

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОРОЩЕННЫХ ПШЕНИЧНО-ОВСЯНЫХ СМЕСЕЙ И ИХ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ В КАЧЕСТВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНГРЕДИЕНТА**

**Галдова М.Н.**

**Научный руководитель – Урбанчик Е.Н., к.т.н., доцент**

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

Согласно Доктрине национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь, производство и доступность высококачественной продукции для населения заключается в развитии научно-технического потенциала сельского хозяйства. Среди сельскохозяйственной продукции в Республике Беларусь зерно занимает первое место по объему производства и определяет продовольственную безопасность страны [1].

Продукты из зерна пшеницы и овса являются наиболее популярными и экономически доступными для всех слоев населения. Однако в процессе переработки из зерна удаляются наиболее ценные его компоненты из-за чего организм человека не получает достаточного качественного и количественного набора незаменимых биологически активных веществ. Данная ситуация обуславливает целесообразность создания новых прогрессивных технологий, позволяющих повысить пищевую и биологическую ценность продукта, придать ему функциональные свойства.

В практике зерноперерабатывающей промышленности одним из перспективных способов повышения содержания биологически активных веществ и биодоступности для организма человека является проращивание зерновых культур. Согласно современным исследованиям, проращивание, приводит к катаболизму и деградации основных макронутриентов (полисахаридов, белка и липидов) зерна, что сопровождается увеличением содержания простых углеводов, аминокислот и органических кислот и способствует снижению содержания в зерне антипитательных и трудноперевариваемых веществ (ингибиторов протеаз, лектинов, фитатов и др.), а также аккумуляции вторичных биологически активных метаболитов (витаминов, полифенолов) и микроэлементов, оказывающих оздоравливающее влияние на организм [2].

Технология производства пророщенных пшенично-овсяных смесей позволит создать новый сырьевой ингредиент, обладающий высокими функционально-технологическими свойствами и повысить конкурентоспособность отечественных товаропроизводителей на внутреннем и внешних рынках за счет расширения использования потенциала зерноперерабатывающей отрасли путем повышения качества зернового сырья. Однако для реализации указанных вопросов невозможно базироваться только на известных технологических решениях – необходим поиск новых теоретических и практических подходов, направленных на разработку продуктов полифункционального назначения для применения их в целях расширения относительно узкого отечественного сырьевого рынка и ассортимента биологически ценных пищевых продуктов. Поэтому проведение совместной технологической переработки зерна пшеницы и овса голозерного и сохранения высокого качества зернового сырья путем внедрения безотходных и экологически безопасных технологических операций со щадящим режимами потребления ресурсов является актуальным [3].

На первом этапе работы был исследован качественный потенциал сортового и продовольственного зерна пшеницы и овса голозерного, произрастающих в Республике

Беларусь. Определены сорта пшеницы (Ласка, Сударыня), овса голозерного (Вандроуник, Королек) и партии продовольственного зерна, пригодные для проращивания. Разработаны требования к сырью, направляемому в переработку, которые в сравнении с требованиями существующих стандартов на зерно пшеницы и овса голозерного имеют отличия по содержанию крупности и жизнеспособности зерна.

Микроклимат производственных помещений, в частности температура воздуха, оказывает наибольшее влияние на длительность процесса проращивания. Подбор оптимального сочетания параметров проращивания с учетом различной температуры воздуха в производственных условиях позволит оперативно корректировать технологические режимы и рационально использовать ресурсоемкость предприятия, обеспечивая максимальный выход пророщенного зерна. Поэтому далее был исследован процесс проращивания зерна пшеницы и овса голозерного в диапазоне температур воздуха 5–25 °С с интервалом 5 °С. Получены новые данные о значениях активности роста: для зерна пшеницы – от 2,90 до 3,76 %×ч<sup>-1</sup>; для зерна овса голозерного – от 2,30 до 3,95 %×ч<sup>-1</sup>. Разработаны графики для определения оптимальных режимов проращивания зерна, позволяющие определить длительность водно-воздушных пауз и обеспечить максимальный выход пророщенного зерна (жизнеспособность зерна не менее 85 %) с длиной ростка не превышающей требуемого технологией значения (до 2 мм), за минимальное время (19,1–28,2 ч для овса голозерного; 20,6–32,4 ч для пшеницы). Впервые установлены интегральные режимы, которые свидетельствуют о возможности проращивания пшеницы и овса голозерного в составе смесей.

Востребованной для промышленности является задача управления и моделирования содержания полезных нутриентов, меняющихся в зависимости от заданных режимов на всем цикле появления ростка. На следующем этапе работы были изучены изменения химического состава, физическо-химических свойств и ферментативной активности зерна пшеницы и овса голозерного при разработанных режимах проращивания, получены математические зависимости, описывающие данные изменения. Установлено, что в процессе проращивания синтезируются витамины: для зерна овса голозерного и пшеницы содержание В<sub>1</sub> увеличивается в 1,3–1,6 раз; В<sub>9</sub> в 1,5–1,6 раз; β-каротин в 1,4 раза; В<sub>6</sub> в 1,2 раза, Е в 1,2–1,4 раза соответственно. Содержание незаменимых аминокислот при проращивании зерна пшеницы увеличивается на 13,2 %, овса голозерного – на 17,2 %. Объем и масса зерна пшеницы увеличиваются в 1,4 раз и в 1,5 раз, овса голозерного в 1,5 раз и 1,6 раз соответственно. Влажность зерна пшеницы в конечной точке проращивания составила 44,5±0,4%, овса голозерного – 45,3±0,3 %, степень водопоглощения зерна пшеницы составила 113±4 %, овса голозерного – 120±4 % к начальной массе зерна.

Известно, что проращивание зерна происходит в условиях благоприятных для размножения микроорганизмов, что вызывает его порчу и кратковременное хранение ввиду высокой влажности, а применяемые методы дезинфекции либо дорогостоящие, либо не всегда определено их влияние на процесс прорастания зерна и свойства проростков. Поэтому был разработан способ обеззараживания зерна пшеницы и овса голозерного с высокой микробиологической обсемененностью ( $1,5 \times 10^6$  и  $8,3 \times 10^7$  соответственно) в процессе проращивания, отличающийся комплексной обработкой, которая включает двукратную мойку зернового сырья водопроводной водой ( $t_{\text{воды}} = 10 \pm 2$  °С,  $\tau = 1-1,5$  ч), обеззараживание –  $\text{KMnO}_4$  ( $c = 0,0025$  %,  $\tau = 1-1,5$  ч) и водно-тепловой обработкой ( $t_{\text{воды}} = 90$  °С,  $\tau = 30$  сек), обеспечивающий снижение показателя общего количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов пророщенного зерна в 3,0–3,3 раза в сравнении с контролем.

Экономия ресурсов предприятия и как следствие снижение себестоимости продукции из пророщенных смесей обуславливает актуальность поиска интегральных технологических режимов проращивания для зерна пшеницы и овса голозерного, а также изучение физико-химических свойств смесей. Поэтому впервые было изучено влияние совместного проращивания зерна пшеницы и овса голозерного на функционально-технологические показатели смесей. Показано, что при соотношении 60/40 и 70/30 (пшеница/овес голозерный) наблюдался синергетический (усиливающий) тип взаимодействия исследуемых культур, который определялся повышенным содержанием витаминного и аминокислотного состава разработанных смесей, а также высокой активностью роста при минимальной продолжительности процесса проращивания в сравнении с образцами исследуемых культур, пророщенных отдельно. Показано, что пророщенная пшенично-овсяная смесь удовлетворяет суточную потребность для населения от 18 до 59 лет: в соотношении 60/40 – в белках на 22,7 %, в пищевых волокнах на 39,0 %, в витамине В<sub>1</sub> на 36,7 %, в витамине В<sub>6</sub> на 15,0 %, в витамине В<sub>9</sub> на 15,0 %, в витамине РР на 37,4 %; в Fe на 50,0 %, в P на 49,9 %, в Se на 49,9 %, в Cu на 18,0 %, в Mg на 35,9 %, в K на 26,2 %, в Zn на 19,2 %; в соотношении 70/30 – в белках на 22,0 %, в пищевых волокнах – на 40,0 %, в В<sub>1</sub> – на %, в РР – 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 %. Установлено, что разработанные смеси превосходят продовольственное зерно пшеницы и овса голозерного по индексу незаменимых аминокислот в 1,5 раза, а пророщенное зерно пшеницы и овса голозерного на 2,1 и на 4,9 % соответственно. Получены математические зависимости физико-химических свойств смесей от времени проращивания, позволяющие рассчитать минимальное количество воды, необходимой для проращивания смесей в соотношениях 60/40 и 70/30 (пшеница/ оves голозерный), а также изменения объема и массы смесей, которые необходимо учитывать при выборе замочных емкостей. Следовательно, разработанные соотношения являются источником физиологически функциональных ингредиентов и полезных активных веществ и могут быть использованы в качестве функционально-технологического ингредиента.

С целью длительного сохранения качества пророщенных смесей проведена термомеханическая обработка – сушка, измельчение. Подобраны рациональные режимы термомеханической обработки пророщенных пшенично-овсяных смесей: температура сушки 50 °С, длительность сушки 7 ч до влажности не более 10 %, зазор между жерновами – 0,3 мм, крупность частиц цельносмолотого продукта не более 220 мкм, что соответствует температурному режиму сушки для семенного зерна и крупности муки второго сорта.

На основании полученных результатов проведенных исследований впервые разработана технология производства пророщенных пшенично-овсяных смесей, которая включает отдельные операции: очистка зерна от примесей и сортирование; совместные операции: мойка, обеззараживание, проращивание, сушка, измельчение, фасовка и упаковка. В сравнении технологией полизлаковых продуктов из пророщенного зерна пшеницы и овса голозерного, позволяет сократить технологический цикл на 34 %, что обеспечит снижение себестоимости продукции на их основе. Разработанная технология производства пророщенных пшенично-овсяных смесей апробирована на производственной линии Горецкого филиала ОАО «Булочно-кондитерская компания «Домочай» (Горки, Республика Беларусь), на экспериментальной линии ИП Румянцев Д. В. (Санкт-Петербург, Российская Федерация), на производственной линии НТЦ «Техностарт» (Могилев, Республика Беларусь), 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). Получен патент на полезную модель № 1648 «Способ производства сухой зерновой смеси повышенной биологической ценности». 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 в фольгированной упаковке.

На основании анализа отечественных и зарубежных источников информации о применении пророщенного зерна в промышленности выявлена необходимость практического использования 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 НТЦ «Техностарт», ООО «Свитджой» в г. Могилев (Республика Беларусь) и на экспериментальной линии ИП Румянцев в г. Санкт-Петербург (Российская Федерация). 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 от 08.09.2020), маски косметической «BioMixGrain» (рег. номер N RU Д BY.НВ42.В.12418/20 от 16.11.2020), маски косметической «Zerno» (рег. номер ТС BY/112 11.01. ТР 009 008 01532 от 09.10.2015), требованиям технических регламентов Таможенного союза. Разработанная продукция введена в обращение на рынках Республики Беларусь и Российской Федерации. Получен патент на изобретение (BY 21666 С1 2018.02.28) «Сухая косметическая маска и способ ее производства».

На основании вышеизложенного доказана возможность использования пророщенных пшенично-овсяных смесей в качестве функционально-технологического ингредиента высокого качества в промышленности при научно-обоснованных технологических параметрах.

#### **Список использованных источников**

1. О Доктрине национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года. [Электронный ресурс]: Постановление Совета Министров Республики Беларусь, 15.12.2017 г., № 962. – Режим доступа: <http://www.government.by/ru/solutions/3060>. – Дата доступа: 21.02.2024 г.
2. Aguilera, Y. Changes in nonnutritional factors and antioxidant activity during germination of nonconventional legumes / Y. Aguilera [et al] // J. Agric. Food Chem. – 2013. – Vol. 61. – P. 8120–8125.
3. 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.