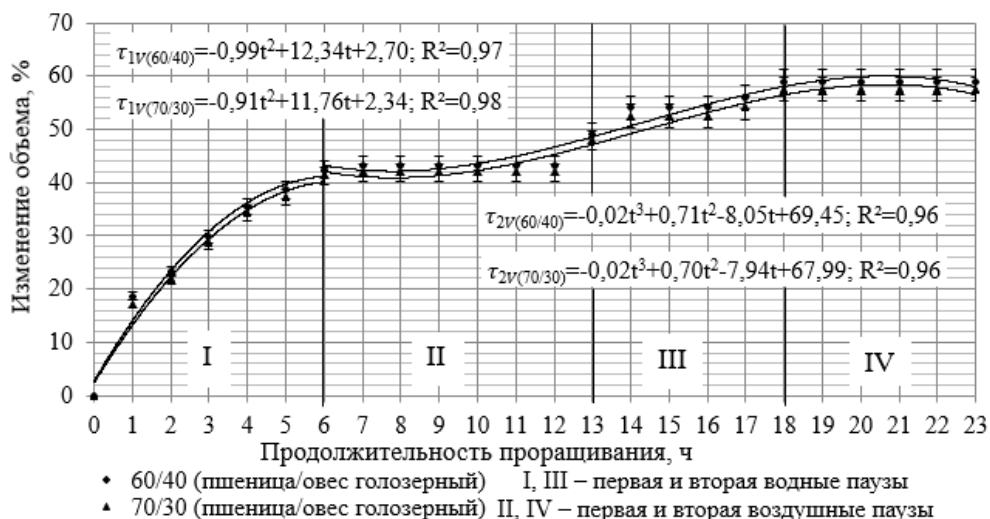


Рисунок 10 – Зависимость объема пшенично-овсяных смесей в соотношении 60/40 и 70/30 от продолжительности проращивания

Исследован витаминный, минеральный и аминокислотный состав пророщенных смесей. Установлено, что смеси в соотношениях 60/40 и 70/30

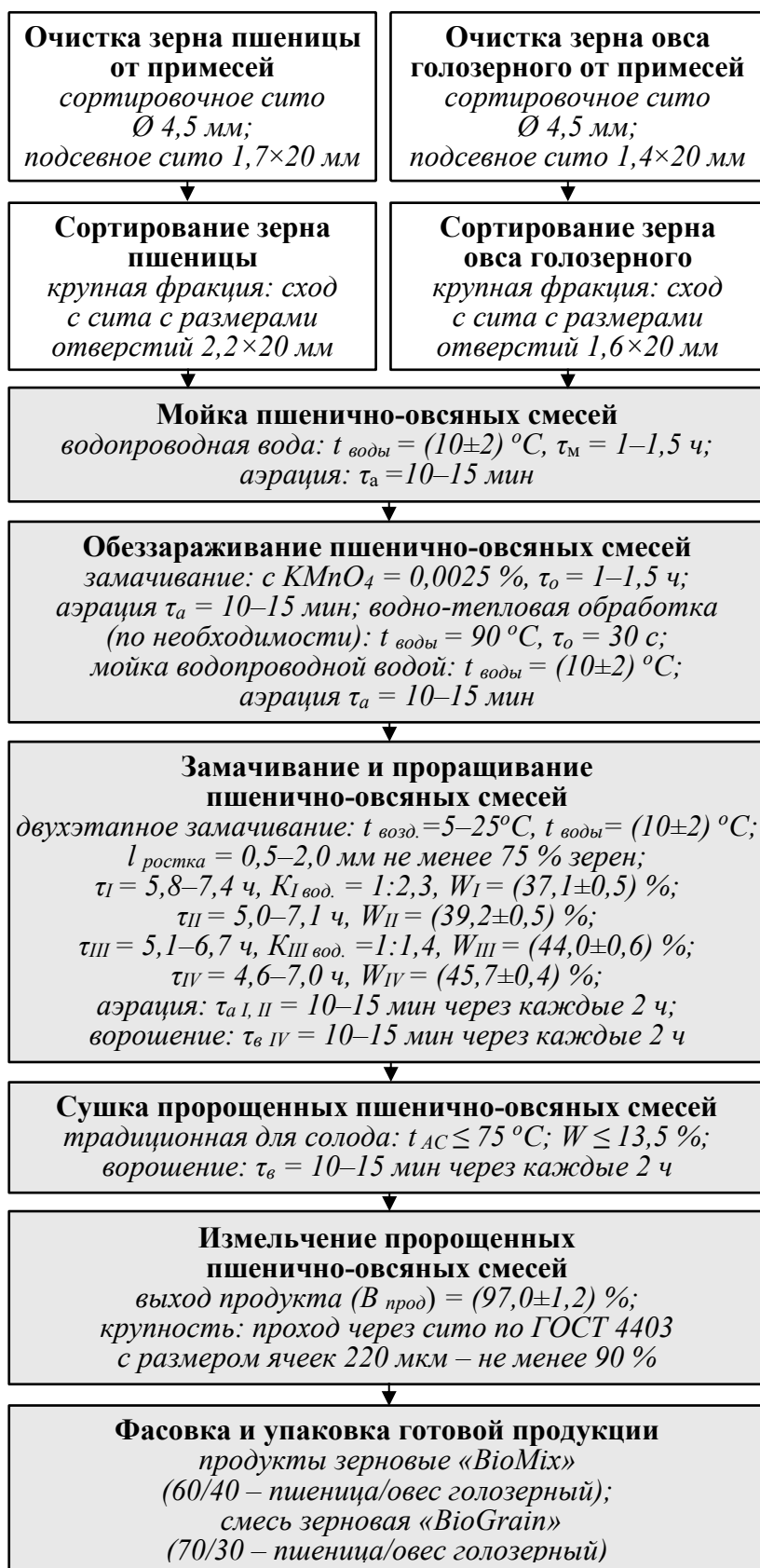


Рисунок 11 – Технология производства зерновых ингредиентов на основе пророщенных пшенично-овсяных смесей «BioMix» [3–А, 4–А, 8–А]; (соотношение – 70/30) Смесь зерновая «BioGrain» [3–А, 4–А, 10–А, 48–А].

характеризуются высоким содержанием витаминов В₁, В₂, В₆, В₉, РР, Е, β-каротина и незаменимых аминокислот, позволяют удовлетворить более 30 % средней суточной потребности человека в витаминах В₁, В₉, РР и минеральных веществах – магнии, фосфоре, железе, селене, а также являются источниками белка, пищевых волокон, витамина В₆ и калия.

На основании проведенных исследований впервые разработана технология производства новых зерновых ингредиентов на основе пророщенных пшенично-овсяных смесей (рисунок 11).

Главная особенность технологии – объединение технологических операций для пшеницы и овса голозерного, что позволяет сократить производственный цикл. Технология прошла опытно-промышленную апробацию [3–А, 4–А, 48–А].

Разработаны и зарегистрированы технические условия на новые виды продукции: (соотношение пшеница/овес голозерный – 60/40) ТУ ВУ 700036606.115–2015 Продукты зерновые

«BioMix» [3–А, 4–А, 8–А]; (соотношение – 70/30) ТУ ВУ 700036606.128–2019 Смесь зерновая «BioGrain» [3–А, 4–А, 10–А, 48–А].

Разработанные продукты зерновые «BioMix» и смесь зерновая «BioGrain» предназначены для производства хлебобулочных, мучных кондитерских изделий, пищевых концентратов, косметической продукции и реализации на другие пищевые цели. Изучен химический состав и пищевая ценность новых зерновых ингредиентов. Проведен сравнительный анализ с непророщенным зерном пшеницы и овса голозерного (таблица 1).

Таблица 1 – Химический состав зерновых продуктов «BioMix» и «BioGrain» в сравнении с непророщенным зерном

Наименование показателей	Пшеница	Овес голозерный	Продукт зерновой «BioMix»	Смесь зерновая «BioGrain»	Изменение, %			
					«BioMix» (60/40)		«BioGrain» (70/30)	
					от пшеницы	от овса голозерного	от пшеницы	от овса голозерного
Химический состав (в пересчете на сухое вещество), %								
Массовая доля белка	14,5	21,8	16,7	16,3	+15,2	-23,4	+12,4	-25,2
Массовая доля крахмала	72,5	62,9	67,6	68,5	-6,8	+7,5	-5,5	+8,9
Массовая доля жира	1,6	4,7	3,5	3,0	+118,8	-25,5	+87,5	-36,2
Массовая доля клетчатки	4,0	3,8	3,8	3,9	-5,0	0,0	-2,5	+2,6
Массовая доля сахаров	4,2	4,5	5,2	5,1	+23,8	+15,6	+21,4	+13,3
Содержание витаминов, мг/100 г								
В ₁ (тиамин)	0,14	0,35	0,45	0,43	+221,4	+28,6	+207,1	+22,9
В ₂ (рибофлавин)	0,11	0,08	0,12	0,12	+9,1	+50,0	+9,1	+50,0
В ₆ (пиридоксин)	0,13	0,20	0,30	0,29	+130,8	+50,0	+123,1	+45,0
В ₉ (фолиевая кислота)	0,027	0,040	0,060	0,060	+122,2	+50,0	+122,2	+50,0
РР (никотиновая кислота)	7,60	1,60	7,65	7,67	+0,7	+378,1	+0,9	+379,4
Е (токоферолы)	0,66	0,61	1,30	1,10	+97,0	+113,1	+66,7	+80,3
β-каротин (провитамин А)	0,20	0,07	0,26	0,24	+30,0	+271,4	+20,0	+242,9

Установлено, что новые зерновые ингредиенты отличаются высоким содержанием нутриентов и превосходят по нутриентной ценности непророщенное зерно пшеницы и овса голозерного, что делает их перспективными для использования не только в пищевой, но и в косметической и других отраслях промышленности. Для полученных зерновых ингредиентов определены показатели качества и безопасности [4–А]. Пищевая ценность зерновых продуктов «BioMix» составила 365 ккал, а «BioGrain» – 360 ккал. Срок годности разработанных смесей при температуре воздуха не более 25 °С и относительной влажности воздуха не более 75 % составляет 12 месяцев [3–А, 4–А, 48–А].

На основе новых зерновых ингредиентов разработан ассортимент готовой продукции, прошедшей промышленную апробацию и внедренной в производство: напиток шипучий растворимый «LARI»; коктейль зерновой «AquaGrain»; маски

косметические «Zerno» и «BioMixGrain». Показатели качества и безопасности готовых изделий соответствуют требованиям технических регламентов Таможенного союза [4–А, 18–А, 19–А, 20–А, 27–А, 30–А, 31–А].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Впервые установлены корреляционные зависимости между всхожестью и жизнеспособностью зерна пшеницы ($R^2 = 0,95$) и овса голозерного ($R^2 = 0,96$), позволяющие сократить продолжительность оценки пригодности сырья для проращивания до 15 мин с погрешностью не более 5–7 %. Установлено, что жизнеспособность крупной фракции продовольственного зерна в 1,6 раза больше, чем у мелкой фракции. Разработаны требования к продовольственному зерну для проращивания, отличающиеся от действующих стандартов введением показателей крупности (сход с сита $2,2 \times 20$ мм для пшеницы и $1,6 \times 20$ мм для овса голозерного не менее 98 %) и жизнеспособности (не менее 75 %), что позволило сформировать новую категорию качества – «продовольственное зерно для проращивания» [1–А, 2–А, 3–А, 4–А, 5–А, 6–А, 7–А, 8–А, 16–А, 17–А, 24–А, 25–А, 32–А, 35–А, 36–А, 37–А, 38–А, 41–А, 42–А, 43–А, 48–А].

2. Впервые разработаны диаграммы для определения оптимальных режимов совместного проращивания зерна пшеницы и овса голозерного в диапазоне температур от 5 до 25 °С, позволяющие устанавливать продолжительность водных (первая – 5,8–7,4 ч; вторая – 5,1–6,7 ч) и воздушных пауз (первая – 5,0–7,1 ч; вторая – 4,6–7,0 ч) на каждом этапе технологического процесса, обеспечивающие максимальный выход пророщенного зерна с длиной ростка 0,5–2,0 мм за оптимальное время. Получены количественные характеристики изменения физико-химических свойств: увеличение объема (пшеница – в 1,3–1,4 раза, овес голозерный – в 1,4–1,5 раза), массы (в 1,4–1,5 и 1,5–1,6 раза) и водопоглощения (113 ± 4) % и (120 ± 4) %. Конечная влажность продукта составила ($44,5 \pm 0,4$) % для пшеницы и ($45,3 \pm 0,3$) % для овса голозерного. Проращивание сопровождается увеличением содержания витаминов В₁, В₆, В₉, Е и β-каротина в 1,2–1,7 раза, незаменимых аминокислот на 16,2 % для пшеницы и на 17,2 % для овса голозерного [1–А, 3–А, 4–А, 6–А, 7–А, 11–А, 12–А, 14–А, 28–А, 32–А, 38–А, 44–А, 45–А, 46–А, 48–А].

3. Впервые установлены зависимости активности роста, продолжительности проращивания, содержания витаминов и незаменимых аминокислот от соотношения зерна пшеницы и овса голозерного в смесях. Установлены оптимальные соотношения (60/40 и 70/30 – пшеница/овес голозерный) для совместного проращивания двух культур, отличающиеся высокой активностью

роста, увеличением содержания витаминов в 1,1–4,8 раза и незаменимых аминокислот в 1,1–1,4 раза по сравнению с непророщенным зерном. Показано, что 100 г пшенично-овсяной смеси в соотношении 60/40, удовлетворяет среднюю суточную потребность взрослого человека: в белках – 22,3 %, пищевых волокнах – 12,7 %, витамине РР – 42,5 %, В₁ – 32,1 %, В₉ – 30,0 %, В₆ – 15,0 %, Е – 13,0 %, фосфоре – 59,9 %, селене – 42,9 %, магнии – 38,9 %, железе – 35,0 %, цинке – 13,7 %. Для смеси 70/30 эти показатели находятся на сопоставимом уровне: белки – 21,7 %, пищевые волокна – 13,0 %, витамин РР – 42,6 %, В₁ – 30,7 %, В₉ – 29,8 %, В₆ – 14,5 %, Е – 10,5 %, фосфор – 58,6 %, селен – 41,4 %, магний – 37,6 %, железо – 34,0 %, цинк – 13,3 %. Разработан способ обеззараживания зерна пшеницы и овса голозерного, который обеспечивает снижение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов с $1,5 \times 10^6$ КОЕ/г (пшеница) и $8,3 \times 10^7$ КОЕ/г (овес голозерный) до $1,1 \times 10^2$ и $3,1 \times 10^2$ КОЕ/г соответственно при сохранении активности роста зерна [2–А, 3–А, 4–А, 8–А, 9–А, 10–А, 15–А, 16–А, 17–А, 19–А, 20–А, 21–А, 22–А, 23–А, 25–А, 26–А, 39–А, 48–А].

4. Впервые получены зависимости объема, массы и степени водопоглощения пшенично-овсяных смесей в соотношениях 60/40 и 70/30 от продолжительности проращивания, позволяющие прогнозировать увеличение объема, массы и степени водопоглощения на каждом этапе технологического процесса (водные и воздушные паузы) и определять необходимый объем замочных емкостей и количество воды для проращивания смесей. Впервые для оптимальных соотношений 60/40 и 70/30 установлено, что объем смесей при проращивании увеличивается в 1,4 раза, масса – в 1,5 раза, водопоглощение (115 ± 2) %, влажность смесей в конечной точке проращивания достигает ($45,7 \pm 0,4$) % [2–А, 4–А, 26–А, 39–А].

5. Разработана технология производства зерновых ингредиентов на основе пророщенных пшенично-овсяных смесей в соотношениях 60/40 («BioMix») и 70/30 («BioGrain»), включающая отдельные операции (очистка от примесей и сортирование по крупности) и отличающаяся объединением операций для пшеницы и овса голозерного (мойки, обеззараживания, замачивания, проращивания, сушки, измельчения), обеспечивающая сокращение производственного цикла и получение максимального выхода пророщенных смесей ($97,0 \pm 1,2$) %. Определены показатели качества и безопасности новых зерновых ингредиентов: влажность – 10,0 %, кислотность – 4,3–4,5 град, рН – 5,6–5,8, гранулометрический состав: проход через сито 220 мкм – 97,0 %, отсутствие патогенных микроорганизмов, срок годности – 12 месяцев. Установлено соответствие показателей качества и безопасности разработанных зерновых ингредиентов требованиям технических регламентов Таможенного союза для пищевой и косметической продукции. Новизна технических решений защищена патентом на полезную модель «Способ производства сухой зерновой смеси

повышенной биологической ценности» и патентом на изобретение «Сухая косметическая маска и способ ее производства» [3–А, 4–А, 8–А, 10–А, 13–А, 18–А, 19–А, 20–А, 25–А, 27–А, 29–А, 30–А, 31–А, 32–А, 33–А, 34–А, 35–А, 40–А, 47–А, 48–А, 49–А, 50–А].

6. Впервые определен химический состав и пищевая ценность новых зерновых ингредиентов «BioMix» и «BioGrain», которые являются источником белка, пищевых волокон, витамина В₆, калия и отличаются от зерна пшеницы и овса голозерного высоким содержанием незаменимых аминокислот, витаминов В₁, В₉, РР и минеральных веществ (магния, фосфора, железа, селена). Установлено, что содержание витаминов в них выше, чем в непророщенном зерне: В₁ – в 3,1–3,9 раза, В₆ и В₉ – в 2,2–2,3 раза, Е – в 1,7–2,0 раза, РР – в 3,2–4,7 раза, β-каротин – в 1,2–3,7 раза, содержание незаменимых аминокислот выше в 1,1–1,4 раза [3–А, 4–А, 48–А].

Рекомендации по практическому использованию результатов

Для практического использования результатов диссертационной работы разработаны и зарегистрированы технические условия, регламентирующие требования к сырью и готовой продукции: ТУ ВУ 700036606.143–2024 «Зерно злаковых культур для проращивания и заваривания»; ТУ ВУ 700036606.115–2015 «Продукты зерновые «BioMix»» (соотношение пшеницы и овса голозерного 60/40); ТУ ВУ 700036606.128–2019 «Смесь зерновая «BioGrain»» (соотношение 70/30).

Разработанная технология апробирована и внедрена на производственных линиях Горещкого филиала ОАО «Булочно-кондитерская компания «Домочай» (Республика Беларусь), ИП Румянцев Д. В. (Российская Федерация), НТЦ «Техностарт» (Республика Беларусь), ООО «Свитджой» (Республика Беларусь). На основе новых зерновых ингредиентов разработан ассортимент пищевой и косметической продукции: ТУ ВУ 791156149.002–2019 «Напиток шипучий растворимый сухой «LARI»»; РЦ ВУ 700036606.280–2020 «Коктейль зерновой «AquaGrain»»; РЦ ВУ 700036606.235–2015 «Маска косметическая «Zerno»»; РЦ ВУ 700036606.279–2020 «Маска косметическая «BioMixGrain»».

На разработанную продукцию получены декларации о соответствии требованиям технических регламентов Таможенного союза: на напиток «LARI» (№ ВУ/112 11.01. ТР021 008 05787), маску «Zerno» (№ ТС ВУ/112 11.01. ТР009 008 01532). Экономическая значимость результатов подтверждена расчетами экономической эффективности. Отпускная цена (2024 г.) за единицу продукции с учетом торговой надбавки 30 % составила: напиток «LARI» – 3,60 руб., коктейль «AquaGrain» – 3,00 руб., маска «BioMixGrain» – 2,47 руб. Рентабельность продаж находится в диапазоне 17,2–19,2 %. Результаты работы внедрены в образовательный процесс учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий».

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

Статьи в научных изданиях, указанных в части первой пункта 19 Положения о присуждении ученых степеней

1–А. Урбанчик, Е. Н. Математическое моделирование и выбор оптимальных режимов проращивания зерна пшеницы / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта, **М. Н. Галдова** // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2016. – № 2 (21). – С. 23–28.

2–А. Динамика свойств зерна овса и гречихи в технологии проращивания / Е. Н. Урбанчик, В. А. Шаршунов, **М. Н. Галдова**, Л. В. Шустова // Вестник Алматинского технологического университета. – 2022. – № 4 (138). – С. 106–114.

3–А. **Галдова, М. Н.** Обоснование технологии проращивания пшеницы и овса голозерного в составе зерновой смеси для получения функционального ингредиента / **М. Н. Галдова**, Е. Н. Урбанчик // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2023. – № 1 (34). – С. 41–61.

4–А. **Галдова, М. Н.** Технологические аспекты производства пророщенных пшенично-овсяных смесей и практическое их использование в промышленности / **М. Н. Галдова**, Е. Н. Урбанчик // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2023. – № 2 (35). – С. 17–43.

5–А. Шаршунов, В. А. Комплексная оценка качества зерна пшеницы и овса голозерного, произрастающего на территории Республики Беларусь для получения продуктов повышенной биологической ценности / В. А. Шаршунов, Е. Н. Урбанчик, **М. Н. Галдова** // Технические и аграрные науки. – 2023. – № 3 (5). – С. 68–76.

Статьи в научных изданиях

6–А. Комплексная характеристика сырья и оптимизация режимов первого этапа проращивания зерна пшеницы / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта, Н. А. Горбатовская, **М. Н. Галдова** // Механика и технологии. – 2015. – № 3 (49). – С. 93–99.

7–А. Оптимизация режимов второго этапа проращивания пшеницы и изучение возможности использования полученного продукта / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта, Н. А. Горбатовская, **М. Н. Галдова** // Механика и технологии. – 2015. – № 4 (50). – С. 94–100.

8–А. Получение биологически активного зернового продукта на основе смесей пророщенного зерна пшеницы и овса голозерного / В. А. Шаршунов,

Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта, **М. Н. Галдова** // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. – 2016. – № 4. – С. 118–125.

9–А. Выбор способа обеззараживания зернового сырья при получении проростков пшеницы / А. Н. Павлюк, И. В. Мороз, Л. И. Сапунова, Е. Н. Урбанчик, **М. Н. Галдова** // Новости науки в АПК. – 2019. – № 3 (12). – С. 59–63.

10–А. Пророщенные овсяно-пшеничные смеси как сырье для получения биологически активных добавок к пище / Е. Н. Урбанчик, Г. З. Джахангирова, **М. Н. Галдова**, З. А. Каримова // Central Asian Food Engineering and Technology. – 2024. – № 5 (2). – С. 79–85.

Статьи в сборниках материалов научных конференций

11–А. Урбанчик, Е. Н. Оптимизация режимов первого этапа проращивания зерна овса голозерного / Е. Н. Урбанчик, **М. Н. Галдова**, А. Е. Шалюта // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений : материалы V Междунар. науч.-техн. конф., г. Воронеж, 4–5 июня 2015 г. / Воронежский гос. ун-т инженерных технологий ; редкол.: Г. О. Магомедов (гл. ред.) [и др.]. – Воронеж, 2015. – С. 575–577.

12–А. Урбанчик, Е. Н. Оптимизация режимов первого этапа проращивания зерна пшеницы / Е. Н. Урбанчик, **М. Н. Галдова**, А. Е. Шалюта // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений : материалы V Междунар. науч.-техн. конф., г. Воронеж, 4–5 июня 2015 г. / Воронежский гос. ун-т инженерных технологий ; редкол.: Г. О. Магомедов (гл. ред.) [и др.]. – Воронеж, 2015. – С. 578–580.

13–А. Урбанчик, Е. Н. Сухие зерновые смеси и оценка возможности их использования в производстве косметических масок / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта, **М. Н. Галдова** // Инновационные решения проблем экономики знаний Беларуси и Казахстана : сборник материалов науч.-практ. конф., г. Минск, 13 окт. 2016 г. / Бел. нац. техн. ун-т. – Минск, 2016. – С. 228–229.

14–А. Влияние температурных режимов на активность роста зерна пшеницы / Е. Н. Урбанчик, **М. Н. Галдова**, А. Е. Шалюта, К. К. Жанабаева, Я. И. Ерошенко // Инновационное развитие пищевой промышленности: от идеи до внедрения : материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Алматы, 27–28 окт. 2016 г. / Алматинский технол. ун-т ; редкол.: Т. К. Кулажанов [и др.]. – Алматы, 2016. – С. 127–129.

15–А. Урбанчик, Е. Н. Гранулометрическая характеристика цельносмолотого пророщенного зерна и рекомендации по его применению / Е. Н. Урбанчик, **М. Н. Галдова**, А. Е. Шалюта // Инновации. Образование.

Энергоэффективность : материалы X науч.-практ. конф., г. Гомель, 24–25 нояб. 2016 г. / ГАЗ-ИНСТИТУТ ; редкол.: А.С. Фиков [и др.]. – Минск, 2016. – С. 52–53.

16–А. **Галдова, М. Н.** Изучение возможности переработки овса голозерного для получения порошкового продукта с целью использования в косметической отрасли / **М. Н. Галдова**, Е. Н. Урбанчик // НИРС 2015 : сб. науч. раб. студентов Респ. Беларусь ; редкол.: В. А. Богуш (пред.) [и др.]. – Минск, 2016. – С. 27–30.

17–А. Урбанчик, Е. Н. Изучение возможности использования овса как основы для создания натуральных косметических средств / Е. Н. Урбанчик, **М. Н. Галдова**, А. Е. Шалюта // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции : сб. ст. III Междунар. науч.-практ. конф., г. Минск, 23–24 марта 2017 г. / Бел. гос. аграрный техн. ун-т ; под общ. ред.: В. Я. Груданова. – Минск, 2017. – С. 191–192.

18–А. Урбанчик, Е. Н. Методические рекомендации по апробации косметических продуктов на основе растительного сырья / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта, **М. Н. Галдова** // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции : сб. ст. III Междунар. науч.-практ. конф., г. Минск, 23–24 марта 2017 г. / Бел. гос. аграрный техн. ун-т ; под общ. ред.: В. Я. Груданова. – Минск, 2017. – С. 326–327.

19–А. Урбанчик, Е. Н. Изготовление зерновых биологически активных смесей для пищевой промышленности / Е. Н. Урбанчик, **М. Н. Галдова**, Н. В. Тимахова // Сотрудничество – катализатор инновационного роста : сб. материалов 3-го Белорусско-Прибалтийского форума, г. Минск, 19–20 окт. 2017 г. / Бел. нац. техн. ун-т. – Минск, 2017. – С. 39–40.

20–А. Урбанчик, Е. Н. Сухие концентраты из пророщенного зерна и семян для приготовления витаминно-минеральных напитков и косметических средств / Е. Н. Урбанчик, **М. Н. Галдова**, А. И. Малашенко // Сотрудничество – катализатор инновационного роста : сб. материалов 3-го Белорусско-Прибалтийского форума, г. Минск, 19–20 окт. 2017 г. / Бел. нац. техн. ун-т. – Минск, 2017. – С. 41–42.

21–А. Разработка условий проращивания зерна пшеницы с внесением ферментных препаратов / Е. Н. Урбанчик, Л. И. Сапунова, **М. Н. Галдова**, А. И. Малашенко // Техника и технология пищевых производств : материалы XII Междунар. науч.-техн. конф., г. Могилев, 19–20 апр. 2018 г. / Могилевский гос. ун-т продовольствия; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2018. – Т. 1. – С. 150–151.

22–А. Микрофлора зерна пшеницы и способы его дезинфекции / Е. Н. Урбанчик, Л. И. Сапунова, **М. Н. Галдова**, А. И. Малашенко, И. О. Тамкович, С. А. Кулиш // Техника и технология пищевых производств : материалы XII Междунар. науч.-техн. конф., г. Могилев, 19–20 апр. 2018 г. /

Могилевский гос. ун-т продовольствия ; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2018. – Т. 1. – С. 280–281.

23–А. Урбанчик, Е. Н. Оценка микробиологических показателей зернового сырья для использования в косметических целях / Е. Н. Урбанчик, **М. Н. Галдова**, А. И. Малашенко // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сб. ст. по материалам IV науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Краснодар, 23 марта 2018 г. / Кубанский гос. аграрный ун-т имени И. Т. Трубилина; редкол.: А. В. Степовой (отв.) [и др.]. – Краснодар, 2018. – С. 365–369.

24–А. **Галдова, М. Н.** Семенные свойства зерна и семян как критерий оценки сырья для создания продуктов повышенной пищевой ценности / **М. Н. Галдова**, Е. Н. Урбанчик // Проблемы формирования здорового образа жизни у молодежи : сб. материалов XI Всеукраинской науч.-практ. конф. молодых ученых и студентов с международным участием, г. Одесса, 4–6 окт. 2018 г. / Одесская Национальная Академия пищевых технологий; под ред. Б. В. Егорова (гл. ред.) [и др.]. – Одесса, 2018. – С. 58–59.

25–А. **Haldova, M.** New grain raw materials for the production of biologically active cosmetic facial and body preparations / **M. Haldova**, A. Ourbantchik // Food Science, Engineering and Technology – 2018 : 65th Anniversary International Conference, Plovdiv, 11–13 Oct. 2018 / UNIVERSITY OF FOOD TECHNOLOGIES. – Plovdiv, 2018. – Vol. 65, Issue 1. – P. 73–80.

26–А. **Галдова, М. Н.** Изучение процесса поглощения воды при проращивании пшенично-овсяных зерновых смесей / **М. Н. Галдова**, Е. Н. Урбанчик // Инновации. Образование. Энергоэффективность: материалы XII Междунар. науч.-практ. конф., г. Могилев, 25–27 окт. 2018 г. / ГАЗ-ИНСТИТУТ ; редкол.: С. В. Сплошнов, Л. В. Безлюдова, Т. В. Садченко ; под общ. ред. А. А. Лапко. – Минск, 2018. – С. 112–114.

27–А. Урбанчик, Е. Н. Оценка потребительских свойств косметических средств антивозрастной направленности / Е. Н. Урбанчик, **М. Н. Галдова** // Инновации. Образование. Энергоэффективность : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф., г. Могилев, 25–27 окт. 2018 г. / ГАЗ-ИНСТИТУТ ; редкол.: С. В. Сплошнов, Л. В. Безлюдова, Т. В. Садченко; под общ. ред. А. А. Лапко. – Минск, 2018. – С. 161–164.

28–А. Урбанчик, Е. Н. Влияние процесса проращивания на объем зерна пшеницы, овса голозерного и пшенично-овсяных зерновых смесей / Е. Н. Урбанчик, **М. Н. Галдова** // Образование – основа евроазиатского сотрудничества, посвященная 85-летию Университета Шакарима города Семей : материалы Междунар. образовательной блендинг-конф., г. Семей, 31 окт. 2019 г. / Гос. ун-т имени Шакарима города Семей; редкол.: М. Г. Ескендиров [и др.]. – Семей, 2019. – С. 34–36.

29–А. Разработка и внедрение технологии получения порошкообразных смесей для безалкогольных напитков / Е. Н. Урбанчик, **М. Н. Галдова**, А. Л. Желудков, А. И. Масальцева // Инновации. Образование. Энергоэффективность: сб. материалов XIII Междунар. науч.-практ. конф., г. Витебск, 14–15 нояб. 2019 г. / ГАЗ-ИНСТИТУТ ; редкол.: А. С. Фиков [и др.] под общ. ред. А. А. Лапко. – Минск, 2019. – С. 139–141.

30–А. Урбанчик, Е. Н. Оценка уровня водородного показателя и крупности помола растительного сырья для использования в косметических целях / Е. Н. Урбанчик, **М. Н. Галдова**, А. И. Масальцева // Инновации. Образование. Энергоэффективность: сборник материалов XIII Междунар. науч.-практ. конф., г. Витебск, 14–15 нояб. 2019 г. / ГАЗ-ИНСТИТУТ ; редкол.: А. С. Фиков [и др.] под общ. ред. А. А. Лапко. – Минск, 2019. – С. 141–143.

31–А. Урбанчик, Е. Н. Разработка бизнес-модели для реализации инновационного проекта «Косметическая экспресс-маска антивозрастной направленности» / Е. Н. Урбанчик, **М. Н. Галдова**, А. И. Масальцева // Инновации. Образование. Энергоэффективность: сборник материалов XIII Междунар. науч.-практ. конф., г. Витебск, 14–15 нояб. 2019 г. / ГАЗ-ИНСТИТУТ ; редкол.: А. С. Фиков [и др.] под общ. ред. А. А. Лапко. – Минск, 2019. – С. 143–145.

32–А. **Галдова, М. Н.** Технология получения смесей биологически активного зерна и многокомпонентных порошковых продуктов на их основе / **М. Н. Галдова**, Е. Н. Урбанчик // Пищевые биотехнологии: инновационные решения и подготовка кадров для индустрии 4.0: материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Москва, 21 окт. 2020 г. / Гос. ун-т технологий и управления им. К. Г. Разумовского. – Москва, 2020. – С. 86–90.

33–А. Урбанчик, Е. Н. Оптимизация режимов сушки овса голозерного ферментированного / Е. Н. Урбанчик, А. И. Масальцева, **М. Н. Галдова** // Инновации. Образование. Энергоэффективность: материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф., г. Минск, 29–30 окт. 2020 г. / ГАЗ-ИНСТИТУТ ; редкол.: А. С. Фиков [и др.] под общ. ред. А. А. Лапко. – Минск, 2020. – С. 80–82.

34–А. **Галдова, М. Н.** Анализ продуктов измельчения зерна овса голозерного ферментированного в дисковой мельнице / **М. Н. Галдова**, А. И. Масальцева, Е. Н. Урбанчик // Экспертиза. Качество. Технологии: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию Сибирского ун-та потребительской кооперации (СибУПК), г. Новосибирск, 12 ноября 2020 г. / Сибирский ун-т потребительской кооперации ; под ред. Ю. Ю. Миллер. – Новосибирск, 2020. – С. 132–135.

35–А. Урбанчик, Е. Н. Изучение семенных свойств зерна пшеницы и овса голозерного, произрастающего на территории Республики Беларусь / Е. Н. Урбанчик, **М. Н. Галдова** // Инновационные технологии выращивания,

хранения и переработки продукции садоводства и растениеводства: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф., г. Умань, 27–28 мая 2021 г. / Уманский нац. ун-т садоводства ; редкол.: Непочатенко О.О. (гл. ред.) [и др.]. – Умань, 2021. – С. 16–19.

36–А. **Галдова, М. Н.** Статистический анализ основных показателей развития злаковых культур / **М. Н. Галдова**, Е. Н. Урбанчик, Л. В. Шустова // Инновационные процессы и технологии: Междунар. науч.-практ. конф., г. Кутаиси, 24–25 июня 2021 г. / Гос. ун-т Акакия Церетели ; редкол.: Копалиани Р. (гл. ред.) [и др.]. – Кутаиси, 2021. – С. 151–153.

37–А. Шаршунов, В. А. Комплексная оценка качества зерна пшеницы и овса голозерного, произрастающего на территории Республики Беларусь для получения продуктов повышенной биологической ценности / В. А. Шаршунов, Е. Н. Урбанчик, **М. Н. Галдова** // Азербайджан на новом этапе развития – продовольственная и пищевая безопасность в эпоху глобализации и постпандемии: текущая ситуация, вызовы, перспективы : материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Ленкорань, 8–9 окт. 2021 г. / Ленкоранский гос. ун-т. ; редкол.: Натиг С.И. [и др.]. – Ленкорань, 2021. – С. 106–112.

38–А. Урбанчик, Е. Н. Влияние процесса проращивания на физико-химические свойства и химический состав зерна овса голозерного / Е. Н. Урбанчик, Л. В. Шустова, **М. Н. Галдова** // Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 30-летию Независимости Респ. Казахстан, г. Алматы, 21–22 окт. 2021 г. / Алматинский технол. ун-т ; редкол.: Кулажанов Т. К. [и др.]. – Алматы, 2021. – С. 36–38.

39–А. **Галдова, М. Н.** Влияние времени проращивания на изменение объема и массы продуктов зерновых «BIOMIX» / **М. Н. Галдова**, Е. Н. Урбанчик // Техника и технология пищевых производств: материалы XV Юбилейной Междунар. науч.-техн. конф., г. Могилев, 19–20 апр. 2023 г. / Бел. гос. ун-т пищевых и химических технологий ; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2023. – Т.1 – С. 160–161.

Статьи в сборниках тезисов докладов научных конференций

40–А. Шалюта, А. Е. Использование пророщенного зерна при производстве косметической продукции / А. Е. Шалюта, **М. Н. Галдова**, Е. Н. Урбанчик // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. IX Междунар. научной конф. студентов и аспирантов, г. Могилев, 24–25 апр. 2014 г. / Могилевский гос. ун-т продовольствия ; редкол.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2014. – Ч. 1. – С. 166.

41–А. Урбанчик, Е. Н. Изучение возможности использования злаковых культур белорусской селекции для производства продуктов повышенной биологической ценности / Е. Н. Урбанчик, **М. Н. Галдова** // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. X Междунар. науч.-техн. конф., г. Могилев, 23–24 апр. 2015 г. / Могилевский гос. ун-т продовольствия ; редкол.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2015. – С. 73.

42–А. Урбанчик, Е. Н. Физико-химические свойства зерна злаковых культур белорусской селекции / Е. Н. Урбанчик, **М. Н. Галдова** // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. X Междунар. науч.-техн. конф., г. Могилев, 23–24 апр. 2015 г. / Могилевский гос. ун-т продовольствия ; редкол.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2015. – С. 74.

43–А. Урбанчик, Е. Н. Изучение возможности переработки овса голозерного для получения порошкового продукта как основного компонента косметических средств / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта, **М. Н. Галдова** // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. X Междунар. науч.-техн. конф., г. Могилев, 23–24 апр. 2015 г. / Могилевский гос. ун-т продовольствия ; редкол.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2015. – С. 75.

44–А. Кононков, А. Ю. Изменение химического состава овса голозерного при биоактивации / А. Ю. Кононков, **М. Н. Галдова**, Е. Н. Урбанчик // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. XI Междунар. научной конф. студентов и аспирантов, г. Могилев, 18–19 апр. 2019 г. / редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2019. – С. 56.

45–А. **Галдова, М. Н.** Оптимизация режимов процесса проращивания рядового зерна овса голозерного / **М. Н. Галдова**, Е. Н. Урбанчик // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. XII Междунар. научной конф. студентов и аспирантов, г. Могилев, 20–23 апр. 2021 г. / Могилевский гос. ун-т продовольствия ; редкол.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2021. – С. 59.

46–А. **Галдова, М. Н.** Оптимизация режимов процесса проращивания рядового зерна пшеницы / **М. Н. Галдова**, Е. Н. Урбанчик // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. XII Междунар. научной конф. студентов и аспирантов, г. Могилев, 20–23 апр. 2021 г. / Могилевский гос. ун-т продовольствия ; редкол.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2021. – С. 60.

47–А. **Галдова, М. Н.** Пектинсодержащее растительное сырье для функциональных напитков / **М. Н. Галдова**, А. И. Масальцева, Е. Н. Урбанчик // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. XII Междунар. научной конф. студентов и аспирантов, г. Могилев, 20–23 апр. 2021 г. / Могилевский гос. ун-т продовольствия ; редкол.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2021. – С. 91.

48–А. **Галдова, М. Н.** Технология производства пророщенных пшенично-овсяных смесей и их практическое применение в качестве зернового ингредиента / **М. Н. Галдова**, Е. Н. Урбанчик // Техника и технология пищевых

производств: тезисы докладов XIII Междунар. научной конф. студентов и аспирантов, г. Могилев, 18–19 апр. 2024 г. / Бел. гос. ун-т пищевых и химических технологий ; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др]. – Могилев, 2024. – С. 8–11.

Полезные модели

49–А. Полезная модель KZ 1648, МПК A23L 7/00 (2006.01). Способ производства сухой зерновой смеси повышенной биологической ценности : № 2016/0046.2 : заявлено 25.01.2016 : опубл. 15.09.2016 / Урбанчик Е. Н., Шалюта А. Е., **Галдова М. Н.**, Амирханов К. Ж., Асенова Б. К., Смольникова Ф. Х., Касымов С. К., Нургазезова А. Н., Нурымхан Г. Н., Ингебаев А. К. ; заявитель Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения «Государственный университет имени Шакарима города Семей» Министерство образования и науки Республики Казахстан; учреждение образования Республики Беларусь «Могилевский государственный университет продовольствия». – 2 с.

Патенты на изобретение

50–А. Патент ВУ 21666, МПК A61K 8/97 (2006.01). Сухая косметическая маска и способ ее производства: № а 20140725: заявлено 24.12.14 : опубл. 30.08.2016 / Урбанчик Е. Н., Шалюта А. Е., **Галдова М. Н.** ; заявитель учреждение образования Республики Беларусь «Могилевский государственный университет продовольствия». – 1 с.

РЭЗІЮМЭ

Галдава Марына Мікалаеўна

Тэхналогія вытворчасці і прымяненне збожжавых інгрэдыентаў на аснове прарошчаных пшанічна-аўсяных сумесяў

Ключавыя словы: пшаніца, авес галазерны, сумеснае прарошчванне, абеззаражанне, збожжавы інгрэдыент, прарошчаныя пшанічна-аўсяныя сумесі.

Мэта работы: распрацаваць навукова абгрунтаваную тэхналогію вытворчасці збожжавых інгрэдыентаў на аснове прарошчаных пшанічна-аўсяных сумесяў з высокім утрыманнем нутрыентаў.

Метады даследавання: фізіка-хімічныя, таксікалагічныя, мікрабіялагічныя, радыялагічныя; метады матэматычнай статыстыкі і планавання шматфактарнага эксперыменту.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: упершыню ўстаноўлены карэляцыйныя залежнасці паміж усходжасцю і жыццяздольнасцю збожжа пшаніцы і аўса голазернага, паказаны ўплыў буйнасці збожжа на яго жыццяздольнасць, што дазволіла скараціць працягласць ацэнкі прыдатнасці збожжа для прарошчвання і распрацаваць новыя патрабаванні да прадуктовага збожжа для прарошчвання. Распрацаваны дыяграмы, якія дазваляюць вызначаць аптымальныя рэжымы сумеснага прарошчвання дзвюх культур на кожным этапе тэхналагічнага працэсу, што забяспечвае максімальны выхад гатовай прадукцыі за аптымальны час. Упершыню ўстаноўлены залежнасці актыўнасці росту і хімічнага складу ад суадносін культур; вызначаны рацыянальныя суадносіны пшаніцы і аўса голазернага – 60/40 і 70/30. Упершыню распрацавана тэхналогія вытворчасці збожжавых інгрэдыентаў на аснове прарошчаных пшанічна-аўсяных сумесяў у суадносінах 60/40 («BioMix») і 70/30 («BioGrain»), якая ўключае асобныя і сумесныя аперацыі для збожжа пшаніцы і аўса голазернага, што дазваляе скараціць вытворчы цыкл і атрымаць максімальны выхад прарошчаных сумесяў. Атрыманы даныя аб хімічным складзе і харчовай каштоўнасці новых збожжавых інгрэдыентаў «BioMix» і «BioGrain». Навізна тэхнічных рашэнняў пацвярджаецца патэнтам на вынаходства Рэспублікі Беларусь і патэнтам на карысную мадэль Рэспублікі Казахстан.

Рэкамендацыі па выкарыстанні: вынікі даследаванняў выкарыстаны для арганізацыі выпуску прарошчанага зерня пшаніцы, аўса галазернага і іх сумесяў у якасці новых сыравінных інгрэдыентаў для вытворчасці харчовых прадуктаў і касметычных вырабаў, а таксама ў адукацыйным працэсе.

Галіна прымянення: збожжаперапрацоўчая, харчовая і касметычная прамысловасць.

РЕЗЮМЕ

Галдова Марина Николаевна

Технология производства и применение зерновых ингредиентов на основе пророщенных пшенично-овсяных смесей

Ключевые слова: пшеница, овес голозерный, совместное проращивание, обеззараживание, зерновой ингредиент, пророщенные пшенично-овсяные смеси.

Цель работы: разработать научно обоснованную технологию производства зерновых ингредиентов на основе пророщенных пшенично-овсяных смесей с высоким содержанием нутриентов.

Методы исследования: физико-химические, токсикологические, микробиологические, радиологические; методы математической статистики и планирования многофакторного эксперимента.

Полученные результаты и их новизна: впервые установлены корреляционные зависимости между всхожестью и жизнеспособностью зерна пшеницы и овса голозерного, показано влияние крупности зерна на его жизнеспособность, что позволило сократить продолжительность оценки пригодности зерна для проращивания и разработать новые требования к продовольственному зерну для проращивания. Разработаны диаграммы, позволяющие определять оптимальные режимы совместного проращивания двух культур на каждом этапе технологического процесса, обеспечивающие максимальный выход готовой продукции за оптимальное время. Впервые установлены зависимости активности роста и химического состава от соотношения культур; определены рациональные соотношения пшеницы и овса голозерного – 60/40 и 70/30. Впервые разработана технология производства зерновых ингредиентов на основе пророщенных пшенично-овсяных смесей в соотношениях 60/40 («BioMix») и 70/30 («BioGrain»), включающая отдельные и совместные операции для зерна пшеницы и овса голозерного, позволяющая сократить производственный цикл и получить максимальный выход пророщенных смесей. Получены данные о химическом составе и пищевой ценности новых зерновых ингредиентов «BioMix» и «BioGrain». Новизна технических решений подтверждена патентом на изобретение Республики Беларусь и патентом на полезную модель Республики Казахстан.

Рекомендации по использованию: результаты исследований использованы для организации выпуска пророщенного зерна пшеницы, овса голозерного и их смесей в качестве новых сырьевых ингредиентов для производства пищевых продуктов и косметических изделий, а также в образовательном процессе.

Область применения: зерноперерабатывающая, пищевая и косметическая промышленность.

SUMMARY

Haldova Maryna

Technology of production and application of grain ingredients based on sprouted wheat-oat mixtures

Keywords: wheat, naked oats, co-sprouting, disinfection, grain ingredient, sprouted wheat-oat mixtures.

Purpose: to develop a scientifically based technology for the production of grain ingredients based on sprouted wheat-oat mixtures with a high nutrient content.

Research methods: physicochemical, toxicological, microbiological, radiological; mathematical statistics and multivariate experimental design.

Results and novelty: for the first time, correlation dependencies were established between the germination capacity and viability of wheat and naked oat grains, and the influence of grain size on its viability was demonstrated. This allowed for a reduction in the time required to assess grain suitability for germination and the development of new requirements for food grain intended for germination. Diagrams were developed to determine the optimal regimes for the joint germination of the two crops at each stage of the technological process, ensuring the maximum yield of finished products within an optimal timeframe. For the first time, the dependencies of growth activity and chemical composition on the crop ratio were established; rational ratios of wheat and naked oats were determined to be 60/40 and 70/30. For the first time, a technology was developed for the production of grain ingredients based on sprouted wheat-oat mixtures in ratios of 60/40 («BioMix») and 70/30 («BioGrain»). This technology includes separate and joint operations for wheat and naked oat grains, allowing for a shortened production cycle and a maximum yield of the sprouted mixtures. Data on the chemical composition and nutritional value of the new grain ingredients «BioMix» and «BioGrain» have been obtained. The novelty of the technical solutions is confirmed by a patent for invention of the Republic of Belarus and a patent for utility model of the Republic of Kazakhstan.

Recommendations for use: the research results were used to organize the production of sprouted wheat grain, naked oats and their mixtures as new raw ingredients for the production of food products and cosmetics, as well as in the educational process.

Scope of application: grain processing, food and cosmetics industries.



**Галдова
Марина Николаевна**

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ
ЗЕРНОВЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПРОРОЩЕННЫХ
ПШЕНИЧНО-ОВСЯНЫХ СМЕСЕЙ**

Подписано в печать 21.05.2026. Формат 60×84 1/16.

Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.

Уч.-изд. л. 1,6. Усл. печ. л. 1,8.

Тираж 70 экз. Заказ 32.

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.