

ПРОИЗВОДСТВО И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕРНОВЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПРОРОЩЕННЫХ СМЕСЕЙ ПШЕНИЦЫ И ОВСА ГОЛОЗЕРНОГО

Галдова М.Н., Урбанчик Е.Н.

**Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий
г. Могилёв, Республика Беларусь**

Зерно занимает центральное место в производственной структуре сельского хозяйства Республики Беларусь, являясь ключевым элементом для обеспечения продовольственной безопасности страны. В связи с этим, развитие технологий переработки зерна и внедрение инновационных решений в аграрный сектор играют важную роль в повышении качества и доступности зерновых продуктов.

На сегодняшний день научная коалиция совместно с производственным сектором выделяет несколько ключевых проблем, связанных с производством зерновых продуктов: разнокачественность используемого сырья, технологические сложности переработки, высокая ресурсоемкость процессов, потеря питательных веществ в ходе переработки зерна, необходимость обогащения зерновых продуктов для восстановления их питательной ценности, вопросы микробиологической безопасности сырья и продукции, сложности сохранения качества при длительном хранении, экологические аспекты утилизации отходов переработки зерна, потребность в соответствии продукции современным требованиям потребителей, создание конкурентоспособной пищевой продукции для внутреннего и внешнего рынков, регуляторные аспекты соблюдения законодательных норм в области пищевой безопасности, маркировки, сертификации и стандартизации продукции. Эти проблемы требуют комплексного подхода, включающего разработку современной технологии через научные исследования и тесное сотрудничество между научными учреждениями и производителями.

Технология производства и применение зерновых ингредиентов на основе пророщенных пшенично-овсяных смесей относится к числу инновационных решений благодаря совместной переработке зерна злаковых культур. В Республике Беларусь пока не осуществляется производство зерновых ингредиентов на основе совместного проращивания овса голозерного и пшеницы, хотя в стране имеются необходимые сырьевые и технические ресурсы для этого. Однако продукция из пророщенного зерна широко доступна как на внутреннем рынке Беларуси, так и за рубежом. Пророщенное зерно характеризуется высокой пищевой ценностью, включая увеличенное содержание витаминов, минералов и биологически активных соединений, что делает его актуальным как для потребителей, стремящихся к здоровому образу жизни, так и для производителей, ориентирующихся на разработку инновационных продуктов [1].

Тем не менее, большинство производителей предпочитают использовать пророщенное зерно только одного вида или добавлять небольшое количество пророщенного зерна другой культуры для обеспечения определенных свойств продукта (например, для улучшения вкуса или текстуры). Это объясняется рядом проблем, требующих дополнительных затрат и значительно увеличивающих себестоимость готового продукта. Проращивание каждой культуры отдельно с последующим смешиванием увеличивает трудозатраты и требует большего количества технологических операций и специального оборудования. Также наблюдается отсутствие исследований, направленных на определение общих технологических

режимов и условий проращивания нескольких культур, а также недостаток данных о химическом составе и ферментативной активности при совместном проращивании и выборе оптимального компонентного состава. Кроме того, различная степень микробиологического загрязнения у различных зерновых культур также должна учитываться при совместном проращивании.

Среди зерновых культур, пшеница и овес голозерный являются наиболее популярными и экономически доступными для всех слоев населения. Смешивание этих двух злаков позволяет создать зерновой ингредиент с улучшенным питательным профилем, обладающий различным качественным составом макро- и микронутриентов [2].

В связи с актуальностью использования пророщенного зерна в промышленности целью настоящей работы является расширение ассортимента зерновых ингредиентов повышенной пищевой ценности, за счет применения пророщенных пшенично-овсяных смесей, теоретическое и экспериментальное обоснование технологии их производства, позволяющей решить вышеперечисленные проблемы [3].

На первом этапе работы был исследован химический состав, семенные и физико-химические свойства сортового и продовольственного зерна пшеницы и овса голозерного, произрастающих на территории Республики Беларусь в ходе 8-летнего цикла наблюдений 2014–2021 гг. урожая. Получены зависимости энергии прорастания от жизнеспособности зерна пшеницы и овса голозерного, позволяющие сократить время анализа пригодности зерна пшеницы и овса голозерного для проращивания с 72 до 16,5 часов. Установлены требования к зерну для проращивания, которые отличаются от существующих стандартов на зерно пшеницы и овса голозерного по показателям крупности (для пшеницы – сход с сита $2,2 \times 20$ мм не менее 98,0 %, для овса голозерного сход с сита $1,6 \times 20$ мм не менее 98,0 %) и жизнеспособности (не менее 75 %). Разработаны технические условия ТУ ВУ 700036606.143–2024 «Зерно злаковых культур для проращивания и заваривания». Выявлены сорта пшеницы (Ласка, Сударыня) и овса голозерного (Вандроўнік, Королек) белорусской селекции, а также партии продовольственного зерна, соответствующие установленным требованиям.

На втором этапе работы исследована микробиологическая загрязненность зерна пшеницы и овса голозерного. Разработан научно-обоснованный способ обеззараживания зерна пшеницы и овса голозерного с высокой микробной обсемененностью, составляющей $1,5 \times 10^6$ КОЕ/г и $8,3 \times 10^7$ КОЕ/г соответственно, отличающийся комплексным подходом, который включает двукратную мойку зерна водопроводной водой при температуре 10 ± 2 °С в течение 1,0...1,5 часов, что позволяет удалить поверхностные загрязнения и микробные контаминации; обеззараживание с использованием раствора перманганата калия (KMnO_4) с концентрацией 0,0025 % на протяжении 1,0...1,5 часов, что обеспечивает эффективное уничтожение патогенных микроорганизмов; водно-тепловую обработку, проводимую при температуре воды 90 °С в течение 30 секунд, что способствует стерилизации поверхности зерна и снижению микробной обсемененности. Разработанный способ обеспечивает снижение общего количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в пророщенном зерне пшеницы и овса голозерного до допустимого уровня микробиологической безопасности для пищевой продукции – менее $1,0 \times 10^3$ КОЕ/г.

На третьем этапе работы исследован процесс проращивания зерна пшеницы и овса голозерного в диапазоне температур воздуха 5...25 °С с интервалом 5 °С. Разработаны диаграммы для определения режимов совместного проращивания зерна пшеницы и овса голозерного, позволяющие определить продолжительность водных и

воздушных пауз в процессе проращивания (1-я водная пауза – 5,8...7,4 ч; 1-я воздушная пауза – 5...7,1 ч; 2-я водная пауза – 5,1...6,7 ч; 2-я воздушная пауза – 4,6...7 ч), применение которых обеспечивает максимальный выход пророщенного зерна с длиной ростка, не превышающей заданное технологией значение (до 2 мм) за минимальное время (19,1...28,2 ч для зерна овса голозерного и 20,6...32,4 ч для зерна пшеницы) в диапазоне температур от 5 до 25 °С. Получены экспериментальные данные активности роста пророщенного зерна, которые составляют от 2,90 до 3,76 %·ч⁻¹ для зерна пшеницы и от 2,30 до 3,95 %·ч⁻¹ для зерна овса голозерного

Четвертым этапом исследований являлось исследование витаминного, минерального и аминокислотного состава в зависимости от процентного соотношения зерна пшеницы и овса голозерного в составе смесей для проращивания и определение их оптимальных соотношений. Установлены зависимости активности роста, продолжительности проращивания, содержания витаминного и аминокислотного состава от процентного соотношения зерна пшеницы и овса голозерного в составе смесей для проращивания, на основании которых определены оптимальные соотношения пшеницы и овса голозерного в составе смесей – 60/40 и 70/30, обеспечивающие увеличение содержания витаминов и аминокислот, по сравнению с раздельно пророщенными образцами, высокую активность роста, сокращение продолжительности процесса проращивания и максимальный выход пророщенных пшенично-овсяных смесей – 97,0 ± 1,2 %.

Установлено, что 100 г пшенично-овсяных смесей, приготовленных в соотношении 60/40, удовлетворяют суточную потребность населения в возрасте от 18 до 59 лет: белков на 22,7 %, пищевых волокон на 15,6 %, витамина *B*₁ на 36,7 %, витамина *B*₆ на 15,0 %, витамина *B*₉ на 15,0 %, витамина *PP* на 37,4 %, *Fe* на 50,0 %, *P* на 49,9 %, *Se* на 49,9 %, *Cu* на 18,0 %, *Mg* на 35,9 %, *K* на 26,2 %, *Zn* на 19,2 %; в соотношении 70/30 – в белках на 22,0 %, в пищевых волокнах – на 13,2 %, в *B*₁ – на 28,7 %, в *PP* – на 36,3 %, в *Fe* – на 49,0 %, в *P* – на 48,6 %, в *Se* – на 45,5 %, в *Cu* – на 14,6 %, в *Mg* – на 34,6 %, в *K* – на 20,0 %, в *Zn* – на 18,6 %.

Индексы незаменимых аминокислот в предложенных смесях превосходят их в продовольственном зерне пшеницы и овса голозерного в 1,5 раза. В сравнении с раздельно пророщенным зерном, новые зерновые смеси обеспечивают увеличение содержания незаменимых аминокислот на 2,1 % для пшеницы и на 4,9 % для овса голозерного. Получены зависимости, описывающие изменения физико-химических свойств пророщенных пшенично-овсяных смесей, приготовленных в соотношениях 60/40 и 70/30, которые позволяют моделировать изменение объема и массы зерна при организации технологического процесса.

Следующим этапом работы являлось максимальное сохранение качества пророщенных смесей. Поэтому была проведена термомеханическая обработка – сушка и измельчение, режимы которых производились согласно производственным условиям сушки солода на производственной линии Горецкого филиала ОАО «Булочно-кондитерская компания «Домочай» (Горки, Республика Беларусь) и измельчения с целью получения цельносмолотого продукта заданной крупности.

На основании полученных результатов проведенных исследований впервые разработана технология производства пророщенных пшенично-овсяных смесей, которая включает отдельные операции: очистка зерна от примесей и сортирование; и совместные операции: мойка, обеззараживание, проращивание, сушка, измельчение, фасовка и упаковка. Данная технология имеет существенные отличия от классического способа раздельного проращивания зерна пшеницы и овса голозерного, позволяет сократить количество технологических операций на 34 % и апробирована на

производственных линиях Республики Беларусь и Российской Федерации, пророщенные пшенично-овсяные смеси внедрены в производство. Разработаны и зарегистрированы технические условия «Продукты зерновые «BioMix»» (ТУ BY 700036606.115) и смесь зерновая «BioGrain» (ТУ BY 700036606.128). Проведена оценка показателей качества и безопасности, которая подтверждает их соответствие требованиям, предъявляемым к продовольственному и косметическому сырью. Определен период хранения смесей, при котором регламентируемые показатели качества находятся в допустимых пределах – 12 месяцев.

Анализ отечественных и зарубежных источников информации о применении пророщенного зерна в промышленности показал необходимость практического применения полученных пророщенных пшенично-овсяных смесей не только при производстве пищевой, но и косметической продукции. Впервые разработаны рецептуры коктейля зернового «AquaGrain» (РЦ BY 700036606.280) и маски косметической «Zerno» (РЦ BY 700036606.235) на основе продукта зернового «BioMix», а также технические условия «Напиток шипучий растворимый сухой «LARI»» (ТУ BY 791156149.002) и рецептура маски косметической «BioMixGrain» (РЦ BY 700036606.279) на основе смеси зерновой «BioGrain».

Проведены опытно-промышленные испытания по производству пищевой и косметической продукции в производственных условиях предприятий Республики Беларусь и Российской Федерации. Проведена оценка показателей качества и безопасности пищевой и косметической продукции, подтверждающая их соответствие требованиям технических регламентов Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и 009/2011 «О безопасности парфюмерно-косметической продукции».

Получены декларации о соответствии напитка шипучего растворимого сухого «LARI» (рег. номер ТС BY/112 11.01. ТР 021 008 05787), маски косметической «BioMixGrain» (рег. номер N RU Д BY.НВ42.В.12418/20), маски косметической «Zerno» (рег. номер ТС BY/112 11.01. ТР 009 008 01532), требованиям технических регламентов Таможенного союза. Разработанная продукция введена в обращение на рынках Республики Беларусь и Российской Федерации.

Новизна технических решений подтверждена патентом на изобретение Республики Беларусь № BY 21666 «Сухая косметическая маска и способ ее производства» и патентом на полезную модель Республики Казахстан № KZ 1648 U «Способ производства сухой зерновой смеси повышенной биологической ценности».

Список использованных источников

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

2 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.

3 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.