

Функционально-технологические свойства пророщенного зерна ржи

Щетинин Михаил Павлович

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Адрес: 656038, город Барнаул, пр. Ленина, д. 46

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»

Адрес: 125080, город Москва, Волоколамское шоссе, д. 11

E-mail: ish1955@mail.ru

Елена Владимировна Писарева

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Адрес: 656038, город Барнаул, пр. Ленина, д. 46

E-mail: pisareva_tpp@inbox.ru

Целью настоящей работы является изучение функционально-технологических свойств пророщенного зерна ржи, которые могут быть использованы для обогащения и создания необходимой структуры широкого спектра продуктов питания. Изучена динамика функционально-технологических характеристик его различных фракций. Результаты исследований применения разработанного продукта для различных технологических целей могут быть использованы при разработке рецептур различных поликомпонентных, в том числе специализированных продуктов питания.

Ключевые слова: рожь пророщенная; обогащение продуктов; функциональные свойства; технологические свойства; поликомпонентные продукты; комбинированные продукты; функциональное питание; стабилизирующие компоненты

Введение

На здоровье человека ключевое влияние оказывает структура питания. Данный аспект делает актуальной разработку продуктов питания, которые положительным образом воздействуют на организм человека, в случае их регулярного употребления в повседневном рационе (Забодалова, 2015, с. 20-21; МР 2.3.1.2432-08, 2010, с. 8-33; Писарева, 2017 с. 190-192; Писарева, 2009, с. 363-364). Поэтому необходимо расширять ассортимент продуктов питания с регулируемым микронутриентным составом (Абикова, 2015, с. 13-17; Белов, 2015, с. 32-35; Щербаков, 2005, с. 363-365). Одним из направлений исследований является разработка технологии, направленная на совершенствование действующих и создание новых технологий пищевых продуктов, характеризующихся высокой пищевой ценностью за счет использования ингредиентов растительного и зернового происхождения, в частности, пророщенного зерна ржи (Захарова, 2000, с. 173-175; Захарова, 2005, с. 20; Мусина, 2004, с. 240-242).

Ранее проведенными исследованиями была теоретически и экспериментально обоснована целесообразность широкого использования проросших зерен ржи как функционального компонента при производстве широкого спектра поликомпонентных продуктов питания, как источника важнейших макро- и микронутриентов (Писарева, 2019, с. 261-264; Писарева, 2015, с. 465-470).

Исходя из данных литературы и результатов исследований автора видно, что молоко идеально сочетается с рожью по своему макро- и микронутриентному составу, дополняя друг друга практически по всем количественным показателям: белково-углеводный состав, количество калия, кальция, магния и т.д. (Ходырева, 2011, с. 6; Писарева, 2015, с. 465-470; Мусина, 2017, с. 1; Скурихин, 1984, с. 243-245; Скурихин, 1987, с. 187-188). Помимо этого рожь содержит не представленные в молочных продуктах пищевые волокна, а также витамин Е в количестве 0,85 мг в 100 граммах продукта. Важно также, что витамин С отсутствует в обычных зернах ржи (что видно,

исходя из данных таблицы), но появляется при их проращивании.

Использование ржаного компонента представляется крайне актуальным в текущей экологической обстановке. При существующих негативных тенденциях в ежедневный пищевой рацион человека следует в неизменном порядке включать биологически активные вещества, способные повысить резистентность человеческого организма к негативным параметрам окружающей среды. Кроме того, необходимо учитывать привлекательный для потребителя органолептический профиль продукта, поскольку среди определенных слоев населения до сих пор бытует мнение, что здоровая и полезная пища не может быть вкусной. Благодаря своему уникальному составу растительный наполнитель на основе ржи способен, при его систематическом потреблении, нормализовать работу желудка и кишечника (ГОСТ Р 55577, 2015, с. 3).

В рамках представленной работы исследуются образцы на основе пророщенного зерна ржи: фракционный состав нутриентов и их функционально-технологические характеристики. Рожь культивируется на многих территориях Алтайского края, а также на значительной части территории Российской Федерации. Данный источник сырья, отсюда, можно расценивать как перспективный вследствие его достаточно низкой стоимости и доступности в каждом регионе страны.

В продуктах с поликомпонентным сырьевым составом молочное и растительное сырье применяется в разных комбинациях, что делает возможным придавать им определенные функциональные свойства с учетом привычек и традиций питания различных групп населения.

Целью исследований являются функционально-технологические свойства пророщенной ржи, измельченной до различной крупности для изучения возможности его применения в составе поликомпонентных продуктов питания.

Таблица 1

Варианты гранулометрического состава пророщенного зерна ржи

Наименование образца	Используемое сито	Номинальный размер ячейки сита, мкм
Образец №1	Остаток на сите ϕ 1,0	1000
Образец №2	Остаток на сите 14ПЧ-200	500
Образец №3	Остаток на сите 27ПЧ-120	264
Образец №4	Остаток на сите 46ПА-60 (43 шелк ГОСТ 4403)	153
Образец №5	Проход сита 46ПА-60 (43 шелк ГОСТ 4403)	менее 153

Исследования проводились на кафедре «Технология продуктов питания» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» по методикам, изложенным в нормативных документах или учебной литературе (Писарева, 2018, с. 184-187; Писарева, 2004, с. 50-70; Мусина, 2017, с. 1).

Было исследовано влияние различных режимов проращивания и последующей гидротермической обработки пророщенного зерна ржи на динамику следующих показателей: содержание крахмала, декстринов, моносахаридов, активность ферментов, содержание витаминов и пищевых волокон. Данные исследования позволили рекомендовать режимы проращивания и последующей сушки зерна ржи, которые позволяют получить сырье для поликомпонентных продуктов с наиболее высокой пищевой ценностью.

Проращивание ржи производилось при следующих режимах. Продолжительность замачивания 6 часов при температуре 20°C. Проращивание зерна при температуре 20°C в течение 4 суток. Сушка пророщенного зерна при температуре 60°C в течение 3,5 часов (поскольку при нагревании выше 60°C начинают активно протекать процессы меланоидинообразования, из-за чего зерна ржи темнеют и приобретают нехарактерный запах, вследствие чего ухудшаются его органолептические показатели).

Пророщенную рожь размалывали и просеивали через ряд сит с различной крупностью, в результате чего получали несколько возможных вариантов образцов. Для исследования были выбраны следующие фракции пророщенного зерна ржи, указанные в Таблице 1.

Экспериментальная часть

Распределение нутриентов по анатомическим частям зерна ржи неравномерно. Известно также, что во время прорастания и последующей сушки углеводный комплекс зерна ржи существенно изменяется.

Основной задачей наших исследований явилось определение функционально-технологических свойств фракционированных образцов пророщенной ржи и их взаимодействие с различными поликомпонентными системами (Писарева, 2019, с. 261-264).

Под функциональными свойствами сырья для производства поликомпонентных продуктов питания принято понимать широкий спектр физико-химических характеристик, определяющих их поведение в пищевых системах в процессе переработки, хранения и потребления, а также обеспечивающих желаемые структуру, технологические и потребительские свойства пищевых продуктов (Писарева, 2015, с. 460-464).

К наиболее важным функциональным свойствам пророщенного зерна ржи можно отнести взаимодействие с водными средами, определяемые следующими показателями: растворимость, водосвязывающую способность, вязкость, гелеобразование, пенообразование (Писарева, 2015, с. 460-464).

При определении степени набухания оценивали способность белковых продуктов связывать на своей контактной поверхности воду, данные процессы характеризует гидратация (растворение) и набухание.

Гидрофильность белковых продуктов – это следствие воздействия электростатических сил притяжения, появляющихся между ионогенными и полярными группами белковой глобулы и диполями воды (Щербаков, 2005, с. 240-245).

Явление набухания белков широко используется в пищевой промышленности, в том числе и в технологии комбинированных молочно-растительных и мясо-растительных пищевых продуктов (Щетинин, 2005, с. 140-142).

Количественной характеристикой ограниченного набухания является степень набухания, которую определяют гравиметрическим методом. Результаты эксперимента представлены на Рисунке 1.

Одновременно с проведением данного исследования нами проводилось микроскопирование образцов растительного наполнителя с целью получения более наглядных результатов их гидрофильности (Писарева, 2018, с. 184-187).

Согласно данным исследования гидрофильности и данным проведенного микроскопирования образцов пророщенной ржи, очевиден вывод о возрастании способности продуктов связывать на своей контактной поверхности воду с уменьшением крупности помола. Это явление связано с увеличением содержания крахмала в образцах 4 и 5 (Писарева, 2018, с. 184-187). Исходя из показателей, полученных при помощи использования окуляр-микрометра также заметно, что больше всего в размере увеличились образцы 4 и 5 (в 3-5 раз относительно своего исходного размера), что подтверждает результаты определения гидрофильности.

Влагопоглотительная способность (ВПС) – это способность сыпучего вещества поглощать определенное количество воды или другого жидкого продукта до образования консистенции похожей на тесто. Она выражается в процентах как отно-

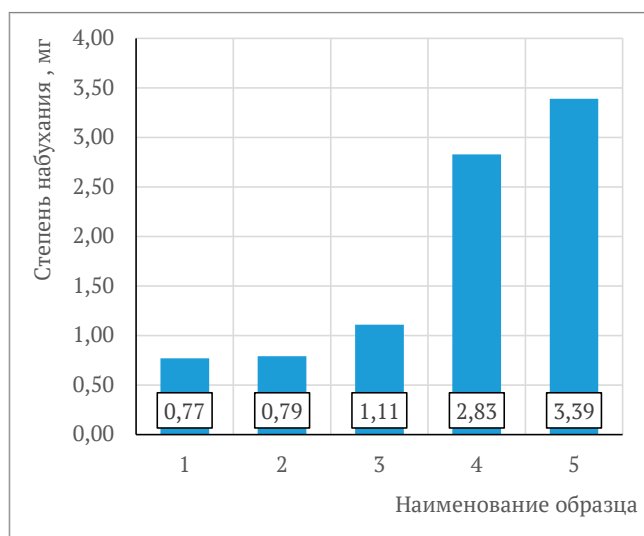


Рисунок 1. Результаты исследования гидрофильности образцов.

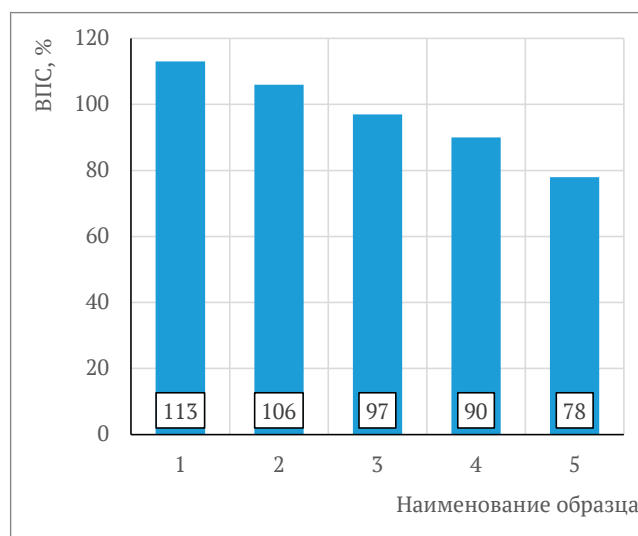


Рисунок 2. Динамика влагопоглотительной способности исследуемых образцов.

шение массы поглощенной влаги к массе взятого сыпучего вещества и зависит от свойств этого вещества и от его размеров (Щербаков, 2005, с. 145-150).

Основными компонентами пророщенной ржи, обладающими способностью впитывать влагу, являются белки и крахмал. Белки связывают воду и при набухании формируют студни и гели. Для достижения требуемой структуры, технологических и потребительских качеств поликомпонентного продукта была исследована влагопоглощительная способность представленных образцов, результаты представлены на Рисунке 2.

На основе полученных данных можно сделать вывод о снижении влагопоглощительной способности с уменьшением крупности помола в образцах. Данное обстоятельство вызвано различием нутриентного состава образцов.

В образцах фракций 1 и 2 доминирует углеводная фракция полисахаридов: целлюлозы и крахмала, которые обладают высокими гидрофильными свойствами. Кроме того, в данных фракциях содержание белка так же хорошо взаимодействующего с водой, выше чем в образцах фракций 3, 4, 5.

С увеличением степени помола и последующем просеивании в образцах фракций 3, 4, 5 увеличивается количество олигосахаридов различной молекулярной массы и количество моносахаридов, которые способны связывать меньшее количество влаги, так же количество белка в этих фракциях незначительно.

Известно, что чем ниже влагопоглощительная способность стабилизатора, тем хуже его технологические характеристики и, соответственно, качество произведенной продукции. Но это утверждение справедливо при определенных условиях. Например, при чрезмерно высокой влагопоглощительной способности стабилизатора возникают трудности при производстве молочных продуктов (Писарева, 2015, с. 460-464).

Из сказанного выше, можно сделать вывод о том, что влагопоглощительная способность ржаного компонента может значительно повлиять на структуру поликомпонентных молочных продуктов.

Определение водоудерживающей способности (ВУС) необходимо при использовании различных сырьевых компонентов в пищевой промышлен-

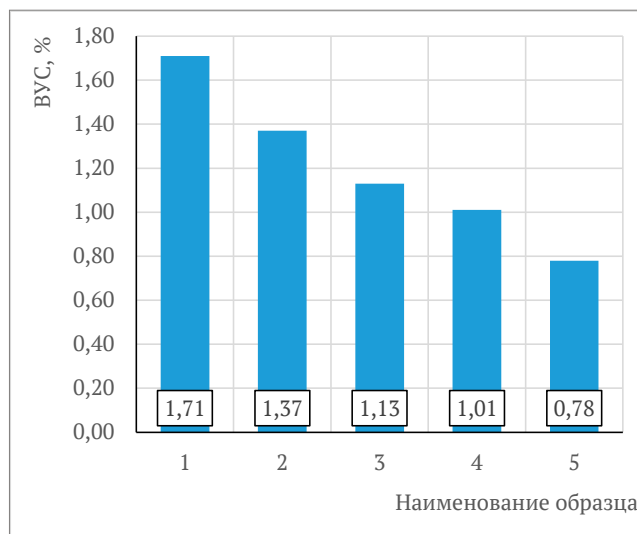


Рисунок 3. Динамика водоудерживающей способности исследуемых образцов.

ности. Важным требованием является их высокая водоудерживающая способность, которая определяется химическими и физическими свойствами белка. При раскручивании молекул белка увеличивается захват молекул воды за счет увеличения числа химических группировок, связывающих воду (Щербаков, 2005, с. 145-200).

В процессе определения ВУС к белковому порошку добавляли воду и после центрифугирования определяли количество оставшейся свободной воды (см. результаты на Рисунке 3).

Полученная динамика снижения водоудерживающей способности с уменьшением крупности помола объяснима тем, что в образцах 4 и 5 содержится большее количество крахмала, который удерживает воду (Писарева, 2017, с. 414-416).

Следующим этапом нашей работы стало определение пенообразующей способности и стабильности пены белковых препаратов.

Пена является дисперсной системой с газовой дисперсной фазой и жидкой или твердой дисперсионной средой. Пены по своей структуре похожи на концентрированные эмульсии, однако дисперсной фазой в них выступает газ, а не жидкости.

Для повышения устойчивости пен в растворы добавляют высокомолекулярные активные компоненты, которые повышают вязкость раствора.

Для характеристики пен используются различные свойства.

Пенообразующая способность раствора – количество пены, выражаемое её объёмом (см³) или высотой столба (м), которое получается из установленного неизменного объёма пенообразующего раствора при соблюдении определенных стандартных условий пенообразования на протяжении постоянного времени (Щербаков, 2005, с. 145-200).

Стабильность (устойчивость) пены – способность пены сохранить общий объём, дисперсность и не допускать вытекания жидкости (синерезиса). Зачастую в качестве меры стабильности применяется время существования какого-либо выделенного элемента пены (отдельного пузырька или пленки) или определённого объёма пены (Щербаков, 2005, с. 145-200).

По исследованиям ученых, на пенообразующую способность и стойкость пены, образованной в процессе сбивания, оказывают влияние различные параметры: количество белка в растворе, длительность сбивания смеси, температура раствора, pH, содержание сахаров в белково-водной смеси (Писарева, 2015, с. 460-464).

Определение пенообразующей способности проводят согласно методике, предложенной отделом растительных белков и биотехнологии (Щербаков, 2005, с. 145-200).

Результаты экспериментов по определению пенообразующей способности образцов и стойкости пены в них представлены на Рисунках 4 и 5.

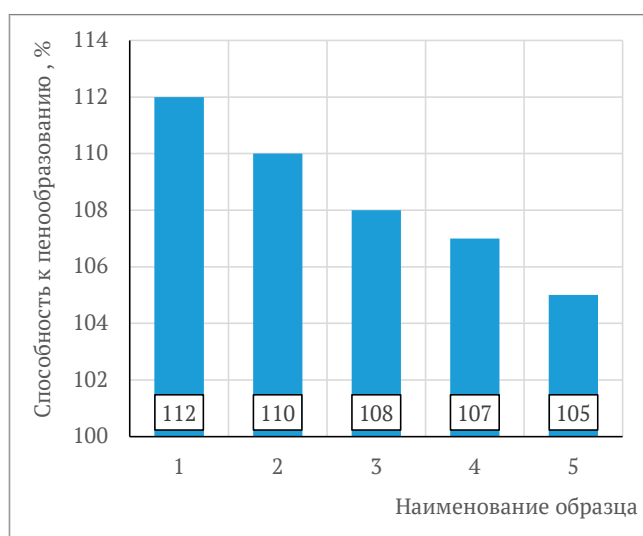


Рисунок 4. Динамика способности к пенообразованию исследуемых образцов.

Как мы можем заметить, способность к пенообразованию в исследуемых образцах снижается вместе с уменьшением крупности помола, однако стойкость пены, наоборот, возрастает. Это связано с увеличением массовой доли крахмала в более измельченных образцах, который образует меньше пены, но не дает образованному слою пены оседать.

Выводы

1. Пророщенное зерно ржи является высокоперспективным сырьевым компонентом для использования его различных фракций, поскольку предоставляет обширные возможности изготовления на его основе композиций требуемого состава при внесении его в рецептуры различных пищевых продуктов, предназначенных для лечебно-профилактических целей, а также диетологической корректировки метаболических сбоев в человеческом организме (ГОСТ Р 55577, 2015, с. 3).
2. К преимуществам использования наполнителя поликомпонентных продуктов следует отнести:
 - низкую стоимость;
 - доступность для промышленного производства на всей территории Алтайского края и России;
 - возможность дозирования;
 - равномерное распределение по массе умеренно-вязких пищевых продуктов.

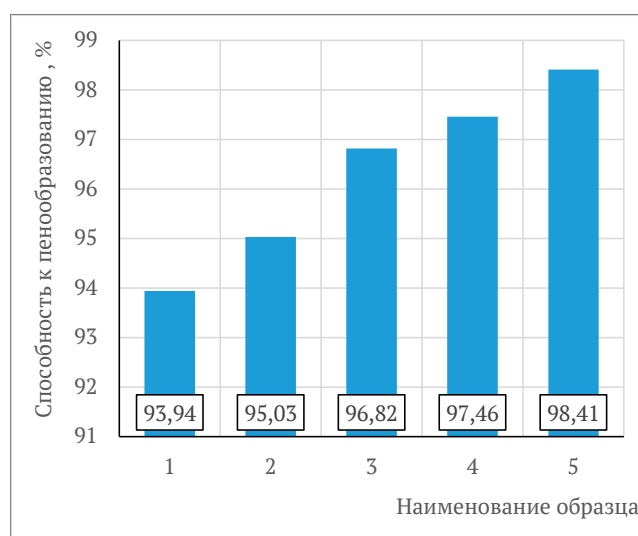


Рисунок 5. Динамика способности к пенообразованию исследуемых образцов.

3. В ходе работы проведены исследования физико-химических и структурно-механических свойств образцов пророщенной ржи, сформулированы рекомендации по их применению в различных пищевых продуктах (Щетинин, 2005, с. 140-142; Писарева, 2017, с. 180). Предложено использование пророщенного зерна ржи как ингредиента, формирующего структуру поликомпонентных продуктов, а так же обеспечивающего обогащение макро- и микронутриентами (Писарева, 2015, с. 460-464).
4. Для производства пищевых продуктов с заданным составом и свойствами возможно рекомендовать применение различных фракций компонента из пророщенного зерна ржи. Пищевые продукты, содержащие образцы 4 и 5, как обладающие наибольшим среди изученных содержанием крахмала и редуцирующих сахаров (в том числе мальтозы), будут быстрее усваиваться в организме и поставлять энергию. Они подойдут для употребления в первой половине дня. Образцы 1 и 2, обладающие пониженным содержанием вышеуказанных веществ и повышенным содержанием в них целлюлозы, подойдут для употребления во второй половине дня, а также людям, страдающим болезнями желудочно-кишечного тракта.

Литература

- Абикова Н.С. Применение злаковых добавок в производстве молочных продуктов // Молодежный научный журнал. 2014. № 2. С. 13-17.
- Белов А.С. Тренды молочного рынка: вчера и сегодня // Переработка молока. 2015. № 12. С. 32-35.
- Биохимия / под ред. В.Г. Щербакова. СПб.: ГИОРД, 2005. 67 с.
- ГОСТ Р 55577-2013. Продукты пищевые функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности. М.: Стандартинформ, 2015. 20 с.
- Забодалова Л.А. Научные основы создания продуктов функционального назначения. СПб.: Университет ИТМО, 2015. 86 с.
- Захарова Л.М. Использование продуктов переработки зерна при создании нового мягкого кислотно-сычужного сыра // Современные технологии пищевых продуктов нового поколения и их реализация на предприятиях АПК. М.: Российская академия сельскохозяйственных наук, 2000. С. 173-175.
- Захарова Л.М. Разработка новых технологий производства молочных продуктов с использованием растительного сырья // Мороженое и замороженные продукты. 2005. № 3. С. 20.
- Мусина О.Н. Современные тенденции использования зерновых добавок в производстве молочных продуктов: монография. Барнаул: АлтГТУ, 2004. 340 с.
- МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. М: Изд-во стандартов, 2010. 34 с.
- ТР ТС 033/2013. О безопасности молока и молочной продукции: Фед. закон (принят Евразийской экономической комиссией 09.10.2013). Электросталь: ЦНТД «Регламент», 2015. 164 с.
- ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции: Фед. закон (принят Евразийской экономической комиссией 09.12.2011). Электросталь: ЦНТД «Регламент», 2013. 97 с.
- Писарева Е.В. Исследование взаимодействия ржаного компонента с жировыми эмульсиями // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: сборник материалов XX Международной научно-практической конференции. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2019. С. 261-264.
- Писарева Е.В. Исследование влияния гранулометрического состава ржаного наполнителя на его микроструктуру // От биопродуктов к биоэкономике: материалы II межрегиональной научно-практической конференции (с международным участием). Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2018. С. 184-187.
- Писарева Е.В. Исследование и разработка технологии мороженого с пророщенным зерном ржи: дис. ... канд. технич. наук: 05.18.04: утв. 04.03.05. М., 2004. 180 с.
- Писарева Е.В. Исследование стабилизационных свойств ржаного наполнителя для молочных продуктов // Вестник Алтайской науки. 2015. № 1(23). С. 460-464.
- Писарева Е.В. Концепции использования пищевых ингредиентов для здорового питания человека // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: материалы XII межд. науч.-практ. конф. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2009. С. 363-364.
- Писарева Е.В. Особенности функционального пищевого ингредиента для молочных продуктов // Вестник алтайской науки. 2015. № 1(23). С. 465-470.

- Писарева Е.В., Фомин И.С. Анализ рынка обогащенных кисломолочных продуктов и тенденции развития молочной промышленности в России // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: материалы XVIII международной научно-практической конференции. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2017. С. 190-192.
- Писарева Е.В., Фомин И.С. Влияние гранулометрического состава ржаного наполнителя на содержание крахмала // Перспективы производства продуктов питания нового поколения: материалы Всеросс. научн-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти профессора Сапрыгина Георгия Петровича. Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2017. С. 414-417.
- Способ производства молочного напитка: пат. 2477609 Рос. Федерация. № 24776 / Ходырева З.Р., Щетинин М.П., Томас А.В., Мелёшкина Л.Е.; заявл. 01.11.2011; опубл. 20.03.2013, Бюл. № 8. 6 с.
- Творожно-злаковый продукт. URL: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#14825734456456 (дата обращения: 07.11.2019).
- Химический состав пищевых продуктов: справ. таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетич. ценности блюд и кулинар. изделий / под ред. И.М. Скурихина, В.А. Шатерникова. М.: Пищ. пром-сть, 1984. 413 с.
- Химический состав пищевых продуктов: справочник / под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева. М.: Пищ. пром-сть, 1987. 232 с.
- Щетинин М.П., Мелешкина Л.Е., Писарева Е.В. Выбор базовой смеси для производства мороженого с пророщенным зерном ржи // Ползуновский альманах. 2005. № 31. С. 140-142.
- Gurr M.J. Dairy products in human health and nutrition // Proceedings of 1-st World Congress of Dairy Products in Human health and Nutrition. Rotterdam: Brookfield, 1994. P. 113-119.

Functional and Technological Properties of Germinated Rye Grain

Mikhail P. Schetin

*Polzunov Altai State Technical University
46, Lenin Ave., Barnaul, 656038, Russian Federation
Moscow State University of Food Production
11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russian Federation
E-mail: ish1955@mail.ru*

Elena V. Pisareva

*Polzunov Altai State Technical University
46, Lenin Ave., Barnaul, 656038, Russian Federation
E-mail: pisareva_tpp@inbox.ru*

The purpose of this work is to study the functional and technological properties of sprouted rye grain, which can be used to enrich and create the necessary structure of a wide range of food products. The dynamics of functional and technological characteristics of its various fractions is studied. The results of studies of functional and technological properties of the application of the developed product for various technological purposes can be used in the development of formulations of various multicomponent, including specialized food products.

Keywords: rye sprouted; enrichment of products; functional properties; technological properties; multi-component products; combined products; functional nutrition; stabilizing components

References

- Abikova N.C. Primenenie zlakovih dobavok v proizvodctve molochnih prodyktov [The use of cereal additives in the production of dairy products]. *Molodegnii nayhnii gyrnal [Youth Science Journal]*, 2014, no. 2, pp. 13-17.
- Belov A.C. Trendi molochnogo pinka: vchera i cegodnay [Dairy Market Trends: Yesterday and Today]. *Pererabotka moloka [Milk processing]*, 2015, no. 12, pp. 32-35.
- Biohimia [Biochemistry]. Ed. by Cherbacov V.G. Saint-Petersburg: GIORD, 2005. 467 p.
- GOST R 55577-2013. Produkti pichevie funkcionálne. Infomazia ob otlichitelnih priznakah [Functional food products. Information about distinguishing features and effectiveness]. Moscow: Standartinform, 2015. 20 p.
- Zabodalova L.A. Nauchnie osnovi cozdania produktov funkcionalnogo naznachenia [The scientific basis for the creation of functional products]. Saint-Petersburg: ITMO, 2015. 86 p.
- Zaharova L.M. Icpolzovanie productov perepabotki zerna pri cozdanii novogo magkogo kislотно cichuznogo cira [The use of grain processing products when creating a new soft acid and rennet cheese]. In *Sovremennye tekhnologii pishchevyh produktov novogo pokoleniya i ih realizaciya na predpriyatiyah APK [Modern technologies of new generation food products and their implementation at agricultural enterprises]*. Moscow: Rossijskaya akademiya selskohozyajstvennyh nauk, 2000, pp. 173-175.
- Zaharova L.M. Razrabotka novih tekhnologii proizvodstva molochnih rproductov c icpolzovaniem ractitelnogo cipia [Development of new technologies for the production of dairy products using plant materials]. *Morogenoe i zamorogenie produkti [Ice cream and frozen food]*, 2005, no. 3, p. 20.
- Musina O.N. Sovremennie tendencii ippolzovania zernovih dobabok v proizvodctve molohnih produktov [Current trends in the use of grain additives in the production of dairy products]. Barnaul: AltGTU, 2004. 340 p.
- MR 2.3.1.2432-08. Normy fiziologicheskich potrebnoceti v energii i pichhevyh vechhectvach dlya razlichnich grupp naceleniya Rossiickoi Federacii [Norms of physiological needs in energy and nutrients for different groups of the population of the

- Russian Federation]. Moscow: Izd-vo standartov, 2010. 34 p.
- TR TS 033/2013. O bezopasnosti moloka i molochnoj produkcii: Fed. zakon (prinyat Evrazijskoj ekonomicheskoi komissiej 09.10.2013) [About safety of milk and dairy products: Fed. Law (adopted by the Eurasian economic commission on 09.10.2013)]. Elektrostal: CNTD «Reglament», 2015. 164 p.
- TR TS 021/2011. O bezopasnosti pishchevoj produkcii: Fed. zakon (prinyat Evrazijskoj ekonomicheskoi komissiej 09.12.2011) [On safety of food products: Fed. Law (adopted by the Eurasian economic commission on 09.12.2011)]. Elektrostal: CNTD «Reglament», 2013. 97 p.
- Pisareva E.V. Issledovanie vzaimodeistvia rzanogo komponenta s zirovimi imulciami [Study of the interaction of the rye component with fat emulsions]. In *Sovremennye problemy tekhniki i tekhnologii pishchevykh proizvodstv: sbornik materialov XX mezhdynarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii* [Modern problems of equipment and technology of food production: Materials of the XX International scientific and practical conference]. Barnaul: Izd-vo AltGTU, 2019, pp. 261-264.
- Pisareva E.V. Issledovanie vliania granulometricheskogo sostava rzanogo napolnitelia na ego mikrostrukturu [Investigation of the effect of particle size distribution of rye filler on its microstructure]. In *Ot bioproductov k bioekonomike: materialy II mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii (s mezhdunarodnym uchastiem)* [From bioproducts to bioeconomics: Materials of the II Interregional scientific and practical conference (with international participation)]. Barnaul: Izd-vo AltGTU, 2018, pp. 184-187.
- Pisareva E.V. Issledovanie i razrabotka tekhnologii morozhenogo s proroshchennym zernom rzhi. Diss. kand. teh. nauk [Research and development of technology for ice cream with germinated rye grain. Ph.D. (Technology) thesis]. Barnaul, 2004. 180 p.
- Pisareva E.V. Issledovanie stabilizatsionnykh svoystv rzhanogo napolnitelia dlya molochnykh produktov [Study of the stabilization properties of rye filler for dairy products]. *Vestnik altaiskoi nauki* [Bulletin of the Altai science], 2015, no. 1(23), pp. 460-464.
- Pisareva E.V. Konceptii ispolzovaniya pishchevykh ingredientov dlya zdorovogo pitaniya cheloveka [Concepts of using food ingredients for a healthy human diet]. In *Sovremennye problemy tekhniki i tekhnologii pishchevykh proizvodstv: sbornik materialov XX mezhdynarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii* [Modern problems of equipment and technology of food production: Materials of the XII century. Scientific and practical conference]. Barnaul: Izd-vo AltGTU, 2009, pp. 393-364.
- Pisareva E.V. Ocobennosti funkcionalnogo pishchevogo ingredienta dlya pishchevykh produktov [Features of a functional food ingredient for dairy products]. *Vestnik altaiskoi nauki* [Bulletin of the Altai science], 2015, no. 1(23), pp. 465-470.
- Pisareva E.V. Analiz rynka obogashchennykh kislomolochnykh produktov i tendencii razvitiya molochnoi promyshlennosti v Rossii [Market analysis of fortified dairy products and development trends of the dairy industry in Russia]. In *Sovremennye problemy tekhniki i tekhnologii pishchevykh proizvodstv: sbornik materialov XVIII mezhdynarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii* [Modern problems of equipment and technology of food production: Materials of the XVIII International scientific and practical conference]. Barnaul: Izd-vo AltGTU, 2017, pp. 190-192.
- Pisareva E.V. Vliyanie granulometricheskogo sostava rzhanogo napolnitelia na sodержanie krahmala [The effect of particle size distribution of rye filler on starch content]. In *Perspektivy proizvodstva produktov pitaniya novogo pokoleniya: materialy Vseross. nauchn.-prakt. konf. s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoj pamyati professora Saprygina Georgiya Petrovicha* [Prospects for the production of new-generation food products: Materials of All-Russian scientific and practical conference with international participation, dedicated to the memory of Professor Georgy Petrovich Saprygin]. Omsk: OSAU n.a. P.A. Stolypin, 2017, pp. 414-417.
- Sposob proizvodstva molochnogo napitka [Method for the production of a milk drink]: Pat. 2477609 Russian Federation, IPC A23 1/08. No. 24776. Khodyreva Z.R., Shchetinin M.P., Thomas A.V., Meleshkina L.E.; declared 01.11.2011, bulletin no. 8.
- Tvorozhno-zlakovii product [Cottage cheese and cereal product]. URL: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#14825734456456 (accessed 07.01.2020).
- Himicheskii sostav pishchevykh produktov: sprav. tablicy sodержaniya osnovnykh pishchevykh veshchestv i energetich. cennosti blyud i kulinar. izdelij [Chemical composition of food products: reference tables of the main food substances content and energy value of dishes and culinary products]. Ed. by I.M. Skurikhina, V.A. Shaternikova. Moscow: Pishch. prom-st, 1984. 413 p.
- Himicheskii sostav pishchevykh produktov: spravochnik [The chemical composition of food products: reference book]. Ed. by I.M. Skurikhina, M.N. Volgareva. Moscow: Pishch. prom-st, 1987. 232 p.
- Shchetinin M.P. Vibor bazovoi smesi dlya proizvodstva morozhenogo s proroshchennym zernom

rzhi [The choice of the base mixture for the production of ice cream with germinated rye grain]. *Polzunovskii almanah* [Polzunovsky almanac], 2005, no. 31, pp. 140-142.

Gurr M.J. Dairy products in human health and nutrition. In *Proceedings of 1-st World Congress of Dairy Products in Human health and Nutrition*. Rotterdam: Brookfield, 1994, pp. 113-119.