

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

На правах рукописи

СОЛТАН ОСАМА ИСМАЭИЛ АХМЕД

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОВСЯНОЙ МУКИ
С ИНТЕНСИВНЫМ УВЛАЖНЕНИЕМ ЗЕРНА И МУЧНЫХ
КОМПОЗИТНЫХ СМЕСЕЙ НА ЕЕ ОСНОВЕ**

Специальность: 05.18.01 - Технология обработки, хранения и переработки
злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции
и виноградарства

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель
кандидат технических наук,
доцент
Анисимова Людмила Витальевна

Барнаул - 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	12
1.1 Овес как культура	12
1.2 Морфологическая характеристика, химический состав, пищевая ценность зерна овса	13
1.3 Современные способы гидротермической обработки зерна овса	19
1.4 Продукты из овса	24
1.5 Реологическая характеристика теста с добавлением овсяных продуктов ..	31
1.6 Мучные композитные смеси.....	33
1.6.1 Мука из растительного сырья как компонент мучных композитных смесей.....	33
1.6.2 Использование брусники и пажитника в качестве обогащающих компонентов	36
1.6.3 Хлебопекарные улучшители	41
1.7 Заключение по литературному обзору	42
ГЛАВА 2 ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	45
2.1 Организация проведения исследований	45
2.2 Объекты и методы исследований	47
ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ИХ АНАЛИЗ	56
3.1 Исследование способа гидротермической обработки с интенсивным увлажнением зерна.....	56
3.1.1 Влияние ГТО зерна овса на его технологические и прочностные свойства.....	57
3.1.2 Влияние ГТО зерна овса на содержание крахмала в ядре	64
3.1.3 Определение оптимальных режимов гидротермической обработки зерна овса с интенсивным его увлажнением в шнековой вакуумной установке	66
3.1.4 Разработка схемы производства овсяной муки с использованием исследуемого способа ГТО зерна	71

3.2 Сравнительная оценка эффективности шелушения зерна овса, подвергнутого разным способам ГТО и не прошедшего ГТО, и качества полученной овсяной муки	73
3.2.1 Сравнительная оценка технологических свойств зерна овса, химического состава и качества овсяной муки	73
3.2.2 Влияние ГТО овса на аминокислотный состав муки.....	76
3.3 Исследование влияния овсяной муки, полученной по предложенной технологии, на реологические свойства теста и качество хлеба	77
3.3.1 Влияние овсяной муки в смеси с пшеничной мукой на качество хлеба	79
3.3.2 Оценка реологических характеристик теста из смесей пшеничной и овсяной муки на фаринографе.....	83
3.4 Изучение влияния семян пажитника, сушеных ягод брусники, пшеничного глютена на качество хлеба	86
3.4.1 Влияние пажитника на качество хлеба из смесей пшеничной и овсяной муки	88
3.4.2 Влияние сушеных измельченных ягод брусники на качество хлеба ..	90
3.4.3 Влияние пшеничного глютена на качество хлеба из мучных смесей..	92
3.5 Разработка состава мучных композитных смесей (МКС) на основе овсяной муки	95
3.5.1 Состав мучных композитных смесей	95
3.5.2 Расчет пищевой ценности МКС и определение содержания в них антиоксидантных компонентов.....	95
3.6 Изучение реологических свойств теста из мучных смесей с добавлением МКС	98
3.6.1 Оценка реологических характеристик теста из мучных смесей с добавлением МКС на фаринографе	98
3.6.2 Оценка реологических характеристик теста из мучных смесей с добавлением МКС с применением экстенсографа.....	100
3.7 Исследование стойкости при хранении и безопасности овсяной муки и мучных композитных смесей (МКС)	102
3.7.1 Исследование стойкости при хранении овсяной муки и мучных композитных смесей.....	102
3.7.2 Исследование безопасности овсяной муки и МКС.....	115

3.8 Определение качества хлеба с МКС	118
3.8.1 Дегустация и оценка качества хлеба с МКС № 1 (с пажитником) и МКС № 2 (с брусникой)	118
3.8.2 Расчет пищевой ценности и определение содержания антиоксидантных компонентов в хлебе	122
3.9 Разработка нормативной документации, опытно-промышленная апробация и экономическое обоснование предлагаемых технологических решений.....	125
3.9.1 Нормативная документация, опытно-промышленная апробация и расчет экономической эффективности производства овсяной муки по предложенной технологии	125
3.9.2 Экономическое обоснование производства хлеба с добавлением МКС № 1 и МКС № 2 взамен пшеничной муки высшего сорта.....	129
ВЫВОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	133
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	136
СПИСОК ПРИЛОЖЕНИЙ	167

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В настоящее время все большей популярностью среди населения пользуется здоровый образ жизни, неотъемлемая часть которого – здоровое питание. В связи с тем, что хлеб и хлебобулочные изделия являются базовыми в питании человека, следует обратить внимание на повышение пищевой ценности этой группы продуктов. Одним из путей решения данной задачи является применение при производстве хлеба и хлебобулочных изделий мучных композитных смесей, изготовленных с использованием муки из крупяных культур, пряностей, сушеных ягод, являющихся источниками минеральных веществ и витаминов, обладающих антиоксидантными свойствами. Это будет способствовать решению проблемы нехватки витаминов, минеральных веществ в питании детей и пожилых людей, что является одной из национальных проблем в Египте.

Овес – одна из наиболее распространенных во многих странах мира крупяных культур. Данную культуру выращивают и в России, и в Египте. Овес богат белком, жиром, витаминами, микро- и макроэлементами, содержит флавоноиды, обладающие антиоксидантными свойствами. Использование овсяной муки в качестве основы композитных смесей имеет большое значение для производства хлебобулочных изделий в Египте, так как не только позволит повысить их пищевую ценность, но и в определенной степени уменьшит зависимость от зерна пшеницы, импортируемого Египтом в больших количествах. Для повышения пищевой ценности мучных композитных смесей предлагается также использовать пряности и ягоды: семена пажитника – культуры, используемой в Египте в рецептах местных сортов хлеба, и ягоды брусники, входящие в состав мучных изделий многих стран умеренного климата, часто в сочетании с продуктами переработки зерна овса.

Следует также отметить, что при переработке зерна овса в крупу и другие крупяные продукты в основном используют двойную термическую обработку (пропаривание, сушку) вследствие чего происходят существенные изменения в

химическом составе готовой продукции: снижается содержание крахмала, изменяется фракционный состав белка, снижается активность витаминов. Поэтому в технологии переработки овса в муку предлагается использовать способ гидротермической обработки (ГТО), в котором операция пропаривания заменена интенсивным увлажнением зерна в вакуумной установке с последующим его отволаживанием и сушкой. Однократная тепловая обработка (сушка) зерна оказывает меньшее влияние на химический состав готовой продукции – овсяной муки.

В связи с этим исследования, направленные на разработку технологии овсяной муки, отличительной особенностью которой является использование ГТО с интенсивным увлажнением зерна в шнековой вакуумной установке, отволаживанием и сушкой, и мучных композитных смесей на основе полученной овсяной муки с добавлением пажитника или сушеных ягод брусники, увеличивающих пищевую ценность смесей, являются актуальными.

Степень разработанности темы исследования. Многие ученые во всем мире, в том числе в России и в Египте, изучали различные аспекты рассматриваемых вопросов. Исследованию процесса гидротермической обработки зерна различных культур посвящены работы Е.М. Мельникова, Г.А. Егорова, В.С. Иунихиной, Г.Ц. Цыбиковой, Г.Н. Панкратова, С.В. Куцова, Л.А. Касьяновой, Г.Н. Ильичева, Л.В. Анисимовой, R.S. Bhattu, B. Ekstrand, T. Galliard, H.P.S. Nagi и других ученых.

Разработкой продуктов питания, в том числе хлеба и хлебобулочных изделий с использованием продуктов переработки крупяных культур и других компонентов растительного сырья, занимались такие ученые как В.А. Тутельян, В.И. Дробот, Т.Б. Цыганова, И.В. Матвеева, Н.В. Лабутина, В.Я. Черных, А.С. Романов, А.П. Косован, С.В. Краус, Т.А. Никифорова, И.Г. Белявская, Л.П. Пащенко, Ю.Ф. Росляков, М.А. Янова, A.I. Hegazy, M. Salehifar, S. Hooda и другие.

Тем не менее, исследование новых способов ГТО зерна крупяных культур, в том числе овса, позволяющих улучшить технологические свойства

зерна при более полном сохранении нативных свойств химических компонентов, разработка мучных композитных смесей на основе овсяной муки, полученной с использованием разработанного способа ГТО зерна, и растительных компонентов (семян пажитника, сушеных ягод брусники), обладающих антиоксидантными свойствами, высоким содержанием витаминов и минеральных веществ, представляет как научный, так и практический интерес.

Цель и задачи исследования. Целью исследования явилась разработка технологии овсяной муки, включающей гидротермическую обработку с интенсивным увлажнением зерна под вакуумом, отволаживание и сушку, и мучных композитных смесей (МКС) с повышенной пищевой ценностью на основе полученной овсяной муки.

Для достижения поставленной цели запланировали решить следующие задачи:

- исследовать способ гидротермической обработки овса, включающий интенсивное увлажнение зерна в шнековой вакуумной установке, отволаживание и сушку; на основе математической модели процесса ГТО установить оптимальные режимы, обеспечивающие высокую эффективность шелушения зерна, и разработать схему производства овсяной муки с использованием исследуемого способа ГТО зерна;

- сделать сравнительную оценку эффективности шелушения зерна овса, не прошедшего ГТО, зерна, подвергнутого ГТО с увлажнением в шнековой вакуумной установке, отволаживанием и сушкой, и зерна, прошедшего ГТО с пропариванием и сушкой, и качества полученной при всех способах обработки зерна овсяной муки;

- исследовать влияние овсяной муки, полученной по предложенной технологии, на реологические свойства теста и качество хлеба из смесей муки пшеничной хлебопекарной и овсяной муки;

- изучить влияние компонентов мучной композитной смеси (семян пажитника, сушеных ягод брусники, пшеничного глютена на качество хлеба из

муки пшеничной хлебопекарной и (или) смесей из муки пшеничной хлебопекарной и овсяной муки;

- разработать состав мучных композитных смесей на основе овсяной муки с добавлением измельченных семян пажитника или измельченных сушеных ягод брусники, пшеничного глютена, муки пшеничной хлебопекарной, рассчитать пищевую ценность МКС и определить содержание в них антиоксидантных компонентов;

- изучить реологические свойства теста из мучных смесей с добавлением МКС;

- исследовать безопасность, стойкость при хранении овсяной муки и МКС;

- определить качество хлеба с использованием МКС, рассчитать пищевую ценность хлеба и определить содержание в нем антиоксидантных компонентов;

- разработать и утвердить технические условия на овсяную муку, полученную с использованием интенсивного увлажнения зерна, провести опытно-промышленную апробацию и сделать экономическое обоснование предлагаемых технологических решений.

Научная новизна. Впервые научно обоснована и экспериментально подтверждена технология производства овсяной муки с использованием интенсивного увлажнения зерна овса в шнековой вакуумной установке при гидротермической обработке. Разработана математическая модель процесса ГТО с увлажнением зерна в шнековой вакуумной установке и установлены оптимальные режимы данного процесса.

Выявлено, что увлажнение зерна овса под вакуумом приводит к сокращению длительности его отволаживания и, следовательно, способствует лучшему проникновению влаги внутрь зерна. При этом не только ускоряется процесс ГТО, но и повышается эффективность шелушения зерна.

Впервые обоснован состав мучных композитных смесей с повышенной пищевой ценностью на основе овсяной муки, полученной по предложенной технологии, с добавлением измельченных семян пажитника или измельченных

сушеных ягод брусники, муки пшеничной хлебопекарной, а также пшеничного глютена в качестве улучшителя.

Выявлено, что введение в состав мучных хлебопекарных смесей взамен части муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта МКС № 1 и МКС № 2 улучшает реологические свойства теста по сравнению с тестом из двухкомпонентной смеси: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта – мука овсяная.

Экспериментально доказано, что использование ГТО с интенсивным увлажнением зерна увеличивает стойкость при хранении овсяной муки, а введение в состав МКС измельченных семян пажитника или измельченных сушеных ягод брусники повышает стойкость при хранении смесей на основе овсяной муки.

Практическая значимость работы. Разработана технология овсяной муки с интенсивным увлажнением зерна в шнековой вакуумной установке, отволаживанием и сушкой. На овсяную муку из нешлифованного ядра овса, полученную по предложенной технологии, разработаны и утверждены технические условия ТУ-9293-001-21451215-2019 «Овсяная мука».

Разработано два варианта состава МКС на основе овсяной муки с добавлением измельченных семян пажитника (МКС № 1) или измельченных сушеных ягод брусники (МКС № 2), обладающих повышенной пищевой ценностью и содержащих антиоксидантные компоненты.

Получено два патента РФ: № 2682051 «Способ гидротермической обработки зерна овса», № 2706484 «Смесь хлебопекарная концентрированная (варианты)».

Разработанные технологические решения прошли опытно-промышленную апробацию на овсозаводе АО «Алтайская крупа» и в пекарне ИП «Клибадзе Созари Чичикоевич». Экономический расчет показал, что в результате снижения затрат на 1 тонну овсяной муки, благодаря увеличению ее выхода на 3,5 % и повышению оптовой цены мелкофасованной овсяной муки улучшенного качества на 2,50 руб./кг, рентабельность продукции возрастет с

4,50 до 11,54 %. Производство хлеба с добавлением МКС взамен пшеничной муки высшего сорта позволит повысить прибыль от реализации в 1,10 раза для хлеба с МКС № 1 и в 1,47 раза для хлеба с МКС № 2 по сравнению с контрольным образцом.

Положения, выносимые на защиту. Совокупность экспериментальных данных по обоснованию целесообразности использования гидротермической обработки с интенсивным увлажнением зерна овса в шнековой вакуумной установке, отволаживанием и сушкой в технологии овсяной муки улучшенного качества с повышенной стойкостью при хранении.

Обоснование состава МКС на основе овсяной муки, полученной по предложенной технологии, с добавлением измельченных семян пажитника или измельченных сушеных ягод брусники, муки пшеничной хлебопекарной, а также пшеничного глютена в качестве улучшителя, на основании результатов исследования реологических свойств теста и качества выпекаемого из мучных смесей хлеба.

Совокупность результатов исследования свойств МКС (реологических свойств теста с МКС, стойкости при хранении, безопасности, пищевой ценности) и оценка качества хлеба, выпеченного с использованием МКС, включая дегустацию и расчет пищевой ценности.

Степень достоверности и апробация результатов. В работе использованы современные методы исследований, результаты экспериментов обработаны с использованием математических методов.

Основные результаты исследований доложены на международных и всероссийских конференциях: Международная научно-практическая конференция «AgroSMART – Умные решения для сельского хозяйства» (Тюмень, 2018 г.); II межрегиональная научно-практическая конференция (с международным участием) «От биопродуктов к биоэкономике» (Барнаул, 2018 г.); Всероссийская научно-практическая конференция «Биотехнология и общество в XXI веке», состоявшаяся в рамках II Международного биотехнологического симпозиума «BioAsia – 2018» (Барнаул, 2018 г.); XVIII –

XIX – XX международные научно-практические конференции «Современные проблемы техники и технологии пищевых производств» (г. Барнаул, 2017, 2018 и 2019 гг.) и др.

Публикации. По материалам диссертации опубликованы 13 работ, в том числе 5 – в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Также опубликована одна статья по материалам Международной научно-практической конференции в журнале, индексируемом базой WOS, получено 2 патента.

Структура и объем диссертации. Структура диссертации представлена пятью разделами, включающими введение, литературный обзор, описание объектов и методов исследования, результатов исследований и их анализа, выводы и практические рекомендации. Список литературы состоит из 266 источников (из них 84 – на иностранном языке). Диссертация также содержит 13 приложений.

Работа изложена на 196 страницах, содержит 27 рисунков и 36 таблиц.

ГЛАВА 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Овес как культура

Овес (*Avena L.*) считается наиболее молодой злаковой культурой. О нем знали давно, но возделывать его начали гораздо позже, поскольку он считался сорняком, вытеснявшим остальные культуры, как наиболее приспособленный к условиям окружающей среды. Результаты раскопок утверждают, что данный злак был известен не менее 4 тыс. лет назад.

Некоторые ученые предполагают, что самые древние представители данной культуры были найдены в Египте, во время раскопок захоронений 2 тыс. лет до н.э., однако никаких данных о культивировании овса не было найдено [252].

На Руси первые упоминания об овсе относят к VII в. н.э. На этих территориях к данной культуре относились как к источнику пищи, который давал много энергии, поскольку издавна считался основным рационом лошадей, выполняющих особенно тяжелые работы [65].

Овес посевной (*Avena sativa L.*) произрастает на всех континентах кроме Антарктиды. Эта культура возделывается почти во всей Европе, кроме прибрежной территории Средиземноморья, также он распространен на островах Новой Зеландии и острове Тасмания [81]. На 2018 г. площадь посева овса в России по данным официальной статистики составила более 2848,8 тыс. га, в том числе в Алтайском крае 395,9 тыс. га, что почти в 2 раза больше площадей, занимаемых овсом в 2016 г. [141]. Урожайность овса составила в 2018 г. 17,3 ц с га убранной площади в РФ. В Алтайском крае урожайность составила 17,1 ц/га [177].

Овес в общемировом производстве зерновых занимает шестое место после кукурузы, риса, пшеницы, ячменя и сорго. В России данный злак находится на четвертом месте. На долю РФ приходится около 25 % мирового производства овса [188]. Основными районами его возделывания являются Сибирь, Центрально-Черноземная и Нечерноземная зоны. Алтайский край

является основным производителем овса (14,3 % в общих сборах, 673,9 тыс. тонн). По отношению к 2017 году рост производства составил 8,2 % или 50,8 тыс. тонн. Овес учитывается как зернофуражная культура и принят за кормовую единицу ценности всех остальных культур. На пищевые цели его использование невелико и составляет около 1,5 % от валового сбора [168].

В Египте овес выращивают в дельте Нила, характеризующейся умеренными температурами. Урожайность в 2017 году составила 18,9-38,2 ц/га [250].

Селекция овса в Алтайском крае берет начало с 1979 г. Наиболее используемым методом получения новых сортов является внутривидовая гибридизация, за которой следует индивидуальный отбор из гибридных популяций. Особое внимание уделяется разработке сортов устойчивых к пыльной головне, какими являются районированные сорта Корифей и Аргумент. Наибольшее распространение в пределах Алтайского края имеет сорт Корифей, который производится с 1999 г., сорт Аргумент является максимально адаптированным сортом к почвенно-климатическим условиям Алтайского края. С 2009 г. был допущен к использованию новый сорт овса Пегас, который показал большую урожайность, чем у Корифея на 0,43 т/га, а также высокую устойчивость к пыльной головне [85]. Сорт овса Айвори, использованный в исследованиях, включен в Госреестр по Центральному и Центрально-Черноземному регионам с 2010 г. Выращивается также в Алтайском и Красноярском краях. Это среднеранний и высокоурожайный сорт, зерно которого рекомендовано для переработки в крупяные продукты [2].

1.2 Морфологическая характеристика, химический состав, пищевая ценность зерна овса

Овес (*Avena L.*) является представителем семейства злаковых. На сегодняшний день известно довольно большое количество видов овса (до 70), однако большая часть является дикорастущими и многие из них относят к злостным сорнякам, лишь три вида получили распространение по земному

шару как культурные: овес посевной (*Avena sativa* L.), овес песчаный или щетинистый (*Avena strigosa* Schreb.), овес византийский (*Avena buzantina* C. Koch.).

Овес имеет как яровую, так и озимую формы. Соцветие – метелка, колоски двух-четырёхцветковые, голозерные формы – многоцветковые. Цветковых чешуй у овса две: нижняя (у остистых форм – с остью на спинке), ланцетная, длиной около 20-25 мм. С зерновкой они не срастаются. Плодом овса является зерновка. Каждый колосок имеет 2-3 зерновки [73, 82, 83].

По данным Г.А. Егорова для зерна овса характерно следующее соотношение анатомических частей: зародыш – 2,8-3,5 %, алейроновый слой – в пределах 2,5-9,0 % от массы зерновки, крахмалистая часть эндосперма составляет около 49,0-63,0 % от массы зерна, на долю оболочек приходится 3,0-4,5 % [57].

Зародыш отличается большим количеством липидов, а также дисахаридов. Крахмала в нем совсем нет, а также мал процент гемицеллюлоз. Из всех частей зерна зародыш наиболее богат витаминами. Его состав определяется необходимостью питания зерновки в процессе прорастания.

Алейроновый слой содержит наибольшее количество белка в виде алейроновых зерен, он является самым удаленным от центра слоем эндосперма. Данная часть зерновки богата жирами и жироподобными веществами, кроме того, он содержит витамины и ферментные вещества. Алейроновый слой у овса состоит из одного слоя клеток, оболочки которых главным образом состоят из целлюлозы.

Эндосперм является основной частью зерновки и в значительной степени состоит из крахмала. В состав стенок клеток эндосперма входят арабиноксиланы, а также (1,3;1,4) β -D-глюканы. У различных зерновых процентное соотношение этих веществ в составе клеточных стенок варьирует: рожь и пшеница содержит преобладающее количество арабиноксиланов, ячмень, овес – β -D-глюканов.

Оболочки зерна, главным образом, состоят из полисахаридов – целлюлозы и лигнина, которые относятся к неусваиваемым организмом человека веществам. Высокое содержание данных веществ говорит об оболочке как о части зерна, выполняющей защитные функции [12, 15, 89, 98, 122, 230].

Овес, как и все зерновые, отличается высоким содержанием усвояемых углеводов (до 68,5 %), кроме того, в его составе содержится от 9 до 15 % белка, около 6 % липидов, 11,5 % клетчатки [156]. Качественные показатели зерна овса могут варьировать в зависимости от погодных условий, сортовой принадлежности, а также от технологии возделывания.

Углеводы овса представлены преимущественно крахмалом, содержание в зерне которого составляет около 60 %. Он существенно отличается от крахмала других злаковых поскольку имеет более мелкие зерна, которые быстро расщепляются и имеют высокую усвояемость человеческим организмом. При изучении различий крахмалов злаковых выявили, что крахмал овса имеет большую способность к набуханию, а также более высокую вязкость и устойчивость к действию α -амилазы. Отличительной особенностью углеводного комплекса овса является возможность образования слизей, которые являются гетеросахаридами, состоящими из пентозанов, гексозанов и белка [66, 240].

Крахмал состоит из двух компонентов – амилозы и амилопектина. Обычно процентное соотношение этих полисахаридов равно 25-28 % и 72-75 % соответственно, но существуют и выведенные генотипы, в которых это соотношение варьирует [72, 170, 224].

В зерне овса также содержится полисахарид, который является компонентом клеточной стенки – β -глюкан, принадлежащий к группе неразветвленных полисахаридов. β -глюкан состоит примерно из 2900 1-3, 1-4 глюкопиранозных остатков и является растворимым полисахаридом (до 90 %). Его содержание в зерне овса варьирует от 2 до 8 %. Этот показатель является одним из наибольших среди злаковых культур. Данный полисахарид способствует нормализации содержания холестерина в крови, является

иммуномодулятором, а также предупреждает развитие раковых болезней. Кроме того, помогает в борьбе против сахарного диабета II типа [61, 187, 224]. Арабиноксиланы, как и β -глюканы, являются составляющими клеточной стенки. Они имеют высокую молекулярную массу, но, тем не менее, растворимы в воде, вследствие чего способны образовывать растворы высокой вязкости [198, 207]. Кроме того, β -глюканы овса в большей степени состоят из тетрасахаридов, что дает им возможность образовывать гели повышенной вязкости [247].

Зерновые, отличающиеся высоким содержанием углеводов, также имеют достаточное количество белка, которое обычно варьирует от 10 до 15 % [207]. Белок является основной составляющей рациона сельскохозяйственных животных и человека. Его содержание имеет важнейшее значение в кормовой и биологической ценности продуктов питания и кормов. От количества белка в рационе зависит продуктивность сельскохозяйственных животных [72].

По мнению Т. Б. Цыгановой пищевое преимущество овса определяется высокой биологической ценностью белка и также высоким содержанием слизи [171]. Белок подразделяют на четыре группы в соответствии с растворимостью в определенном веществе. Белок овса отличается распределением белковых фракций от других зерновых культур. Он не имеет характерной для пшеницы и ячменя белковой матрицы и состоит на 80 % из солерастворимых глобулинов, известных как авеналины. Проламины (авенины) составляют всего около 15 %. Также в овсе содержится небольшое количество глютелинов и альбуминов (около 10 %) [207, 224, 253]. В настоящее время остается открытым вопрос о возможности потребления продуктов из овса людям, страдающим целиакией. Целиакия или глютенная болезнь – это синдром, которым характеризуется повреждением слизистой оболочки тонкой кишки, вызванным глиадином – спирторастворимой фракцией пшеничного глютена, либо аналогичными проламинами ячменя (гордеинами), ржи (секалинами). Наиболее активными белковыми образованиями, играющими роль в целиакии, являются комплексы проламинов с глютелинами, которые образуют так называемые резервные

белки, локализованные в эндосперме зерна. Единственная на сегодняшний день возможность избежать негативных последствий данной болезни – полное исключение из рациона питания глютенсодержащих продуктов [142, 195]. В состав овса входит намного меньшее количество проламинов в сравнении с остальными злаками, в которых их содержание достигает 50 %. Следовательно, для оказания токсичного эффекта на организм нужно потребить большее количество овса, чем ржи, ячменя и пшеницы. Однако его применение в качестве безглютенового сырья является рискованным [194, 195].

Белок овса – белок высокого качества и хорошо сбалансирован по аминокислотному составу [191]. Так, белок овса заметно превышает белки пшеницы и ячменя по содержанию аргинина и лизина, однако, уступает по содержанию глютаминовой кислоты. Общее содержание белка по сортам колеблется незначительно, а содержание отдельных аминокислот претерпевает большие изменения. С повышением содержания белка в зерне овса аминокислотный состав не ухудшается: содержание лизина в овсе с 17 % белка составляет 4 %, а с 21,7 % белка – 4,1 %, лейцина соответственно – 7,8 и 7,9%, фенилаланина – 5,5 и 5,9 [72, 253]. Таким образом, можно сказать, что белок овса является наиболее качественным среди белков злаковых.

Липиды – органические соединения, входящие в группу веществ, не растворимых в воде, но растворимых в неполярных растворителях, таких как бензол, хлороформ, эфир. Они входят в состав клеток растений, животных и микроорганизмов и являются важными компонентами питания. К липидам относят фосфоглицериды, ацилглицериды, глицериды, воски, терпены, стерины, эфирные масла. В зерновых липиды накапливаются непосредственно в зерновке [119].

Помимо белка овсяная зерновка богата жирами [63]. Содержание липидов в овсе варьирует от 3 до 9 %. В некоторых высокомасличных сортах его содержание может достигать 15 % [221]. Зерновка овса отличается тем, что в ее эндосперме содержится значительное количество жира. Если в зерне, освобожденном от цветочных пленок, содержится 6,0-6,5 % липидов, то в

зерновке, которая освобождена от плодовых и семенных оболочек содержание жира достигает более 5,5 %. Как и у многих других зерновых у овса в составе масла преобладает содержание непредельных жирных кислот – 75-85 %, из которых особое место занимает олеиновая кислота. Токоферолы масла овса представлены α -, γ -, δ -изомерами.

Ферменты – соединения, ускоряющие отдельные химические реакции в живых клетках и способные к действию при относительно низких температурах и нормальном давлении. Ферменты действуют в организмах в строгой последовательности, узком диапазоне температур и способны катализировать один тип химической реакции. Для зерновых, в частности, для овса важны три группы ферментов: амилалитические, протеолитические, липолитические, играющие важную роль при хранении зерна и продуктов его переработки, а также в хлебопечении и других технологических процессах [20, 72, 170].

Под общим названием «витамины» понимается группа веществ, которые необходимы для нормального функционирования живого организма, при их недостатке развиваются тяжелые заболевания – авитаминозы. Продукты из овса по содержанию витамина В₁ соответствуют гречневой крупе, кроме того, превосходят продукты из пшеницы и ячменя. Финские исследователи утверждают, что содержание тиамина в овсе варьирует в зависимости от условий произрастания. Также овес содержит жирорастворимый витамин Е (токоферолы и токотриенолы). Следует отметить, что данные вещества отличаются повышенной антиоксидантной активностью. Содержание токоферолов в зерне овса достигает 2,6-3,2 мг на 100 г [97].

Овес как наиболее пленчатая культура содержит большое количество кремния, который главным образом сосредоточен в лузге, кроме того, он содержит калий, магний, фосфор и другие макро- и микроэлементы. Однако большая часть витаминов и минеральных соединений содержится на периферии зерна и при шелушении их количество резко снижается.

Представленная информация о химическом составе зерна овса свидетельствует о его сбалансированности, а также повышенном содержании

некоторых нутриентов, а именно: белка и жира высокого качества. Это говорит о целесообразности увеличения его использования в пищевой промышленности.

1.3 Современные способы гидротермической обработки зерна овса

В рационе питания человека продуктам переработки зерна отведено особое место: процент их потребления составляет от 20 до 85 %. К этим продуктам относят муку, крупу, отруби, макаронные изделия. Они являются наиболее важным поставщиком энергии в организм человека, а также незаменимым источником пищевых волокон [58].

Мука и крупа – основа основ рациона питания человека, поскольку содержат в своем составе необходимые для нормальной жизнедеятельности нутриенты [114].

Как было отмечено ранее, овес является ценной крупяной культурой и, как и все зерновые, требует технологическую и кулинарную обработку перед непосредственным использованием в пищу. Технологический процесс подготовки зерна к дальнейшей переработке традиционно включает в себя очистку зерна от примесей, гидротермическую обработку, шелушение и сепарирование продуктов шелушения [113]. Одним из основных и наиболее трудоемких из перечисленных процессов является гидротермическая обработка.

Гидротермическую обработку на зерноперерабатывающих предприятиях применяют для направленного изменения технологических свойств зерна в результате воздействия на него влаги (воды, пара) для создания оптимальных условий переработки зерна. В зависимости от получаемого в конечном итоге продукта при использовании ГТО преследуются различные цели. Главным образом, ГТО позволяет добиться необходимой разности прочности оболочек и эндосперма. Если для переработки зерна в крупу нужно повысить прочность ядра с одновременным снижением прочности оболочек для лучшего их отделения от ядра, то на мукомольном заводе преследуют противоположную

цель – укрепление оболочек и снижение прочности эндосперма. Решение этих задач возможно с помощью варьирования режимов и способов ГТО. Основными регулируемыми параметрами процесса ГТО являются: температура, влажность, длительность отволаживания, давление. При подборе правильных режимов и выборе нужного способа ГТО обеспечивается высокий выход качественной готовой продукции [1, 57, 74, 112, 113, 172, 174].

Для крупяных культур обычно применяют два способа ГТО. Первый заключается в пропаривании с последующей сушкой и охлаждением, второй – в увлажнении с последующим отволаживанием. Первый метод, как правило, применяют для производства недробленой крупы (овсяной, гречневой, гороховой). Вторым же рассчитан на получения дробленой крупы из пшеницы, кукурузы и других культур.

Для первого способа характерна обработка паром, которая приводит к наиболее быстрому прогреву и увлажнению зерна, при этом, главным образом, повышается пластификация ядра, а также в определенной степени увеличивается его прочность. Сушка зерна позволяет получить необходимую разность во влажности ядра и оболочек, таким образом, оболочки во время сушки обезвоживаются в большей степени, чем ядро и, как следствие, лучше отделяются. Сушку необходимо проводить довольно быстро для того, чтобы влага из ядра не передавалась оболочкам и не ухудшала процесс шелушения. Сушка проводится в вертикальных паровых сушилках, воздушных сушилках, паровых или электрических калориферах [57, 96, 111, 112].

Второй способ осуществляется путем увлажнения зерна теплой водой и его отволаживания. Увлажнение проводят в аппаратах, широко используемых в мукомольной промышленности. Сам процесс увлажнения довольно короткий и занимает всего несколько десятков секунд. Он вызывает определенные напряжения внутри зерновки ввиду разности свойств ее составных частей, при отволаживании наступает так называемое явление релаксации, при котором влага проникает во внутренние слои зерновки. Конечная влажность зерна зависит от целей переработки [112, 116].

Постоянно ведется поиск оптимальных режимов ГТО для повышения качества готовой продукции, уменьшения энергозатрат, а также временных затрат [235, 236]. Немаловажным является и подбор оборудования для осуществления операции ГТО [50]. Существенный вклад в изучение и развитие ГТО зерна крупяных культур внес проф. Мельников Е.М. [111, 112].

Способ гидротермической обработки зерна овса, рекомендуемый Правилами организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях, включает: операцию пропаривания при давлении пара 0,05-0,10 МПа, которую проводят в шнековых пропаривателях непрерывного действия или в пропаривателях периодического действия в течение пяти минут, после чего зерно направляют на сушку, где сушат до 10 % (при шелушении зерна в поставах) или до 12-14 % (при шелушении зерна в центробежных шелушителях или обоечных машинах), далее овес охлаждают в охлаждающих колонках [112, 142].

Мельниковым Е.М. был предложен способ ГТО овса, включающий увлажнение, отволаживание и сушку зерна и исключаящий при этом операцию пропаривания [1, 104, 111, 112, 174]. Данный способ ГТО является более мягким по сравнению с традиционным способом и позволяет более полно сохранить природный химический состав зерна, однако его основной недостаток – требуется длительное отволаживание зерна после увлажнения.

На сегодняшний день существует множество способов гидротермической обработки зерна, позволяющих интенсифицировать процесс влаготепловой обработки, а также повысить ее эффективность.

Так, на кафедре технологии хранения и переработки зерна АлтГТУ разработан способ гидротермической обработки зерна гречихи, проса и овса, включающий увлажнение в вакуумной камере с остаточным давлением 0,02-0,07 МПа иммерсионным способом, отволаживание и сушку. Достоинством данного способа является сокращение длительности отволаживания, а также снижение энергозатрат [130, 131, 132].

Кроме того, был разработан способ гидротермической обработки овса, включающий увлажнение зерна до влажности 18-20 %, отволаживание, и его последующую сушку, при температуре агента сушки 150-160 °С, в течение 3-5 минут. Данный способ позволяет увеличить выход крупы, а также улучшить ее потребительские свойства [127].

В ВСГУТУ разработан способ производства пшеничной крупы, заключающийся в увлажнении зерна пшеницы до 21-23 %, отволаживании в течение 20-40 ч. Затем зерно подвергают конвективно-кондуктивному нагреву при температуре 210 - 220 °С и шелушат. Изобретение направлено на снижение ресурсозатрат, увеличение выхода крупы и сокращения времени варки [133].

Кроме того, разработки, касающиеся ГТО овса, направлены также на сохранение большего количества β -глюканов и авентрамидов, которые являются наиболее ценными его компонентами [211].

В АлтГТУ были проведены исследования влияния гидротермической обработки на аминокислотный состав зерна овса, гречихи и проса, которые показали, что в результате использования способа ГТО с увлажнением, отволаживанием и сушкой зерна уменьшается содержание водорастворимых и солерастворимых фракций белка и соответственно снижается активность ферментов, что благоприятно сказывается на хранении продуктов переработки зерна [3].

При переработке овса в хлопья «Геркулес» дополнительно заметно снижение и спирторастворимых азотистых соединений, однако общее содержание азота практически не изменяется [7].

Гидротермическая обработка предотвращает действие липазы и используется как классический метод стабилизации продуктов переработки зерна [204, 205]. Однако финские ученые выяснили, что инактивация липазы негативно влияет на стабильность хранения ввиду каталитического воздействия ГТО на окисление полярной липидной фракции, которая стабильна без воздействия такой обработки, что, возможно, связано с разложением

мембранных структур, либо инактивацией термолабильных антиоксидантов [225].

Кроме влияния на белковый и липидный комплексы зерна различные режимы и способы ГТО способны изменить структуру крахмала, размер крахмальных зерен, вязкость, а также его усвояемость организмом человека [199, 212, 217]. Рядом зарубежных ученых [217] установлено, что при обработке голозерного овсяного зерна инфракрасным излучением, пропариванием и обжариванием можно улучшить вязкость овсяного крахмала без отрицательного воздействия на β -глюкан. Учеными из США [234] установлено, что обработка овса в автоклаве при 120 и 130 °С способствует конгломерации крахмальных зерен, обработка овса в открытом автоклаве при 120 и 130 °С способствует повышению температуры перехода крахмала в сахара, а пропаривание овса при 106 °С и автоклавирование при 120 °С препятствуют ретроградации крахмала при хранении.

Помимо влияния на химические составляющие готового продукта ГТО оказывает воздействие на его потребительские свойства, то есть появляются ореховый запах взамен травяного, а также приятный вкус взамен горечи, что является следствием реакции Майяра [7, 215, 222, 229].

Одним из перспективных направлений обработки зерна является ГТО с применением вакуума при увлажнении с последующими отволаживанием и сушкой. При такой обработке регулируются множество факторов: степень разрежения воздуха в рабочей камере, влажность зерна после увлажнения, время отволаживания и параметры сушки, что позволяет выбрать оптимальные режимы обработки, сократить время отволаживания и улучшить качество готовой продукции [4, 179].

Еще одним перспективным направлением ГТО зерна является экструдирование. Однако существуют некоторые сложности при переработке овса в экструдере, что связано с повышенным содержанием жира и клетчатки, а также пониженным содержанием крахмала. Липиды овса способны препятствовать увеличению объема зерновых частиц во время

экструдирования, а также затормозить процесс клейстеризации крахмала и уменьшить взаимодействие между зерновой массой и винтом. Пищевые волокна несколько увеличивают твердость готового продукта, делают его более плотным и менее хрустящим [227, 265, 266]. Следует отметить, что экструдирование овса и ячменя широко применяется для получения муки с повышенным содержанием пищевых волокон, которая обладает высокой пищевой ценностью и хорошими потребительскими свойствами [181, 182].

Резюмируя сказанное, можно сделать вывод о том, что технология обработки овса стремительно развивается. Способы, существующие на сегодняшний день, позволяют получать продукты с повышенной пищевой ценностью, улучшенными органолептическими и физическими характеристиками. Таким образом, совершенствование технологии гидротермической обработки при переработке овса является актуальным научным направлением.

1.4 Продукты из овса

Ассортимент крупяных продуктов, вырабатываемых из овса, достаточно широк. К этим продуктам относят как традиционные крупы, так и крупы быстрого приготовления [70]. Это связано с повышенным спросом на овсяные продукты, что требует расширения их производства [120]. В России из овса традиционно вырабатывают крупу овсяную: недробленую, плющеную; овсяные хлопья: «Геркулес», лепестковые, «Экстра»; толокно [10, 66, 113, 169].

Производство овсяной крупы нормируется ГОСТ 3034-75. Выработка хлопьев овсяных нормируется ГОСТ 21149-93.

Толокно – это мука из овса, подверженного глубокой ГТО, при которой происходит гидролиз крахмала до сахаров и декстринов. Применяется в детском и диетическом питании [158]. Нормируется ГОСТ 2929-75.

Кроме того, овсяное толокно находит новые пути применения. Пензенский государственный технологический университет предлагает

обогащать овсяным толокном мясные рубленые полуфабрикаты [13]. Воронежским аграрным университетом предложено применять овсяное толокно вкупе с кровежировой эмульсией в качестве компонента колбасных изделий с целью получения специализированных продуктов питания для людей, страдающих анемией [92].

Голозерный овес также находит применение при выработке круп и другой продукции, поскольку его использование ведет к снижению удельных затрат электроэнергии, а также он обладает пониженной зольностью, что учитывается при выработке муки. Так, Могилёвским государственным университетом продовольствия разработаны технологии по производству крупы и хлопьев из голозерного зерна овса. Использование голозерного овса позволяет добиться большего выхода готовой продукции, а также снизить энергозатраты путем обхода процесса шелушения, кроме того, каши, полученные таким образом, отличаются хорошими потребительскими свойствами [8, 9]. Разработана технология муки из голозерного овса и пророщенного голозерного овса, подобраны режимы ГТО, при которых повышается качество готового продукта [78, 79].

В Государственном аграрном университете Северного Зауралья разработаны технологии производства овсяного печенья из диспергированного зерна голозерного овса и производства зерновых кексов на основе муки из диспергированного голозерного ячменя.

Крупы и хлопья применяют в рационе питания в качестве гарниров, каш, составляющих супов, салатов и т.д. Для приготовления данных блюд крупы необходимо подвергнуть кулинарной обработке – варке. Зачастую этот процесс достаточно длительный, однако совершенствование технологий переработки зерна позволяет получать крупы с сокращенным временем варки, либо вообще не требующие таковой. Крупианные продукты быстрого приготовления – современный вид полезного сбалансированного питания. Преимущество таких видов продуктов заключается в экономии времени, а также сохранении пищевой ценности продукта путем исключения вторичной тепловой обработки.

Технологии таких продуктов базируются на двух основных технологических операциях: ГТО и обезвоживание. В качестве ГТО может выступать пропаривание, экструзия, обработка ИК-излучением и др. [69, 90, 179].

Алтайскому государственному техническому университету принадлежат разработки способов получения круп, не требующих варки. Одной из них является разработка крупы из отходов производства овса (колотых зерен), которые после увлажнения до 26-28 % и отволаживания в течение 30 минут, обрабатывали в пропаривателе при давлении пара 0,21-0,25 МПа в течение 3-4 минут, а далее сушили и плющили в вальцовой сушилке до влажности около 7 %, при температуре 150 °С. Данное изобретение позволяет снизить длительность процесса производства, энергозатраты и повысить потребительские достоинства крупы [130].

Кроме того, были разработаны способы производства продуктов, не требующих варки, из гречихи и ячменя путем взрыва их в аппарате «Пушка» при избыточном давлении 1-1,2 МПа и температуре 260-280 °С. Достоинствами таких изобретений является увеличение выхода продукта при одновременном снижении электрозатрат, а также обеспечение питательной ценности продукта [129].

Производство муки является одним из древнейших занятий человечества. Мука – это порошкообразный пищевой продукт, полученный путем измельчения зерен различных культур. Использование муки в значительной степени связано с выработкой хлеба и хлебобулочных изделий, а также макаронных изделий. Традиционно для производства муки используют зерно пшеницы и ржи, однако вырабатывают данный продукт и из зерна крупяных культур, таких как ячмень, овес, гречиха и др. Производство муки – сложный технологический процесс, который включает в себя совокупность определенных приемов и методов, позволяющих получить продукт высокого качества. Строение, механические и технологические свойства зерна, а также способы его подготовительной обработки являются определяющими при выработке муки определенного сорта. Химический состав муки зависит от ее

сорта. Сортная мука вырабатывается главным образом из эндосперма, поэтому богата углеводами, однако бедна белком и другими необходимыми нутриентами. Обойные помолы позволяют получить муку богатую витаминами и минеральными веществами [14, 62, 99, 113, 167].

Муку овсяную получают как из зерна овса, так и из овсяной крупы. В республике Беларусь разработаны Правила организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах. Обойный помол включает драной процесс и процесс контроля муки. Рекомендуется использовать 4-5 драных систем. На первую систему поступает очищенный и шелушенный овес. Сортирование продуктов размолы происходит на отсевах. Проход через сита направляется на контроль муки, а сходы с сит – на следующую драную систему. Мука отбирается со всех драных систем и на заключительном этапе контролируется по крупности.

Сортной помол овса включает: драной процесс, размольный процесс, формирование и контроль готовой продукции. Для такого помола рекомендуется использовать 3-4 драные системы. На первую драную целесообразно направлять плющеную крупу. Ориентировочные выходы муки по сортам: высший – 20 % первый – 24 %, второй – 50 % [144].

За рубежом производство овсяной муки происходит по схожей схеме. Во время измельчения овса во избежание прилипания частиц муки на рабочие органы оборудования, ввиду повышенного содержания жира, используют вытяжные системы высокой производительности [201, 256].

Качество продуктов измельчения в достаточной степени зависит от процесса их сортирования. Ввиду интереса к содержанию в зерне овса β -глюканов существуют способы выделения фракций овсяной муки с повышенным их содержанием. В частности с помощью воздушной сепарации можно получить муку с концентрацией β -глюканов до 25 % [235, 236].

Овсяные отруби отсеивают в процессе выработки муки. Отруби могут составлять до 50 % от исходной массы зерна. Используются в питании в качестве продукта, повышающего пищевую ценность за счет высокого

содержания в данной фракции β -глюкана. Отруби овса содержат до 16 % грубого волокна, из которого около трети является растворимой клетчаткой. Кроме того, отруби содержат около 17 % белка [190, 259].

Овсяная мука способна повышать качество хлеба, однако ее дозировка не должна превышать одной трети от массы мучной смеси ввиду практически полного отсутствия клейковинообразующих белков. Кроме того, овсяная мука повышает упругие свойства теста, то есть укрепляет клейковину пшеничной муки [75]. На базе Мценского филиала ОГУ им. И.С. Тургенева разработаны рецептуры производства хлебобулочных изделий с добавлением овсяной муки (до 30 %) с приготовлением теста опарным способом. Было установлено, что овсяная закваска обладает бактериостатическим действием ввиду повышенной кислотности. Такой способ позволяет получить готовую продукцию с высокими органолептическими показателями, а также устойчивую к картофельной болезни хлеба [158]. В Краковском университете сельского хозяйства предложили включать овсяную муку в рецептуру пшеничного и пшенично-ржаного хлеба взамен пшеничной муки в размере 20 %. Готовые изделия по органолептическим характеристикам были сопоставимы с контрольным образцом. Несмотря на меньший объем, они имели повышенную биологическую ценность, а также высокую долю пищевых волокон [206]. В Оренбургском государственном университете разработана и утверждена нормативно-техническая документация на хлеб «Золотая нива» с использованием в качестве компонента овсяной муки, получаемой при переработке зерна овса в крупу [120].

Продукты переработки овса широко используются в разработках мучных кондитерских изделий, например, экструдированный зерновой продукт на основе овса и проса добавляется в качестве обогатителя в рецептуру пряничных изделий в количестве от 5 до 20 %, что способствует улучшению органолептических свойств готовой продукции, а также повышению их пищевой ценности. Кроме того, существуют разработки по добавлению овсяной муки взамен пшеничной при производстве хлебцев, пряничных

изделий (12 %), вафельных изделий. Установлено, что такие изделия приобретают рассыпчатость, обогащаются белком и диетическими волокнами. Овсяная мука препятствует черствению изделий, что дает возможность увеличения срока годности продукции [175].

Исследована возможность включения овсяной муки в технологию песочного полуфабриката. Установлено, что овсяная мука обладает хорошей эмульгирующей способностью. Определено оптимальное количество внесения овсяной муки в песочное тесто – 40 % [121]. Кроме того, известны разработки бисквитов и кексов с повышенной пищевой ценностью, обладающих функциональными свойствами за счет введения в их рецептуру овсяных муки, отрубей, а также порошков рябины и облепихи, которые проявляют ингибирующее воздействие на развитие микроорганизмов в процессе хранения [109, 110]. Для производства карамели, широко используемой в кондитерской промышленности, разработана технология получения сиропа на основе овса. Установлен оптимальный процент замещения крахмальной патоки на овсяный сироп равный 50 %. В кондитерской промышленности применяется и пророщенное зерно овса. Например, известен способ производства овсяного печенья из пророщенного зерна овса, разработанный Тюменской государственной сельскохозяйственной академией [134].

Известны разработки функциональных напитков на основе овса, таких как кисели, для которых положительную роль играет свойство образования слизей [149, 150], а также напитков брожения, где овес используется в виде солода [48].

Кроме того, в Орловском государственном университете разработаны схемы производства биомодифицированных продуктов (БМП) из овса «Живица» и ячменя «Целебник», которые получены путем ферментативного гидролиза с помощью ферментного препарата «Pentopan 500 BG». Данные продукты отличаются повышенным содержанием белка, витаминов и минеральных веществ, а также клетчатки по сравнению с хлопьями. БМП «Живица» представляет собой порошок кремового цвета с выраженным

ореховым запахом и вкусом. Существуют разработки по включению данных БМП в рецептуру вафельных листов с заменой муки пшеничной общего назначения в количестве от 5 до 25 %. Также БМП «Живица» может выступать в качестве сырья для производства мармелада [152].

За рубежом известны разработки по ферментации овсяной муки бактериями рода *Lactobacillus*. Такую закваску добавляли в пшенично-овсяный хлеб (70:30) взамен овсяной муки в размере до 30 %, что привело к повышению содержания клетчатки, β -глюканов и снижению его калорийности [192]. Кроме того, существуют разработки по ферментации овсяной муки дрожжами и введение ее в рецептуру пшенично-овсяного хлеба (50:50) в виде овсяной дрожжевой закваски. Такой способ позволяет получить хлеб с хорошими органолептическими свойствами, равномерной текстурой, а добавление клейковины исключило применения искусственных улучшителей [246].

Качество муки овсяной для детского питания в России регламентируется ГОСТ 31645-2012. Мука для продуктов детского питания. Кроме того, мука овсяная выпускается по техническим условиям различных организаций: ТУ 9293-003-00941903-98 «Мука овсяная», ТУ 9293-002-43175543-03 «Мука крупяная и зерновая»; ТУ 9293-005-95096988-13 «Мука овсяная для продуктов детского питания» и др.

Овес для переработки в муку, крупу, хлопья и толокно должен соответствовать ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна» [160], готовая продукция должна отвечать требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [161], где указаны гигиенические и микробиологические нормы [162], а упаковка – ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки», где указаны требования к маркировке и упаковке продукции [163].

Таким образом, исходя из ранее представленных данных, можем сказать, что овес широко используется для производства различных продуктов питания. Кроме того, активно ведутся разработки по расширению линейки этой продукции, поскольку она способна повысить биологическую ценность ежедневного рациона человека, а также обогатить наиболее распространенные

продукты питания диетическими волокнами, незаменимыми аминокислотами, витаминами и микроэлементами.

1.5 Реологическая характеристика теста с добавлением овсяных продуктов

В связи с большим количеством разработок по мучным кондитерским изделиям и хлебу с добавлением овсяной муки и продуктов из овса целесообразно рассмотреть реологические характеристики теста с овсяной мукой.

Реология – отрасль физики, которая изучает поведение различных веществ в ответ на приложенную деформацию. Материалы в таком случае классифицируются на ньютоновские и неньютоновские [125, 203, 241, 255]. Большинство пищевых продуктов в природе проявляют свойства неньютоновских систем, одним из таких продуктов является тесто [183]. Тесто – вязкоупругая система, проявляющая тиксотропное поведение и сдвиговое истончение [264]. Эти свойства теста объясняются его сложной молекулярной структурой, в которой гранулы крахмала окружены трехмерной белковой сетью [263]. Белок пшеничного теста представлен клейковинообразующими структурами (глиадин и глютенин), которые отвечают за образование каркаса теста. Среди зерновых сообществ реология признана ключевым параметром оценки муки [200]. В России реология теста определяется по ГОСТ ISO 5530-1-2013 и другим нормативным документам.

Поскольку известно, что клейковинообразующие фракции белка придают клейковине разные свойства: глиадин при гидратации образует жидкую, вязкую массу, глютенин – упругую, короткорастяжимую, следует предположить, что добавление к пшеничной муке овсяной муки серьезно повлияет на реологические свойства теста [6, 170].

Из литературных данных [54, 152, 180, 239, 249, 251, 260] следует, что добавление овсяных продуктов в мучную смесь приводит к увеличению водопоглотительной способности муки (ВПС), особенно в смесях с овсяными

хлопьями и отрубями, а также в смеси с гидролизатом «Живица». Это объясняется иной, чем у пшеницы структурой крахмальных зерен овса, а также большим содержанием белка и пищевых волокон, в том числе β -глюканов. По данным ирландских ученых кроме химического состава муки особое влияние на ВПС оказывает размер частиц муки, а также степень поврежденности крахмальных зерен. Так, у наиболее мелкой муки ВПС оказалась больше, чем у муки грубого помола, то же самое и у муки с наивысшей поврежденностью крахмальных зерен [185, 210].

Время образования теста при добавлении овсяной муки по разным данным увеличивалось для муки со слабой и нормальной клейковиной и уменьшалось для муки с сильной клейковиной. При добавлении овсяных хлопьев и отрубей время образования теста увеличивается, что можно объяснить необходимостью большего времени для полной гидратации овсяных гидроколлоидов. Стабильность теста обычно увеличивается при добавлении овсяной муки до 20 %, однако дальнейшее увеличение дозировки овсяной муки ведет к снижению стабильности.

Добавление муки и других продуктов переработки овса снижают растяжимость и эластичность теста, что благоприятно действует на муку со слабой клейковиной. Однако добавление овсяных продуктов снижает количество клейковины в смеси [210].

На основе рассмотренных литературных источников можно заключить, что с точки зрения реологических характеристик теста рекомендуемая доля вносимых продуктов переработки овса в смесь для выпечки хлеба не должна превышать 20 %.

1.6 Мучные композитные смеси

1.6.1 Мука из растительного сырья как компонент мучных композитных смесей

Одним из приоритетных направлений пищевой индустрии является улучшение и сохранение здоровья людей, профилактика заболеваний, которые вызваны неполноценным питанием, путем развития производства функциональных продуктов питания, а также расширение производства специализированной продукции [126, 128, 147, 242]. Поэтому использование натуральных веществ, обладающих антиоксидантными и другими полезными свойствами, при выпечке хлебобулочных изделий, является насущной необходимостью для поддержания здоровья человека [11, 91].

Для большинства людей зерновые продукты и хлеб являются основными поставщиками энергии и необходимых пищевых веществ. Обеспечение продовольственной безопасности для большинства стран, требует разработки стратегии производства хлебобулочных изделий для удовлетворения потребностей рынка и улучшение качества и конкурентоспособности продукции [87, 88]. Исходя из опыта России, а также зарубежных стран наиболее перспективным направлением расширения ассортимента хлеба и хлебобулочных изделий, а также производства специализированных изделий диетического питания является использование мучных многокомпонентных смесей, каждый компонент которых отвечает за определенную направленность обогащения изделия. Верное соотношение всех компонентов способствует повышению пищевой ценности продукта, а также лучшему усвоению входящих в него нутриентов [107, 154].

Традиционным компонентом в технологии хлеба и мучных кондитерских изделий является пшеничная мука, богатая необходимой для выпечки клейковиной. Она содержит около 11,5 % белка, 70 % крахмала, 1,5 % липидов, а также около 0,7 % пищевых волокон. Кроме того, в ее состав входят

витамины группы В, а именно В1 – 0,3 мг/100г; В2 – 0,1 мг/100г, никотиновая кислота – 3 мг/100г; токоферол - около 1,5 мг/100г. Из представленных данных следует, что мука пшеничная не является сбалансированной по химическому составу. Она содержит достаточно большое количество углеводов при одновременно низком содержании микронутриентов [60]. Вместе с тем, известно, что мука из крупяных культур является наиболее сбалансированной по химическому составу, чем мука из пшеницы и ржи. Так, мука ячменная богата витаминами группы В, ниацином, биотином, а также витаминоподобными веществами В4 (холин), В9 (фолацин). Холин является липолитиком и способствует нормализации жирового баланса в организме человека. Кроме того, ячмень является природным энтеросорбентом и способствует выведению шлаков и токсинов [106].

Тритикалиевая мука отличается лучшим аминокислотным составом, а также повышенным содержанием аминокислоты лизин, которым бедна пшеничная мука. Кукурузная мука, помимо высокого содержания углеводов, богата минеральными веществами, такими как кальций, калий, железо, магний, фосфор. Мука из гречихи имеет более высокое содержание лизина, треонина, триптофана. Рисовая мука способна обогатить муку пшеничную минеральными веществами: кальцием, магнием, железом, фосфором, а также витаминами и пищевыми волокнами [166]. Мука из гибрида сорго и риса – сориза имеет около 13 % белка, 70 % углеводов, и около 4 % жира, кроме того, отличается повышенным содержанием железа, калия, фосфора и магния, а также является более сбалансированной по аминокислотному составу [53]. Гороховая мука является относительно дешевым обогатителем, она отличается высоким содержанием белка, а также повышенным по сравнению с пшеничной мукой содержанием метионина, лизина, треонина [80]. Мука из нута содержит около 43 % углеводов, 24 % белка и 4 % липидов. Белок нутовой муки по аминокислотному составу превосходит не только злаковые культуры, но и многие бобовые. [77, 102, 186]. Люпиновая мука также пользуется спросом, в частности, это связано с высоким содержанием в ней качественного белка.

Кроме того, люпиновая мука содержит ненасыщенные жирные кислоты – стеариновую и пальмитиновую [164].

Интерес к включению овсяной муки в смеси для производства мучных изделий, прежде всего, вызван содержанием в ней β -глюканов, качественного белка, витаминов группы В, ниацина, а также повышенным содержанием углеводов и микроэлементов, главным из которых является кремний, который особенно важен для поддержания метаболизма [103, 196].

Кроме перечисленных видов муки в качестве компонентов мучных смесей применяют муку из нетрадиционного растительного сырья [232], например, в Воронежском государственном аграрном университете разработана рецептура производства хлеба с хлопьями из ферментированного плющеного зерна амаранта. Такая добавка повысила биологическую ценность готового продукта. Образцы имели приятный вкус, аромат, а также привлекательный вид [157].

Льняная мука также используется в качестве компонента в рецептуре хлеба. Она повышает содержание полиненасыщенных жирных кислот в готовой продукции, увеличивает ее биологическую ценность [95, 173].

Мука из семян тыквы, используемая в качестве добавки в рецептуру хлебобулочных изделий в количестве 5 % от муки пшеничной и 15 % от смеси муки для ржано-пшеничного хлеба, повысила формоустойчивость и пористость готовой продукции [93].

Цикорий также может использоваться в качестве компонента хлеба. Существуют рецептуры и нормативная документация, разработанные Резниковой Л.Г., на хлеб с добавлением продуктов переработки цикория сортов «Нагорный», «Цикориевый», «Благодатный» [148].

Для добавления в хлебобулочные изделия используют порошки из плодов мушмулы, боярышника, ягод ежевики. При этом готовые изделия обогащаются полиненасыщенными жирными кислотами, витаминами С, Е; α - и β -каротинами [51].

Также в качестве обогатителей используют муку из семян винограда, расторопши, арбуза. Было изучено влияние таких видов муки на клейковинный каркас муки пшеничной, установлено, что все вышеперечисленные виды муки укрепляют клейковину, но наиболее явно в этом отношении выступает мука из семян винограда [59].

Исходя из вышеизложенного, можно сказать, что существует множество видов муки из растительного сырья, которые способны повысить пищевую ценность готовой продукции. Кроме того, внесение таких добавок дает возможность оказывать воздействие на пшеничную клейковину необходимым образом и более эффективно использовать зерновые и другие растительные ресурсы.

1.6.2 Использование брусники и пажитника в качестве обогащающих компонентов

В настоящее время в качестве обогащающих добавок в рецептурах различных хлебобулочных изделий и хлеба применяют:

- зерновые продукты (мука, хлопья, отруби и т.д.);
- продукты переработки бобовых культур;
- продукты переработки масличных культур;
- лекарственные травы, водоросли;
- орехи и ореховое масло;
- пряности;

- продукты переработки овощей, фруктов и ягод – соки, отходы сокового производства, различные выжимки, пюре, подварки, порошки и т.д. Такие продукты богаты сахарами, содержат до 15 % пектиновых веществ, а также до 4 % азотистых веществ. Они способны повысить содержание витаминов и минеральных веществ в готовых продуктах [108, 117, 139, 140, 153, 178].

Наиболее перспективным направлением расширения ассортимента пищевой продукции является применение местного дикорастущего плодово-

ягодного сырья в свежем, сушеном виде, а также в виде порошков и др. [106, 184]. Одним из таких видов сырья является брусника.

Брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis idaea* L.) – кустарник, с длинным корневищем и ползучим стеблем, с веточками около 10-30 см высотой. Плодом брусники является шаровидная темно-красная ягода диаметром около 7 мм, созревающая в конце августа. Произрастает в северных районах Европы, в Северной Монголии, на Кавказе, Северной Америке, Северном Китае. В России распространена на Дальнем Востоке и в Сибири. Растет в заболоченных местностях сосновых лесов, часто образуя сплошной покров [49].

Плоды брусники содержат большое количество биологически активных веществ, главным из которых является гликозид вакцинииин (6-бензоилглюкоза), который обладает мощными мочегонным, очищающим, антисептическим действиями. Кроме того, брусничные плоды содержат сахара – до 9 %, клетчатку – до 2 %, витамин С (около 15 мг/100 г), витамины группы В (около 0,30 мг/100 г), никотиновую кислоту – 0,31 мг/100 г, токоферол – 1,94 мг/100 г, витамин А – 0,07 мг/100 г, макро- и микроэлементы, такие как кальций, фосфор, магний, натрий, калий, медь, железо, марганец, цинк и др. Также ягоды брусники содержат флавоноиды – катехины и антоцианы, которые обладают антиоксидантными свойствами, а также выраженными противовирусным, противовоспалительным действиями. Помимо этого плоды брусники содержат дубильные вещества, основным из которых является танин. Они сосредоточены в оболочке плодов, их содержание колеблется от 100 до 400 мг/100 г. Бензойная кислота, содержащаяся в бруснике (73-158 мг/100 г), обладает антисептическим действием и предотвращает плесневение ягод, обеспечивая их длительное хранение. Также в ягодах брусники содержатся и другие фенолокислоты – коричная (3,6 мг/100 г), хлорогеновая (2,84 мг/100 г). Роль фенольных кислот в организме человека велика, они выступают как антиоксиданты, а также обладают бактерицидными и антибактериальными свойствами. Фенольные соединения брусники обладают капилляроукрепляющим, антисклеротическим действием. По антиоксидантной

активности данные соединения в десятки раз превосходят действие витаминов С, Е и каротиноидов. Фруктовые кислоты, как и сахара, формируют вкус ягод, но, кроме этого, благотворно влияют на жировой обмен в организме и активизируют деятельность пищеварительного тракта. Тритерпеновые кислоты (урсоловая и олеаноловая), которые в основном находятся в кожце ягод, обладают противосклеротическим, противораковым, а также противогрибковым и противовоспалительным действием [55, 64, 101, 123, 159].

Таким образом, полезные свойства брусники обусловлены не просто суммой ее фармакологически активных компонентов, а действием биологических совокупностей этих компонентов, которые соединяясь, способны усиливать действие друг друга [100].

Обогащение хлеба и хлебобулочных изделий продуктами переработки бобовых культур объясняется неполноценностью муки пшеничной по аминокислотному составу, а также низким содержанием белка. В частности, белок пшеничной муки беден лизином и треонином. Введение в рецептуру изделий из пшеничной муки продуктов переработки белковых культур позволяет повысить их биологическую ценность [68, 139, 165, 216]. Одной из таких культур является пажитник.

Пажитник сенной, греческий (*Trigonella foenum-graecum* L.) – однолетнее травянистое растение семейства бобовых. Семена имеют буровато-желтую окраску, достигают в длину 5 мм, в ширину 2 мм. Родиной пажитника является Малая Азия. Культивируется на территории СНГ в Киргизии и Украине. В Европе пажитник распространен на территориях Франции, Германии, Австрии, Испании и др. В Африке произрастает на территориях Египта, Туниса, Эфиопии, Кении. Также распространен на территориях Азии, Америки, Австралии [52, 118, 136, 176].

Помимо высокого содержания белка пажитник известен своими лекарственными свойствами, в частности *Trigonella foenum-graecum* L. включен в ряд европейских и других фармакопей. Семена пажитника содержат от 50 до 60 % углеводов, представленных в основном гетерополисахаридами –

галактоманнанами – веществами, состоящими из остатков галактозы и маннозы в соотношении 1:1. Галактоманнаны имеют высокую гидрофильность, что объясняется высоким содержанием гидроксильных групп, которые образуют водородные связи [218]. С учетом данного свойства галактоманнаны применяют в пищевой промышленности в качестве загустителей, стабилизаторов, а также желирующих агентов [208]. Пищевая добавка «камедь пажитника» согласно системе «Кодекс алиментариус» является стабилизатором консистенции [138, 244]. Кроме того, данные вещества способны снижать уровень глюкозы в крови и более эффективны в лечении диабета, чем нерастворимые пищевые волокна [213, 219].

Также семена пажитника содержат стероидные сапонины (около 6 %) – вещества гликозидной природы ряда спиростана и фуростана, основным из которых является диосген – предшественник эстрогена. В настоящее время это вещество вызывает большой интерес со стороны медицины, с одной стороны как источник для получения стероидных препаратов (прогестерон), с другой стороны как вещество, имеющее широкий спектр биологического действия – снижение уровня холестерина в крови, снижение роста некоторых форм злокачественных опухолей, антиплесневая, антивирусная активность [17, 238].

Кроме того, выявлена антиканцерогенная активность пажитника, связанная с содержанием в нем фермента β -глюкуронидазы, который ингибирующе воздействует на токсины и мутагены [202, 220]. Семена пажитника сенного содержат около 1 % алкалоидов, представленных в основном тригонеллином, который способен предотвращать отмирание нервных клеток при нейродегенеративных заболеваниях и способен стимулировать рост клеток головного мозга [94].

Флавоноиды, известные антиоксидантной активностью, положительным влиянием на центральную нервную систему, капилляроукрепляющим действием, также были обнаружены в пажитнике греческом в количестве около 1,3 % [67].

Помимо этого, пажитник сеной содержит минеральные вещества: кальций, калий, магний, железо, медь, селен и др.; витамины: холин, витамин С, каротиноиды, тиамин, рибофлавин, никотиновую кислоту, а кроме того, ценные липиды, в составе которых содержатся жирные кислоты: олеиновая (35,1%), пальмитиновая (9,6 %), стеариновая (4,9 %), арахидоновая (2 %), линоленовая (33,7 %) [124, 137, 214, 257].

В исследованиях по влиянию семян пажитника как в нативном, так и после определенной обработки виде на хлебопекарные свойства мучной смеси установлено, что до 15 % внесения муки из пажитника в смесь хлеб имеет хорошие характеристики, однако при увеличении дозировки появляется характерная горечь [216].

Известна разработка по внесению муки из оболочек пажитника в кексы. Установлено, что оптимальные характеристики имеют кексы с внесением муки из оболочек пажитника в количестве 10 % совместно с добавлением улучшителя Polysorbate-60 в количестве 0,5 %. Это позволило добиться увеличения содержания диетических волокон в кексах в 2 раза [258].

Таким образом, пажитник сеной является перспективным сырьем для производства пищевых продуктов функционального и лечебно-профилактического назначения.

Исходя из сказанного, можем сделать вывод о многообразии возможных добавок растительного происхождения в качестве компонентов, повышающих пищевую ценность хлеба и хлебобулочных изделий, способных увеличить срок хранения готовых изделий, улучшить их органолептические и физико-химические показатели. В качестве таких добавок могут выступать брусника и пажитник, обладающие широким спектром благоприятного биологического воздействия на организм человека. В России необходимость внесения обогащающих добавок в продукты питания отражена в распоряжении Правительства РФ от 25.10.2010 № 1873-р «Об основах государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года».

1.6.3 Хлебопекарные улучшители

Хлебопекарные улучшители – группа веществ, улучшающих технологические свойства теста, а также характеристики готового продукта.

Применение улучшителей объясняется расширением ассортимента продукции путем изменения рецептуры, а также путем увеличения срока хранения готового продукта; нестабильностью характеристик муки; совершенствованием технологии производства путем внедрения новых способов ведения технологических процессов; применением оборудования с более интенсивным действием на тесто; необходимостью улучшения качественных характеристик готового продукта (вкус, запах); необходимостью увеличения выхода готовых изделий [193].

Все хлебопекарные улучшители по спектру действия делят на три группы:

- действующие на белково-протеиназный комплекс муки;
- действующие на углеводно-амилазный комплекс муки;
- комбинированные.

По функциональному назначению данные вещества подразделяют на следующие группы:

- улучшители восстановительного действия;
- улучшители окислительного действия;
- эмульгирующие вещества;
- ПАВы;
- отбеливатели муки;
- ферментные препараты;
- комплексные улучшители [18, 56].

Наиболее распространенным улучшителем, действующим на белковый комплекс муки, является пшеничный глютен – белок пшеничной муки, состоящий из двух фракций – глиадиновой и глюteniновой. Пшеничный

глютен является натуральным улучшителем комплексного действия, обладающим следующими функциональными свойствами:

- гидратационная способность;
- жиросвязывающая способность;
- эмульгирующая способность;
- стабильность эмульсии;
- пенообразующая способность;
- стабильность пены.

Таким образом, применение в качестве улучшителя пшеничного глютена позволяет повысить водопоглотительную способность муки, улучшить реологические свойства теста, увеличить выход готового продукта, улучшить структурно-механические свойства мякиша, улучшить физико-химические показатели готового продукта. Сухая пшеничная клейковина (пшеничный глютен) содержит не менее 75 % белка. Для повышения хлебопекарных свойств изделий обычно используют до 6 % пшеничного глютена взамен пшеничной муки, однако для получения изделий диетического назначения его дозировка может достигать 40 % [5, 16, 71, 84].

Сухая пшеничная клейковина не только способна улучшить свойства готового продукта, но и повысить содержание растительного белка в продукте, что говорит о диетических свойствах этой пищевой добавки.

1.7 Заключение по литературному обзору

Изучение литературных источников показало, что в настоящее время основным направлением пищевой индустрии является увеличение ассортимента здоровой и полезной продукции, способы получения которой позволяют сохранить полезные свойства сырья, а также дают возможность для выработки продукта с хорошими органолептическими и физико-химическими свойствами. Такие продукты способны оказывать благотворное воздействие на организм человека, а также снижать риск развития различных заболеваний.

Хлеб, хлебобулочные и мучные кондитерские изделия являются основой питания для населения многих стран. Именно это делает хлеб и хлебобулочные изделия объектом модификации в целях обогащения их полезными нутриентами. Перспективным направлением увеличения ассортимента данной продукции является производство мучных композитных смесей.

Известно, что мука из крупяных культур более сбалансирована по химическому составу, чем мука пшеничная, поэтому одним из перспективных направлений является использование муки из крупяных культур в качестве обогащающего компонента взамен части пшеничной муки при выработке готовой продукции.

Овес – один из наиболее полезных злаков. Он отличается пониженным содержанием крахмала, а также содержанием качественного сбалансированного белка. Его углеводная фракция способна образовывать гели, благотворно влияющие на пищеварительную систему человека. Кроме того, овес в большом количестве содержит растворимое волокно β -глюкан, которое препятствует образованию вредного холестерина, развитию диабета, а также снижает риск возникновения онкологических заболеваний. При переработке овса в муку широко используют гидротермическую обработку зерна. Важно подобрать способ ГТО зерна, дающий возможность повысить выход готовой продукции, улучшить ее потребительские свойства, но, вместе с тем, позволяющий, по возможности, сохранить его природный химический состав.

Другими обогащающими компонентами могут выступать продукты переработки плодово-ягодного сырья, а также бобовых культур.

Брусника – дикорастущая ягода, которая произрастает в северных районах планеты. Она является ценным источником различных витаминов и минеральных веществ. Главным составляющим брусники выступает гликозид вакцинииин – связанная форма бензойной кислоты, которая является мощным антисептиком и проявляет противогрибковое, противовоспалительное действие. Кроме того, ягоды брусники содержат большое количество флавоноидов – веществ, проявляющих антиоксидантную активность и

имеющих противовирусное действие. Другим, не менее полезным компонентом мучной композитной смеси может выступить пажитник сенной – бобовая культура, которая возделывается почти на всех материках планеты. Эта ценная культура содержит в своем составе гетерополисахариды – галактоманнаны, которые имеют стабилизирующую способность и широко применяются в качестве пищевой добавки. Кроме того, галактоманнаны проявляют антидиабетические свойства. Также семена пажитника содержат стероидные сапонины, которые представляют особый интерес со стороны медицины как сырье для производства стероидных препаратов, а также как вещество, снижающее уровень холестерина в крови, препятствующее развитию злокачественных образований, проявляющее антисептические, антигрибковые свойства.

Таким образом, данные сырьевые компоненты являются перспективными обогащающими добавками для производства новых продуктов питания с повышенной пищевой ценностью.

ГЛАВА 2 ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Организация проведения исследований

Для проведения большей части исследований использовали учебные и научные лаборатории кафедры технологии хранения и переработки зерна АлтГТУ. Кроме того, исследования проводили в лабораториях Испытательного центра пищевых продуктов и сырья АлтГТУ, ООО «КДВ Яшкинская Мельница», Алтайского филиала ФГБУ «Центр оценки качества зерна», ЗАО «Алейскзернопродукт» им. С.Н. Старовойтова», в Алтайском филиале ФГБУ «Центральная научно-методическая ветеринарная лаборатория».

На первом этапе исследований проанализировали литературные источники и патентную информацию по вопросам гидротермической обработки зерна овса и других культур, по влиянию гидротермической обработки на свойства зерна овса и продуктов его переработки, по способам получения овсяной муки, возможности и целесообразности использования продуктов переработки овса, в частности овсяной муки, в качестве добавки при производстве хлеба и хлебобулочных изделий, возможности использования семян пажитника и ягод брусники в целях обогащения продуктов питания. На основании анализа научной и патентной информации, а также нормативной документации обоснован выбор направления исследований. Общая схема проведения исследований представлена на рисунке 2.1.

На втором этапе работы был определен порядок и подобраны методики проведения экспериментов.

Третий этап работы включает экспериментальные исследования и анализ полученных результатов. На данном этапе проведено исследование способа с интенсивным увлажнением зерна овса в шнековой вакуумной установке, отволаживанием и сушкой и разработана схема производства овсяной муки с использованием исследуемого способа ГТО зерна овса. Осуществлена сравнительная оценка эффективности шелушения зерна овса,

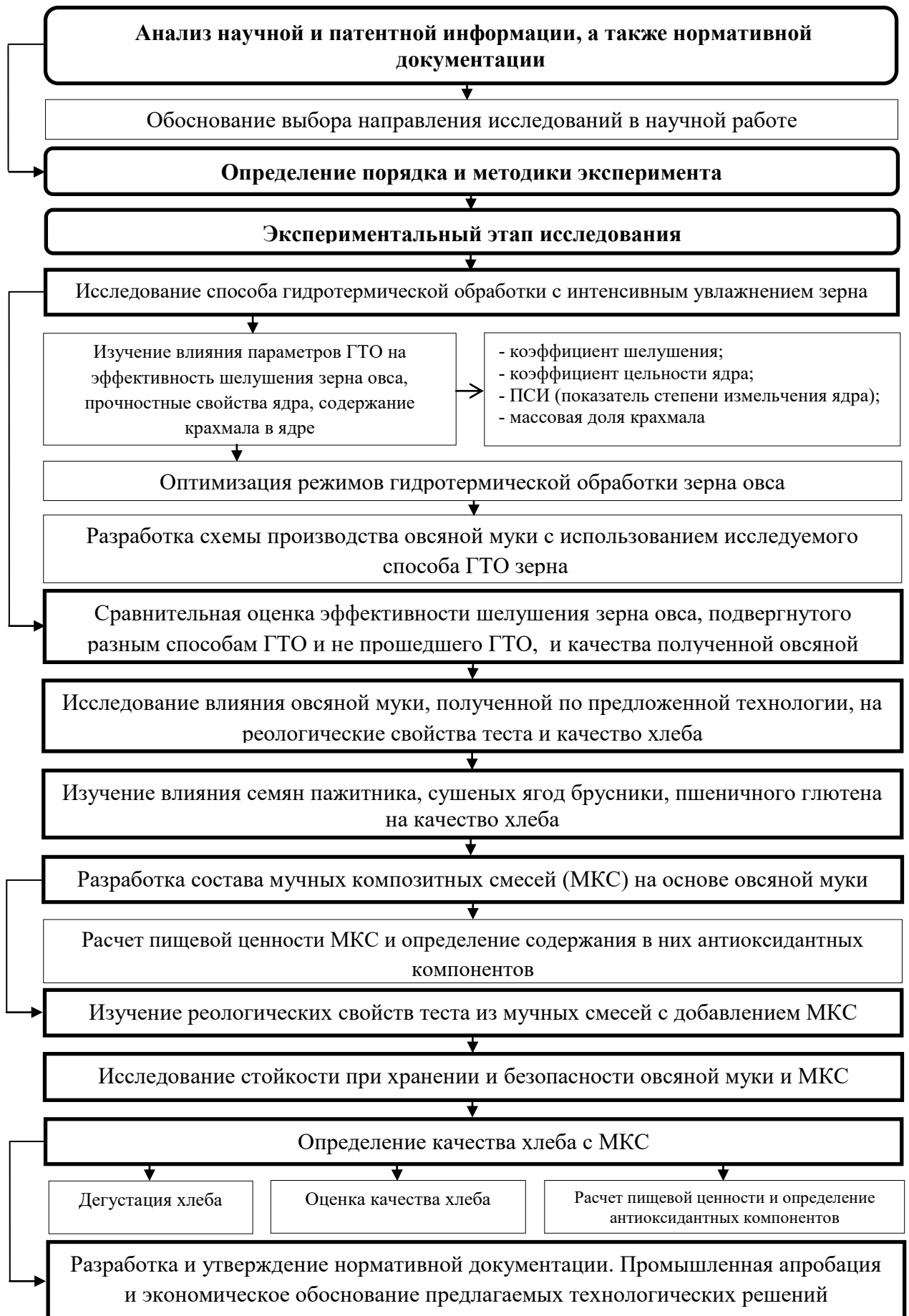


Рисунок 2.1 – Структурная схема проведения исследований

подвергнутого разным способам ГТО и не прошедшего ГТО, и качества полученной овсяной муки. Также на третьем этапе по результатам исследования влияния овсяной муки, полученной по предложенной технологии, семян пажитника, сушеных ягод брусники, пшеничного глютена на качество хлеба разработан состав МКС на основе овсяной муки. Далее был осуществлен расчет пищевой ценности МКС, изучены реологические свойства теста с добавлением МКС, исследованы безопасность и стойкость при хранении овсяной муки и МКС и определено качество хлеба с использованием МКС.

На заключительном этапе экспериментального исследования разработана и утверждена нормативная документация, а именно, технические условия на овсяную муку, полученную по предложенной технологии. Проведена промышленная апробация и сделано экономическое обоснование предлагаемых технологических решений.

2.2 Объекты и методы исследований

Объектами исследования явились: зерно овса сорта Айвори (Алтайский край, Россия), овсяная мука, МКС на основе овсяной муки с добавлением измельченных семян пажитника или измельченных сушеных ягод брусники, муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, а также пшеничного глютена в качестве улучшителя.

В экспериментах применяли стандартные, специальные и общепринятые методы исследования сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. При построении математических моделей процесса гидротермической обработки зерна овса и статистической обработке экспериментальных данных использовали стандартные пакеты программ «StatSoft Statistica 13.3.7.704.19» и «Microsoft Excel».

На рисунке 2.2 приведена принципиальная блок-схема получения овсяной муки по предложенной технологии.

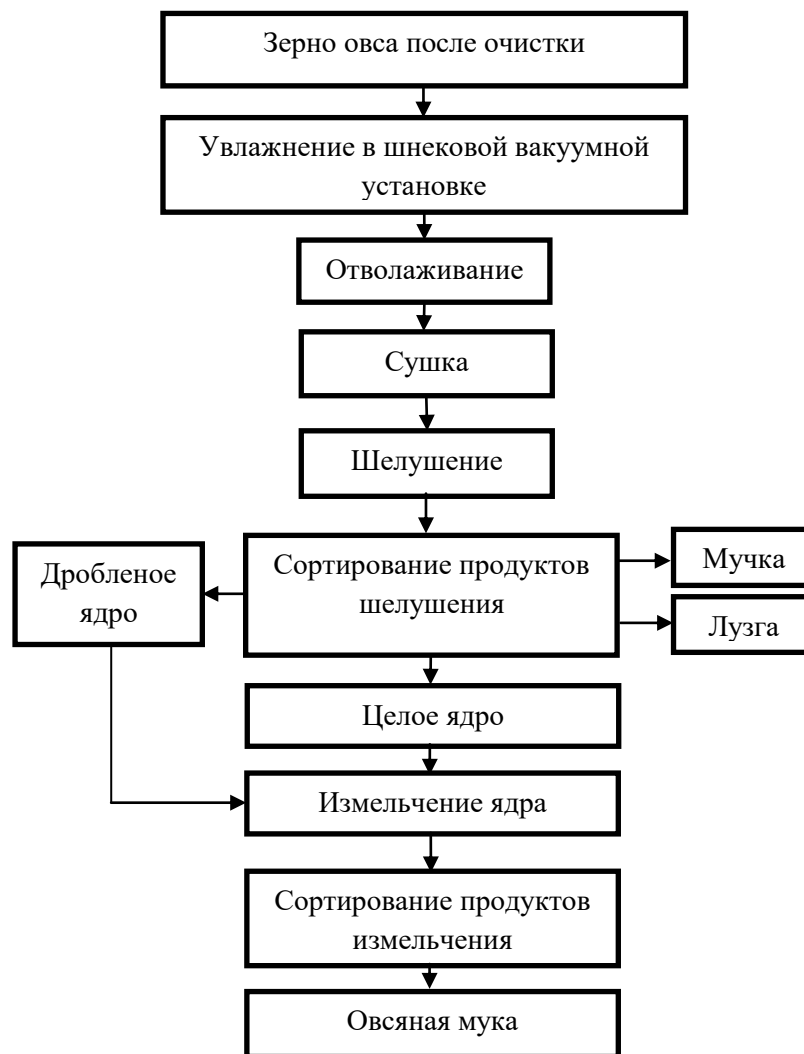
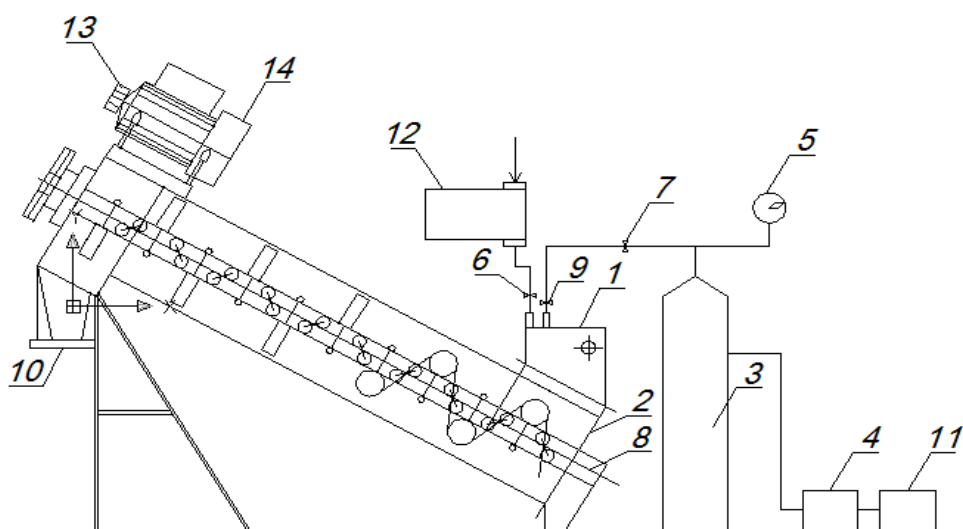


Рисунок 2.2 – Принципиальная схема получения овсяной муки

Зерно овса после очистки направляли на гидротермическую обработку, включающую интенсивное увлажнение, отволаживание и сушку. Для увлажнения зерна овса использовали шнековую вакуумную установку, разработанную и запатентованную преподавателями и аспирантами кафедры «Технология хранения и переработки зерна» АлтГТУ [132]. На рисунке 2.3 представлена схема шнековой вакуумной установки для интенсивного увлажнения зерна.

Вакуумная установка работает следующим образом. Зерно подают в приемный патрубок 1 и далее в рабочую камеру корпуса 2, которую после заполнения зерном герметично закрывают. Из баллона-ресивера 3 вакуумным

насосом 4 откачивают воздух. Степень разрежения воздуха (вакуумметрическое давление) измеряют вакуумметром 5. Затем через клапан 6 в рабочую камеру подают необходимое для увлажнения зерна количество воды. После чего с помощью электроклапана 7, соединяющего рабочую камеру с баллоном-ресивером, в рабочей камере быстро (в течение 0,1-0,5 с) создают разрежение. При этом происходит дегазация поданной для увлажнения воды и наружных слоев зерна. Одновременно включают привод ротора шнека 8. К ротору приварены лопасти, образующие винтовую поверхность. В рабочей камере происходит интенсивное перемешивание зерна, что способствует равномерному распределению влаги по поверхности зерен. Затем в рабочую камеру с помощью электроклапана 9 быстро (в течение 0,1-0,5 с) подают воздух, интенсифицирующий проникновение влаги вглубь зерна. После чего через выпускной патрубок 10 увлажненное зерно выгружается из рабочей камеры.



1 – приемный патрубок; 2 – корпус с рабочей камерой; 3 – баллон-ресивер; 4 – вакуумный насос; 5 – вакуумметр; 6, 7, 9 – электроклапаны; 8 – ротор с лопастями (шнек); 10 – выпускной патрубок; 11, 14 – электродвигатели; 12 – водяной насос; 13 – ременная передача

Рисунок 2.3 – Принципиальная схема шнековой вакуумной установки для увлажнения зерна

После увлажнения зерно направляли в бункера для отволаживания. Отволаживание производили при комнатной температуре в течение заданного промежутка времени. Далее зерно сушили в кипящем слое нагретым воздухом в лабораторной сушилке при заданной температуре воздуха (агента сушки). Также контролировали влажность зерна после сушки.

После ГТО зерно овса шелушили в лабораторном центробежном шелушителе. Продукты шелушения разделяли на сите № 063, проходом через которое выделяли мучку, а сход направляли в лабораторный аспиратор «РЕТКУС» для отделения лузги, после чего проходом через сито с отверстиями диаметром 2,0 мм выделяли дробленое ядро, а сход сортировали на шелушеное (ядро) и нешелушеное зерно. Далее ядро измельчали на лабораторной молотковой мельнице «Pertin Laboratory Mill 3100». Продукты размола просеивали через металлотканое сито № 08. Сход с сита возвращали на повторное измельчение, а проходом получали муку, которая далее использовалась в исследованиях. Овсяную муку вырабатывали из ядра, не прошедшего шлифование, поэтому в ее состав попадали все анатомические части кроме отделенных при шелушении цветковых пленок.

В ходе проводимых исследований руководствовались стандартами:

- ГОСТ 28673-90 Овес. Требования при заготовках и поставках [39];
- ГОСТ 10840-2017 Зерно. Метод определения натуры [21];
- ГОСТ 13586.6-93 Зерно. Метод определения зараженности вредителями [28];
- ГОСТ 10842-89. Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян [22];
- ГОСТ 10843-76 Зерно. Метод определения пленчатости;
- ГОСТ 13586.5-2015 Зерно. Метод определения влажности [27];
- ГОСТ 10967-90 Зерно. Методы определения запаха и цвета [25];
- ГОСТ 30483-97 Зерно. Методы определения общего и фракционного содержания сорной и зерновой примесей; содержания мелких зерен и

крупности; содержания зерен пшеницы, поврежденных клопом-черепашкой; содержание металломагнитной примеси [40];

- ГОСТ 10847-74 Зерно. Методы определения зольности [24];

- ГОСТ 10845-98 Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала [23];

- ГОСТ 26361-2013 Мука. Метод определения белизны [31];

- ГОСТ 27558-87 Мука и отруби. Методы определения цвета, запаха, вкуса и хруста [35];

- ГОСТ 27493-87 Мука и отруби. Метод определения кислотности по болтушке [33];

- ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов [30];

- ГОСТ 27494-2016 Мука и отруби. Методы определения зольности [34];

- ГОСТ 31700-2012 Зерно и продукты его переработки. Метод определения кислотного числа жира [41];

- ГОСТ 27839-2013 Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины [37];

- ГОСТ 27669-88 Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба [36];

- ГОСТ 5670-96 Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности [43];

- ГОСТ 21094-75 Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности [29];

- ГОСТ 5669-96 Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости [42];

- ГОСТ 27842-88 Хлеб из пшеничной муки. Технические условия [38];

- ГОСТ Р 56631-2015 Изделия хлебобулочные из пшеничной хлебопекарной муки. Общие технические условия [26];

- ГОСТ ISO 5530-1-2013 Мука пшеничная. Физические характеристики теста. Часть 1. Определение водопоглощения и реологических свойств с применением фаринографа [44];

- ГОСТ ISO 5530-2-2014 Мука пшеничная. Физические характеристики теста. Часть 2. Определение реологических свойств с применением экстенсографа [45];

Реологические свойства теста определяли на фаринографе и экстенсографе АТ Brabender (Германия).

Выпечку хлеба осуществляли, опираясь на ГОСТ 27669-88. Тесто для выпечки хлеба готовили безопасным способом.

При оценке кислотности муки и смесей в процессе хранения помимо стандартного метода определения кислотности по болтушке (ГОСТ 27493-87) использовали методику определения кислотности по водно-спиртовой вытяжке [115].

Содержание витамина С (аскорбиновой кислоты) в сырье и МКС определяли по ГОСТ 24556-89, массовую долю флавоноидных соединений – спектрофотометрическим методом [145].

Расчет пищевой ценности хлеба проводили по методу, разработанному в ФГБНУ НИИХП [86].

Исходные показатели качества семян пажитника, сушеных ягод брусники и пшеничного глютена были определены в соответствии с действующими стандартами ГОСТ 20450-75, ГОСТ 32896-2014, ГОСТ 31934-2012.

Подготовку проб для определения содержания токсичных элементов проводили по ГОСТ 26929-94, содержание свинца – по ГОСТ 33824-2016, мышьяка – по ГОСТ 31628-2012, кадмия – по ГОСТ 33824-2016, ртути – по ГОСТ 54639-2011. Определение афлатоксина В1 – по ГОСТ 30711-01, определение Т-2 токсина – по МУ 3184-84, определение охратоксина А – по МУК 4.1.2204-07, определение дезоксиниваленола и зеараленона – по МУ 5177-90.

Определение ГХЦГ (α, β, γ - изомеры), ДДТ и его метаболитов и гексахлорбензола проводили по МУ 2142-80, определение 2,4-Д кислоты, ее солей и эфиров – по МУ 1541-76, определение ртутьорганических пестицидов – по МУ 1350-75. Определение цезия 137 – по ГОСТ 32161-2013. Определение содержания ГМО – по ГОСТ Р 53214-2008 (ИСО 2476 : 2006), МУК 4.2.2304-07.

Эффективность шелушения зерна овса, характеризующую его технологические свойства, оценивали по коэффициентам шелушения зерна и цельности ядра.

Для определения коэффициента шелушения зерна овса $K_{ш}$, %, использовали формулу

$$K_{ш} = \frac{H_1 - H_2}{H_1} \cdot 100, \quad (1.1)$$

где H_1 , H_2 – содержание нешелушенных зерен овса в продукте, поступающем на шелушение, и в продукте, вышедшем из центробежного шелушителя, соответственно, %.

Коэффициент цельности ядра $K_{ця}$, %, находили по формуле

$$K_{ця} = \frac{(K_2 - K_1)}{(K_2 - K_1) + (d_2 - d_1) + (m_2 - m_1)} \cdot 100, \quad (1.2)$$

где K_1 , d_1 , m_1 и K_2 , d_2 , m_2 – количество целого ядра, дробленого ядра и мучки в продукте, поступившем на шелушение, и в продукте после шелушения соответственно, г.

Для оценки прочностных свойств ядра использовали показатель степени измельчения ПСИ. В основу определения ПСИ положен ситовой анализ продукта, измельчаемого при определенных параметрах работы лабораторной мельницы [105]. В ходе исследования выделяли две навески ядра, полученного после шелушения зерна овса, массой по 20,00 г. Затем навески измельчали на лабораторной мельнице ЛЗМ. Время измельчения было подобрано экспериментально и составило 3,5 минуты. Измельченный продукт просеивали через сито № 045 в течение 5 минут, взвешивали проходовую и сходовую

фракции с точностью до 0,01 г и рассчитывали показатель степени измельчения ПСИ ядра, %, по формуле

$$ПСИ = \frac{m_{np}}{m} \cdot 100, \quad (1.3)$$

где m_{np} – масса проходовой фракции, г;

m – масса сходовой и проходовой фракций, г.

Стойкость при хранении овсяной муки и мучных композитных смесей определяли при температуре хранения $(20 \pm 0,5)$ °С, а также при повышенной температуре (40 ± 1) °С, рекомендуемой методикой «ускоренного старения». Относительную влажность воздуха в экспериментах поддерживали на уровне $(65 \pm 0,1)$ %.

Метод «ускоренного старения» был разработан в фармацевтической промышленности [19]. Этот метод нашел применение и в пищевой промышленности. Суть метода заключается в ускорении процесса старения продуктов путем их хранения при повышенной температуре. С увеличением температуры возрастает скорость химических реакций, а также биохимических и других процессов, развивающихся при хранении.

Определив срок годности продукта при повышенной температуре (экспериментальный срок годности $C_{\text{э}}$, мес.), можно через коэффициент соответствия K рассчитать рекомендуемый срок годности C , мес., по формуле

$$C = K \cdot C_{\text{э}}, \quad (1.4)$$

Для определения коэффициента соответствия K используют правило Вант-Гоффа

$$K = A \cdot (T_{\text{э}} - T_{\text{хр}}) / 10 \quad (1.5)$$

где A – температурный коэффициент скорости химической реакции, по правилу Вант-Гоффа $A = 2$;

$T_{\text{э}}$, $T_{\text{хр}}$ – экспериментальная и рекомендуемая температура хранения соответственно, °С.

В продуктах питания, в том числе в овсяной муке и МКС, при хранении помимо химических реакций развиваются разнообразные процессы

биохимического и микробиологического характера, ускоряющие порчу продукта. Поэтому в случае использования методики «ускоренного старения» требуется экспериментальная проверка коэффициента соответствия.

Образцы овсяной муки и МКС на хранение закладывали в текстильных хлопковых мешках и в полиэтиленовых пакетах с застежкой *zip-lock*. В опытах использовали полиэтиленовые пакеты, изготовленные из пленки с низкими уровнями кислородопроницаемости (менее $5 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2 \cdot \text{Па}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$) и паропроницаемости ($0,5\text{-}5 \text{ г/м}^2 \cdot 24 \text{ ч}$). Выбор полиэтиленовых пакетов был основан на рекомендациях ГОСТ 26791 - 2018 [32].

ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ИХ АНАЛИЗ

3.1 Исследование способа гидротермической обработки с интенсивным увлажнением зерна

Обогащение основных продуктов питания различными компонентами функционального назначения приняло общемировой характер. Существует множество посвященных данной теме исследований, проводимых в разных странах, свидетельствующих о положительных изменениях в пищевой ценности продуктов, в частности хлеба и хлебобулочных изделий, при введении в их рецептуру муки крупяных культур [53, 77, 80, 102, 103, 106, 164, 166, 186, 196]. К таким изменениям можно отнести: снижение калорийности продукта; увеличение его биологической и пищевой ценности путем дополнительного введения витаминов, макро- и микроэлементов; повышение содержания пищевых волокон.

Овсяная мука способна обеспечить организм человека белком на 16,4 %, пищевыми волокнами на 26,7 %, фосфором на 34,9 %, а также тиамином на 32,7 % [153]. Этот продукт отличается пониженным содержанием крахмала, а также содержанием качественного сбалансированного белка. Кроме того, овес в большом количестве содержит растворимое волокно β -глюкан, которое препятствует образованию вредного холестерина, развитию диабета, а также снижает риск возникновения онкологических заболеваний. С учетом сказанного можно рассматривать данный злак как обогащающий компонент при внесении в хлеб и хлебобулочные изделия [223, 226].

В исследованиях использовали зерно овса сорта Айвори, выращенное в Советском районе Алтайского края. Качество овса соответствовало требованиям, предъявляемым к поставляемому на продовольственные цели зерну (ГОСТ 28673-90): цвет – желтый; влажность – 11,0 %; натура – 487 г/л; сорная примесь – 0,1 %; зерновая примесь – 0,4 %; зараженность вредителями –

не обнаружена. Кроме того, определили массу 1000 зерен – 33,9 г; пленчатость – 21,7 %; массовую долю золы в пересчете на сухое вещество – 2,69 %

3.1.1 Влияние ГТО зерна овса на его технологические и прочностные свойства

Особенностью разрабатываемой технологии овсяной муки является интенсификация увлажнения зерна в шнековой вакуумной установке при ГТО, включающей операции увлажнения, отволаживания и сушки зерна. Поиск оптимальных режимов исследуемого способа ГТО был осуществлен с помощью однофакторных и многофакторных экспериментов. Кроме того, были изучены технологические свойства контрольного образца зерна овса, не подвергавшегося ГТО, и образца зерна, прошедшего ГТО с пропариванием и сушкой.

На первом этапе исследования провели серию однофакторных экспериментов. Основные факторы, влияющие на технологические свойства зерна в исследуемом способе ГТО можно разделить на две группы: параметры увлажнения зерна и параметры сушки. К первой группе относятся: степень разрежения воздуха, характеризующая величиной остаточного давления воздуха в рабочей камере шнековой вакуумной установки при увлажнении зерна p , МПа; влажность зерна после увлажнения W_z , %; длительность отволаживания зерна $\tau_{отв}$, ч. К параметрам сушки отнесли температуру агента сушки – t_{ac} , °С и влажность зерна после сушки $W_{зс}$, %. При изучении влияния каждого из факторов ГТО на технологические, прочностные свойства зерна и содержание крахмала в ядре остальные параметры поддерживали на уровнях, определенных в предварительно проведенных экспериментах.

Технологические свойства зерна овса оценивали коэффициентами шелушения $K_{ш}$, %, и цельности ядра $K_{ця}$, %. Кроме того, определяли показатель степени измельчения ядра ПСИ, %, характеризующий прочностные

свойства ядра, и содержание крахмала в ядре – показатель, характеризующий качественные изменения в ядре при ГТО зерна.

Интенсификация увлажнения зерна при ГТО должна, в первую очередь, повлиять на длительность его отволаживания. Для оценки влияния способа увлажнения зерна на данный параметр сравнили увлажнение зерна под вакуумом в шнековой вакуумной установке с увлажнением при атмосферном давлении. В обоих способах зерно увлажняли расчетным количеством воды до заданной влажности ($22 \pm 0,5$) %. Опыты проводили при одинаковых значениях параметров сушки. Зависимость коэффициента шелушения от длительности отволаживания зерна при двух способах его увлажнения показана на рисунке 3.1. Коэффициент цельности ядра при обоих способах увлажнения находился практически на постоянных уровнях: при увлажнении под вакуумом данный показатель изменялся от 96 до 98 %, при увлажнении при атмосферном давлении – от 94 до 95 %.

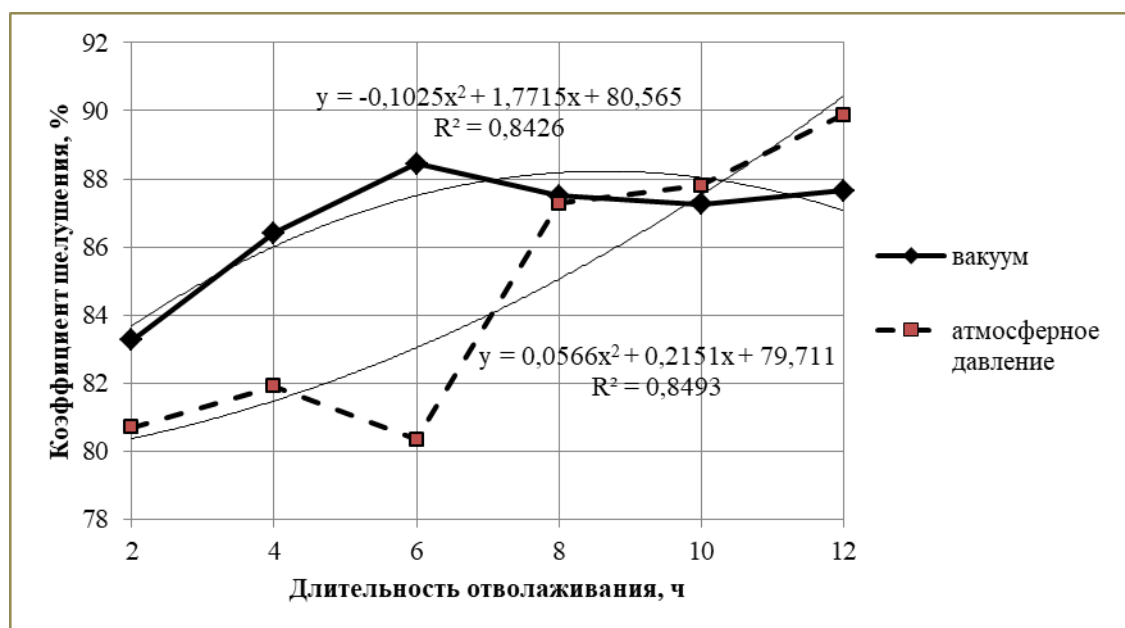


Рисунок 3.1 – Влияние длительности отволаживания зерна овса на коэффициент его шелушения при увлажнении под вакуумом ($p = 0,06$ МПа, $W_z = (22 \pm 0,5)$ %; $t_{ac} = 120$ °C; $W_{zc} = (12,0 \pm 0,2)$ %) и при атмосферном давлении ($W_z = (22 \pm 0,5)$ %; $t_{ac} = 120$ °C; $W_{zc} = (12,0 \pm 0,2)$ %)

Из данных, представленных на рисунке 3.1, следует, что при увлажнении зерна под вакуумом коэффициент шелушения достигает своего максимального значения уже после 6 часов отволаживания и далее остается практически постоянным, для зерна, увлажненного при атмосферном давлении, максимальное значение коэффициента шелушения достигается при длительности отволаживания 12 часов. Дополнительный опыт при длительности отволаживания 16 часов показал, что коэффициент шелушения далее не изменяется, таким образом, стабилизация данного показателя наступила через 12 часов.

Увеличение коэффициента шелушения обусловлено перераспределением влаги внутри зерновки в процессе отволаживания. Влага с поверхности зерна перемещается вглубь и на этапе сушки под воздействием тепла связывается его биополимерами, вследствие чего сильнее удерживается ядром. При этом оболочки зерна подсыхают и впоследствии лучше отделяются.

Вакуум, который создается в шнековой установке в процессе увлажнения, способствует лучшему проникновению влаги внутрь зерна за счет частичного удаления воздуха из капилляров наружных слоев зерновок, а также равномерному ее распределению по поверхности зерна. При подаче воздуха в рабочую камеру после увлажнения зерна он проталкивает влагу внутрь зерна за счет перепада давления. Таким образом, интенсификация процесса увлажнения с помощью вакуума позволяет существенно сократить время отволаживания зерна.

Далее приведены результаты исследования способа ГТО с увлажнением зерна в шнековой вакуумной установке. Длительность отволаживания во всех опытах принимали равной 6 часам.

Изучение влияния влажности зерна овса после увлажнения в вакуумной установке на его технологические и прочностные свойства (таблица 3.1) показало, что коэффициент цельности ядра при шелушении изменяется незначительно и находится в пределах 97-98 %. Коэффициент шелушения при этом заметно возрастает и достигает наибольшего уровня при влажности зерна.

21,9 %. Однако, при более высоком значении влажности зерна коэффициент шелушения несколько снижается.

Таблица 3.1 – Влияние влажности зерна овса после увлажнения в вакуумной установке на эффективность его шелушения и показатель степени измельчения ядра ($p = 0,06$ МПа; $t_{ac} = 120$ °С; $W_{зс} = (12,0 \pm 0,2)$ %; $\tau_{омв} = 6$ ч)

Влажность зерна после увлажнения $W_{з}$, %	Коэффициент шелушения зерна $K_{ш}$, %	Коэффициент цельности ядра $K_{ця}$, %	Показатель степени измельчения ядра ПСИ, %
13,8	80,1	97,2	62,5
16,1	81,0	97,1	61,1
20,2	81,6	97,0	57,8
21,6	82,8	98,0	54,5
21,9	85,9	98,1	55,0
22,9	83,9	97,3	58,0

Показатель степени измельчения ядра с увеличением влажности зерна после увлажнения снижается, достигая минимального уровня при влажности зерна 21,9 %, а затем вновь возрастает. Следует отметить, что чем ниже уровень ПСИ, тем прочнее ядро. Такие результаты можно объяснить протеканием достаточно сложных процессов внутри зерна. Так, при воздействии тепла и влаги происходит частичная денатурация белка и частичная клейстеризация крахмала, что вызывает укрепление ядра, а также повышение его влагоудерживающей способности. Таким образом, во время сушки, пленки зерна подсыхают в большей степени, чем ядро, а значит, подвержены более легкому растрескиванию. Укрепление ядра, в свою очередь, приводит к увеличению его прочностных свойств. Снижение коэффициента шелушения при высокой влажности зерна, вероятнее всего, связано с переувлажнением наружных слоев зерна, что и приводит к худшему шелушению. По результатам однофакторного эксперимента можно рекомендовать увлажнять зерно в шнековой вакуумной установке до $(22 \pm 0,5)$ %.

Результаты исследования влияния следующего параметра ГТО зерна овса – степени разрежения воздуха в шнековой вакуумной установке, которую характеризовали величиной остаточного давления воздуха, на коэффициент шелушения зерна и показатель степени измельчения ядра приведены на

графиках. Следует отметить, что чем меньше величина остаточного давления воздуха в установке, тем глубже вакуум.

Из графика (рисунок 3.2) видно, что коэффициент шелушения достигает своего максимального значения при остаточном давлении воздуха в установке равном 0,06 МПа. При большей глубине вакуума и, соответственно, меньшем остаточном давлении воздуха коэффициент шелушения имеет меньшую величину, что, вероятнее всего, связано с большим нарушением структуры ядра вследствие более сильного проталкивания влаги внутрь зерновки при резком перепаде давлений воздуха. Ядро меньше удерживает влагу на этапе сушки зерна, при этом оболочки переувлажняются и хуже шелушатся. При остаточном давлении воздуха более 0,06 МПа коэффициент шелушения снижается, что свидетельствует о недостаточной интенсификации процесса увлажнения зерна при более низком вакууме.

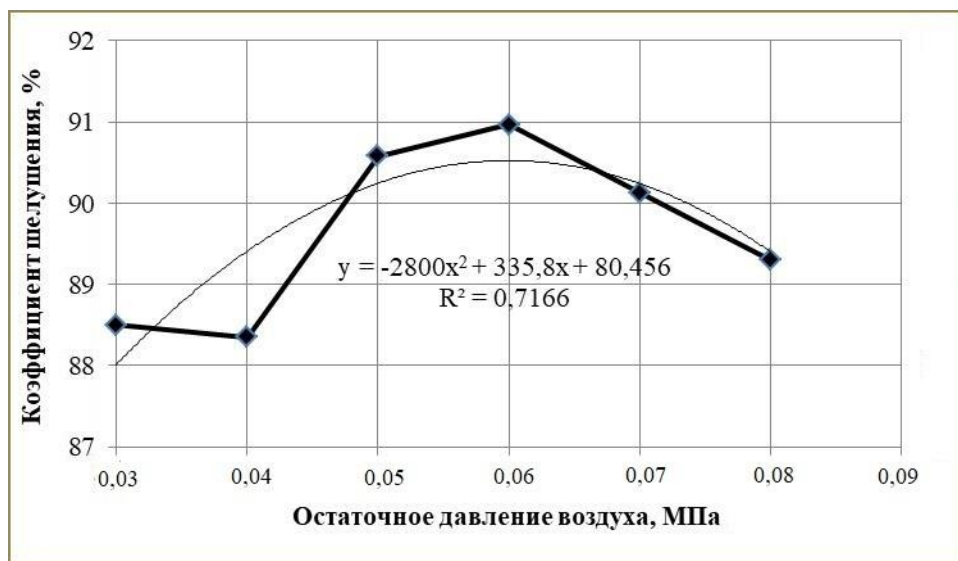


Рисунок 3.2 – Влияние степени разрежения воздуха в шнековой вакуумной установке на коэффициент шелушения зерна овса ($W_3 = (22 \pm 0,5) \%$; $t_{ac} = 120 \text{ } ^\circ\text{C}$; $W_{zc} = (12,0 \pm 0,2) \%$; $\tau_{омв} = 6 \text{ ч}$)

Из данных, представленных на рисунке 3.3, следует, что ПСИ ядра с увеличением глубины вакуума несколько повышается, что свидетельствует о снижении прочностных свойств ядра при увлажнении зерна под вакуумом. В диапазоне остаточного давления воздуха от 0,05 до 0,07 МПа величина ПСИ

ядра стабильна. Наибольшее снижение прочностных свойств ядра отмечено при остаточном давлении воздуха 0,04 МПа, что подтверждает предположение о причинах уменьшения коэффициента шелушения при данной степени разрежения воздуха.

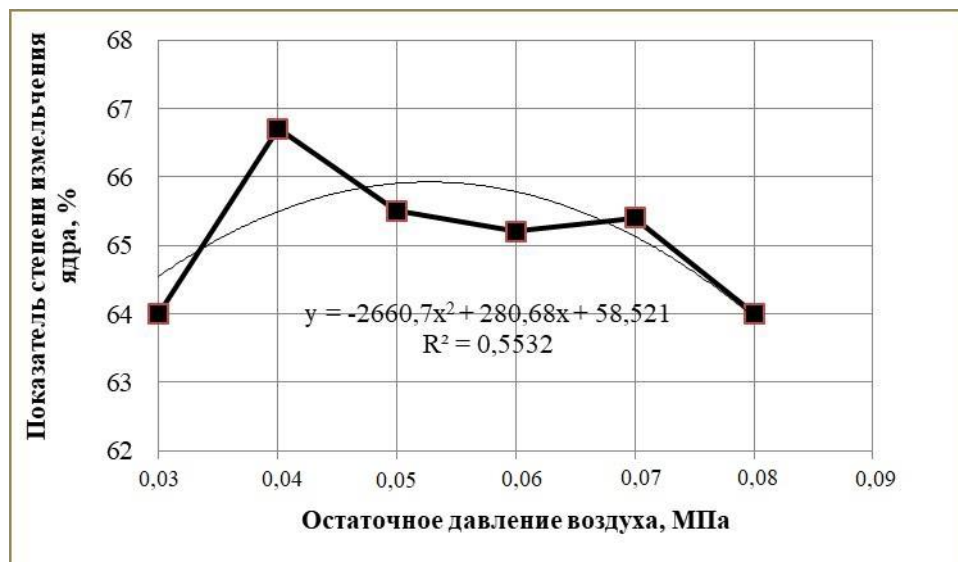


Рисунок 3.3 – Влияние степени разрежения воздуха в шнековой вакуумной установке на показатель степени измельчения ядра ($W_z = (22 \pm 0,5) \%$; $t_{ac} = 120 \text{ }^\circ\text{C}$; $W_{zc} = (12,0 \pm 0,2) \%$; $\tau_{омв} = 6 \text{ ч}$)

Коэффициент цельности ядра в данном эксперименте колебался в пределах 95-98 %. Для остаточного давления воздуха 0,06 МПа коэффициент цельности ядра составил 97 %, а при 0,03 МПа – 98 %, что согласуется с данными по прочностным свойствам ядра.

С учетом анализа полученных результатов можно рекомендовать увлажнять зерно в шнековой вакуумной установке при остаточном давлении воздуха 0,06 МПа. Использование более глубокого вакуума невыгодно, так как при увеличении коэффициента цельности ядра на 1 % при остаточном давлении воздуха 0,03 МПа по сравнению с $p = 0,06 \text{ МПа}$ коэффициент шелушения зерна снижается на 3,5 %, а прочность ядра возрастает. Кроме того, для создания большей степени разрежения и последующего в соответствии с технологией получения муки измельчения ядра потребуются более высокие энергозатраты.

Далее приведены результаты исследования влияния параметров сушки зерна на его технологические и прочностные свойства (таблицы 3.2, 3.3).

Таблица 3.2 – Влияние температуры агента сушки на эффективность шелушения зерна овса и показатель степени измельчения ядра ($p = 0,06$ МПа; $W_3 = (22 \pm 0,5) \%$; $W_{3c} = (12,0 \pm 0,2) \%$; $\tau_{омг} = 6$ ч)

Температура агента сушки t_{ac} , °С	Коэффициент шелушения зерна Кш, %	Коэффициент цельности ядра Кця, %	Показатель степени измельчения ядра ПСИ, %
80	88,8	96,1	59,0
100	89,8	96,0	59,5
120	92,0	94,3	62,5
140	92,9	92,4	63,6
160	91,7	94,2	70,3

Увеличение температуры агента сушки до 120 °С приводит к росту коэффициента шелушения, при более высокой температуре данный показатель изменяется незначительно. Коэффициент цельности ядра с увеличением температуры агента сушки уменьшается, при этом более заметное понижение Кця отмечено при t_{ac} выше 100-120 °С. ПСИ ядра изменяется противоположным образом по отношению к коэффициенту цельности ядра: чем ниже ПСИ и прочнее ядро, тем выше Кця. Исходя из приведенных данных, можно рекомендовать температуру агента сушки 120 °С.

Таблица 3.3 – Влияние влажности зерна после сушки на эффективность шелушения зерна овса и показатель степени измельчения ядра ($p = 0,06$ МПа; $W_3 = (22 \pm 0,5) \%$; $t_{ac} = 120$ °С; $\tau_{омг} = 6$ ч)

Влажность зерна после сушки W_{3c} , %	Коэффициент шелушения зерна Кш, %	Коэффициент цельности ядра Кця, %	Показатель степени измельчения ядра ПСИ, %
10,4	94,3	87,2	70,7
11,4	93,5	91,5	66,2
11,8	90,9	96,1	64,2
12,4	89,6	96,0	64,6
13,1	86,8	97,4	64,5
14,8	82,5	97,2	49,2

С увеличением влажности зерна после сушки коэффициент шелушения снижается. Это объясняется тем, что чем выше $W_{зс}$, тем больше влаги остается в оболочках и их сложнее отделить. Вместе с тем, увеличение $W_{зс}$ приводит к росту коэффициента цельности ядра, что вызвано сокращением времени воздействия агента сушки на зерно – из ядра удаляется меньшее количество влаги, оно остается пластичным и подвергается дроблению в меньшей степени. ПСИ ядра с увеличением $W_{зс}$ снижается, следовательно, прочностные свойства ядра возрастают, что напрямую сказывается на величине Кця.

3.1.2 Влияние ГТО зерна овса на содержание крахмала в ядре

Крахмал – один из основных химических компонентов, входящих в состав зерна злаковых культур. Поэтому по изменению содержания крахмала можно судить о качественных изменениях в ядре при ГТО зерна.

На рисунке 3.4 приведен график зависимости содержания крахмала в ядре от длительности отволаживания зерна после увлажнения в шнековой вакуумной установке.

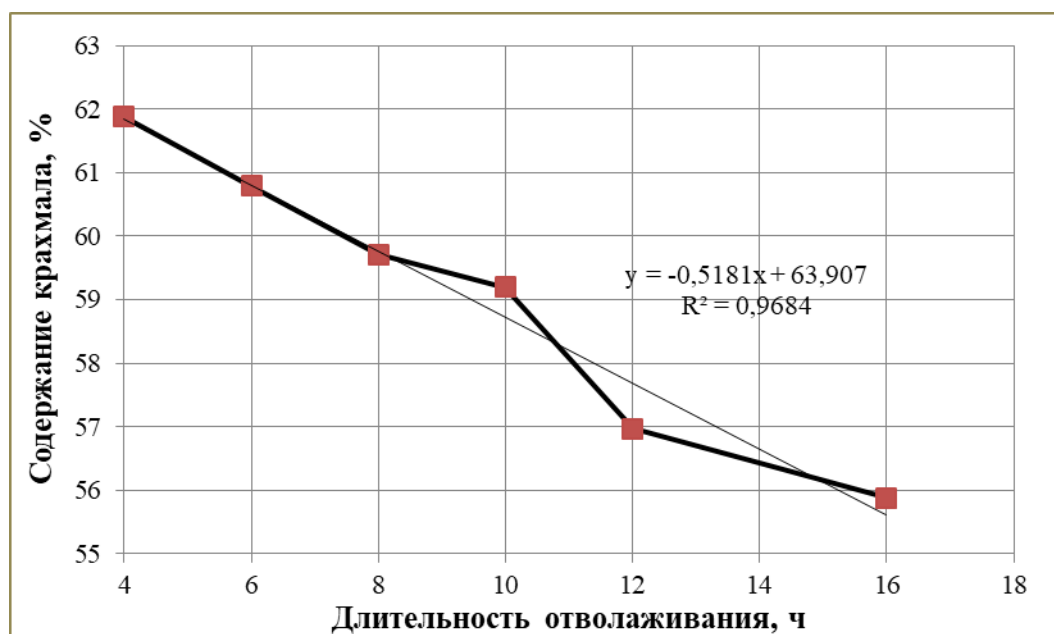


Рисунок 3.4 – Влияние длительности отволаживания зерна овса на содержание крахмала в ядре ($p = 0,06$ МПа; $W_z = (22 \pm 0,5) \%$; $t_{ac} = 120$ °С; $W_{зс} = (12,0 \pm 0,2) \%$)

Из данных, представленных на рисунке, следует, что при гидротермической обработке овса содержание крахмала в ядре снижается. Это можно связать с активизацией биохимических процессов в зерне по мере распределения влаги в ядре. Однако, учитывая рекомендованную по технологическим показателям длительность отволаживания зерна овса после увлажнения, составившую 6 часов, можно говорить об не очень существенном понижении содержания крахмала в ядре: примерно на 2 % по сравнению с содержанием в ядре необработанного зерна (63,0 %).

Зависимость содержания крахмала в ядре овса от степени разрежения воздуха в вакуумной установке приведена на рисунке 3.5.

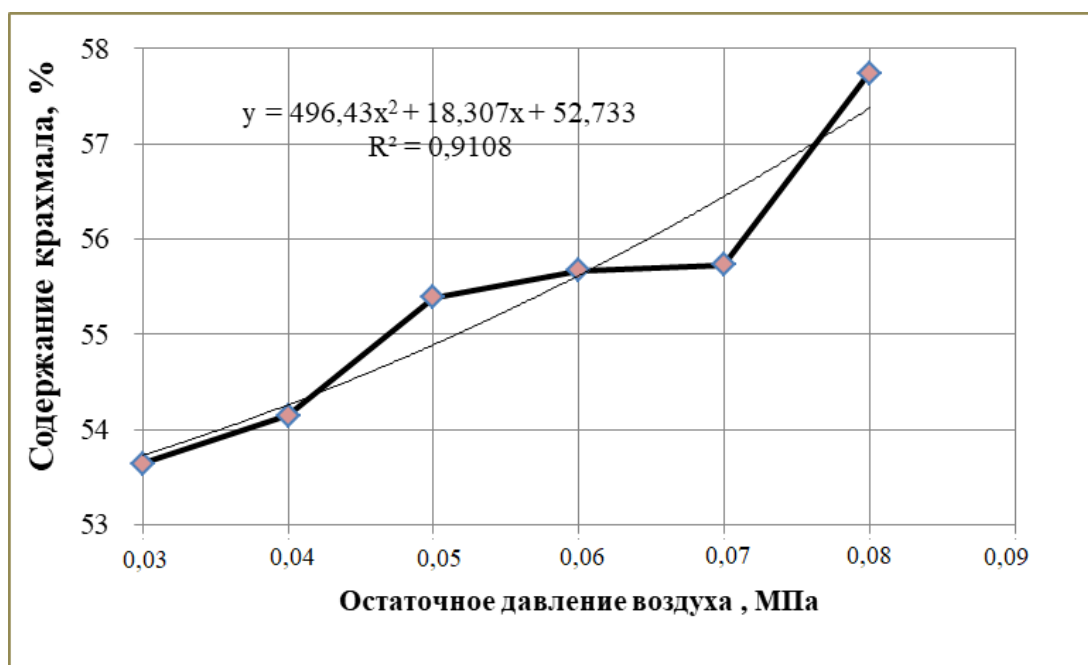


Рисунок 3.5 – Влияние степени разрежения воздуха в вакуумной установке на содержания крахмала в ядре овса ($W_3 = (22 \pm 0,5) \%$; $t_{ac} = 120 \text{ } ^\circ\text{C}$; $W_3 = (12,0 \pm 0,2) \%$; $\tau_{отв} = 6 \text{ ч}$)

Увеличение степени разрежения воздуха при увлажнении зерна приводит к уменьшению содержания крахмала в ядре, что можно объяснить более глубоким проникновением влаги внутрь зерна за тот же промежуток времени и соответственно большей степенью гидролиза крахмала. Из графика также видно, что при остаточном давлении воздуха менее 0,05 МПа снижение содержания крахмала в ядре происходит более высокими темпами.

Из параметров сушки наиболее сильное влияние на содержание крахмала в ядре оказала влажность зерна после сушки (рисунок 3.6).

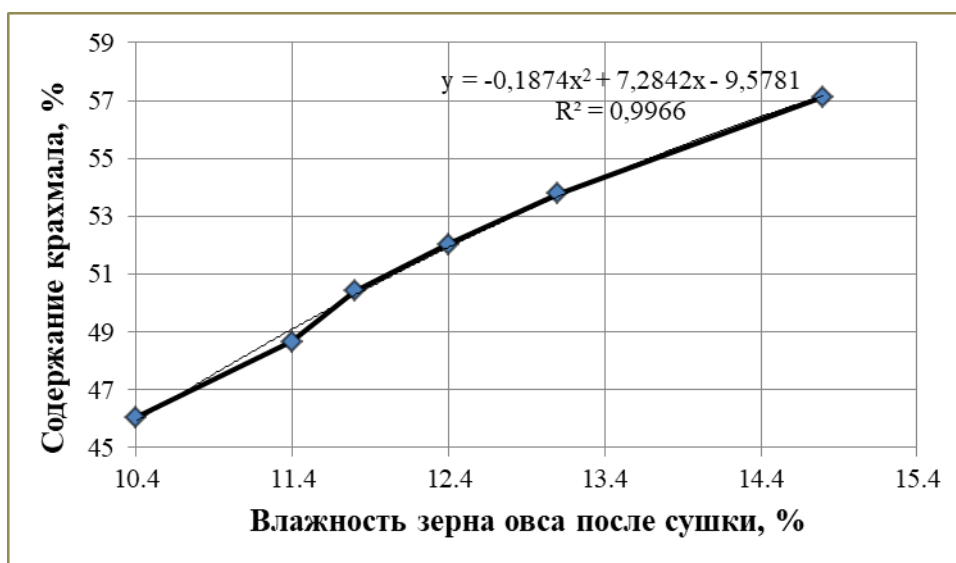


Рисунок 3.6 – Влияние влажности зерна овса после сушки на содержание крахмала в ядре ($p = 0,06$ МПа; $W_z = (22 \pm 0,5) \%$; $\tau_{омв} = 6$ ч; $t_{ac} = 120$ °С)

Влажность зерна после сушки напрямую связана с продолжительностью сушки: чем дольше сушится зерно (при постоянной температуре агента сушки), тем меньше его конечная влажность $W_{зс}$. По мере снижения уровня $W_{зс}$ уменьшается содержание крахмала в ядре, что объясняется длительным воздействием высоких температур на зерно. В частности, чем дольше сушится зерно, тем интенсивнее идут процессы гидролиза и клейстеризации крахмала.

3.1.3 Определение оптимальных режимов гидротермической обработки зерна овса с интенсивным его увлажнением в шнековой вакуумной установке

Оптимальные условия процесса ГТО определяли с использованием математических методов планирования экспериментов. Был разработан план полного факторного эксперимента ПФЭ 2^3 . На результат исследуемого процесса влияют несколько факторов, однако для составления плана эксперимента было выделено три фактора: остаточное давление воздуха в вакуумной установке, влажность зерна после сушки и температура агента сушки (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Уровни и интервалы варьирования факторов

Фактор	Кодовое обозначение	Уровень фактора			Шаг
		нижний	основной	верхний	
Остаточное давление воздуха p , МПа	x_1	0,03	0,05	0,07	0,02
Влажность зерна после сушки $W_{зс}$, %	x_2	10	12	14	2
Температура агента сушки $t_{ас}$, °С	x_3	80	120	160	40

Остальные факторы поддерживали на уровнях: влажность зерна после увлажнения в вакуумной установке – $(22 \pm 0,5)$ %, длительность отволаживания – 6 часов. Уровни и интервалы варьирования факторов выбрали по результатам однофакторных экспериментов, приведенных выше.

Выход процесса оценивали тремя показателями: коэффициентом шелушения зерна $Kш$ – y_1 , %; коэффициентом цельности ядра $Kця$ – y_2 , %; показателем степени измельчения ядра ПСИ – y_3 , %.

После реализации плана эксперимента и статистической обработки результатов получили уравнения регрессии, адекватно описывающие исследуемый процесс:

$$y_1 = 89,92 - 0,31x_1 - 2,60x_2 + 1,32x_3 - 0,40x_2x_3 - 0,36x_1x_3 - 0,28x_1x_2x_3; \quad (3.1)$$

$$y_2 = 96,06 + 0,75x_1 + 1,83x_2 - 1,16x_3 - 0,56x_1x_2 + 0,80x_2x_3 + 0,55x_1x_3 - 0,31x_1x_2x_3; \quad (3.2)$$

$$y_3 = 61,68 - 3,39x_2 + 3,54x_3 + 0,61x_1x_2 - 0,95x_2x_3 - 0,58x_1x_2x_3. \quad (3.3)$$

Из уравнений регрессии следует, что с увеличением степени разрежения воздуха в шнековой вакуумной установке и температуры агента сушки коэффициент шелушения возрастает, а коэффициент цельности ядра снижается. Вместе с тем, увеличение влажности зерна после сушки приводит к увеличению $Kця$ и снижению $Kш$. ПСИ ядра снижается с ростом $W_{зс}$ и растет с увеличением $t_{ас}$. Изменение коэффициента цельности ядра соответствует

изменению показателя степени измельчения ядра: чем выше Кця, тем ниже значение ПСИ и, следовательно, прочнее ядро.

Наглядно влияние параметров ГТО (остаточного давления воздуха и влажности зерна после сушки) на коэффициент шелушения зерна и коэффициент цельности ядра представлено на рисунке 3.7. Графики построены для температуры агента сушки 120 °С.

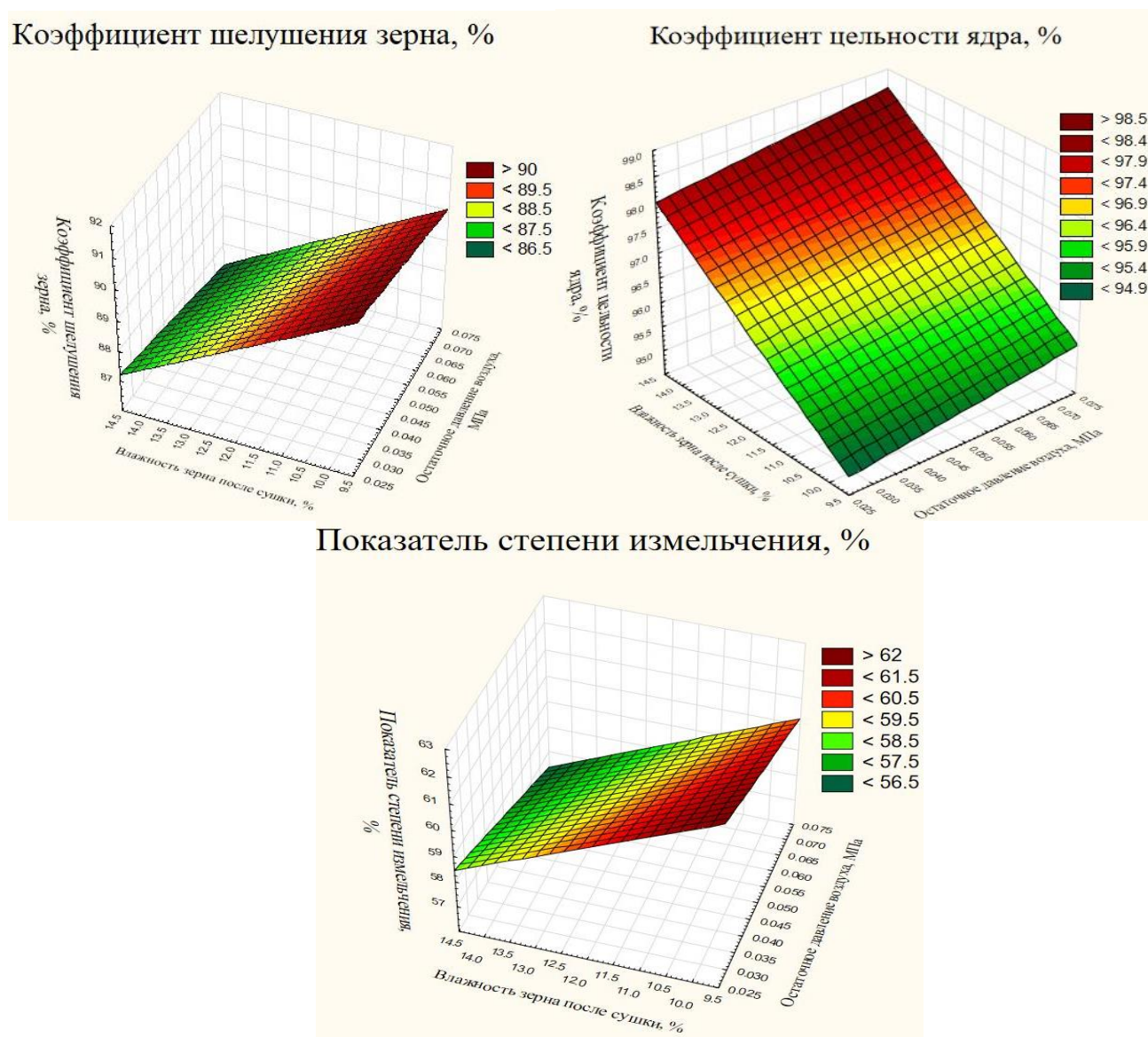


Рисунок 3.7 – Влияние параметров ГТО зерна овса на эффективность его шелушения и показатель степени измельчения ядра

Поиск оптимальных режимов ГТО зерна овса осуществляли путем построения поверхностей отклика на плоскости для разных сочетаний

исследуемых факторов и с использованием процедуры Бокса-Уилсона. В связи с тем, что исследуемые факторы противоположным образом влияют на выход процесса при поиске оптимальных режимов ГТО ввели ограничение по коэффициенту шелушения с учетом полученных во всех экспериментах результатов: $K_{ш} \geq 90\%$. При этом $K_{ця}$ должен стремиться к максимально возможному уровню.

Так как в эксперименте на $K_{ш}$, $K_{ця}$ и $ПСИ$ ядра действуют три фактора, для вынесения полученных результатов на двухмерный график один из факторов стабилизировали. На приведенном рисунке 3.8 стабилизирована остаточное давление воздуха в шнековой вакуумной установке на уровне 0,045 МПа.

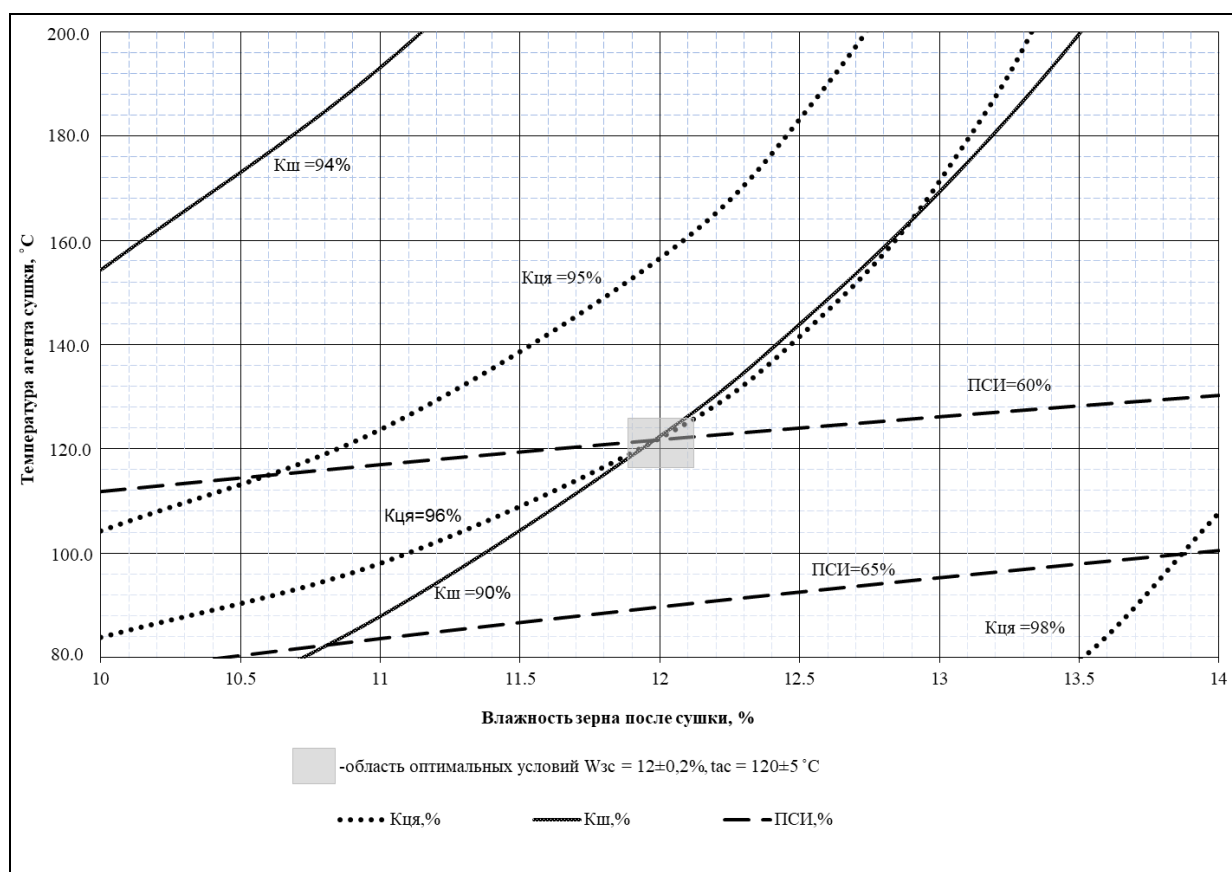


Рисунок 3.8 – Влияние влажности зерна после сушки и температуры агента сушки на коэффициент шелушения зерна, коэффициент цельности ядра и показатель степени измельчения ядра

Исходя из результатов, представленных на графике, можно сказать, что область оптимальных условий по влажности зерна после сушки лежит в интервале от 11,8 до 12,2 %, по температуре агента сушки – в интервале от 115 до 125 °С. При этом $K_{ш} = 90,0$ %; $K_{ця} = 96,0$ %; $ПСИ = 60$ %. Область оптимальных условий выделена на графике серым цветом.

Расчет программы оптимизации осуществляли с использованием процедуры Бокса-Уилсона [47] для коэффициента цельности зерна с учетом эффектов межфакторных взаимодействий. Результаты реализации программы оптимизации приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Результаты реализации программы оптимизации

Номер опыта	Условия опыта	Коэффициент шелушения зерна $K_{ш}$, %	Коэффициент цельности ядра $K_{ця}$, %	Показатель степени измельчения ядра $ПСИ$, %
1	$p = 0,03$ МПа $W_{зс} = 10,0$ % $t_{ac} = 160$ °С	93,4	90,9	69,1
2	$p = 0,04$ МПа $W_{зс} = 11,2$ % $t_{ac} = 140$ °С	93,0	91,6	67,9
3	$p = 0,045$ МПа $W_{зс} = 12,4$ % $t_{ac} = 120$ °С	90,3	96,4	65,0
4	$p = 0,045$ МПа $W_{зс} = 13,4$ % $t_{ac} = 100$ °С	88,1	98,0	63,8

На основе анализа всех полученных результатов были определены оптимальные режимы исследуемого способа ГТО: остаточное давление воздуха при увлажнении зерна – 0,045 МПа; влажность зерна после увлажнения – $(22 \pm 0,5)$ %; длительность отволаживания – 6 ч; температура агента сушки – $(100-120)$ °С; влажность зерна после сушки – $(12,0-13,0)$ %. На разработанный способ ГТО овса с увлажнением зерна под вакуумом получен патент РФ 2682051 (Приложение А).

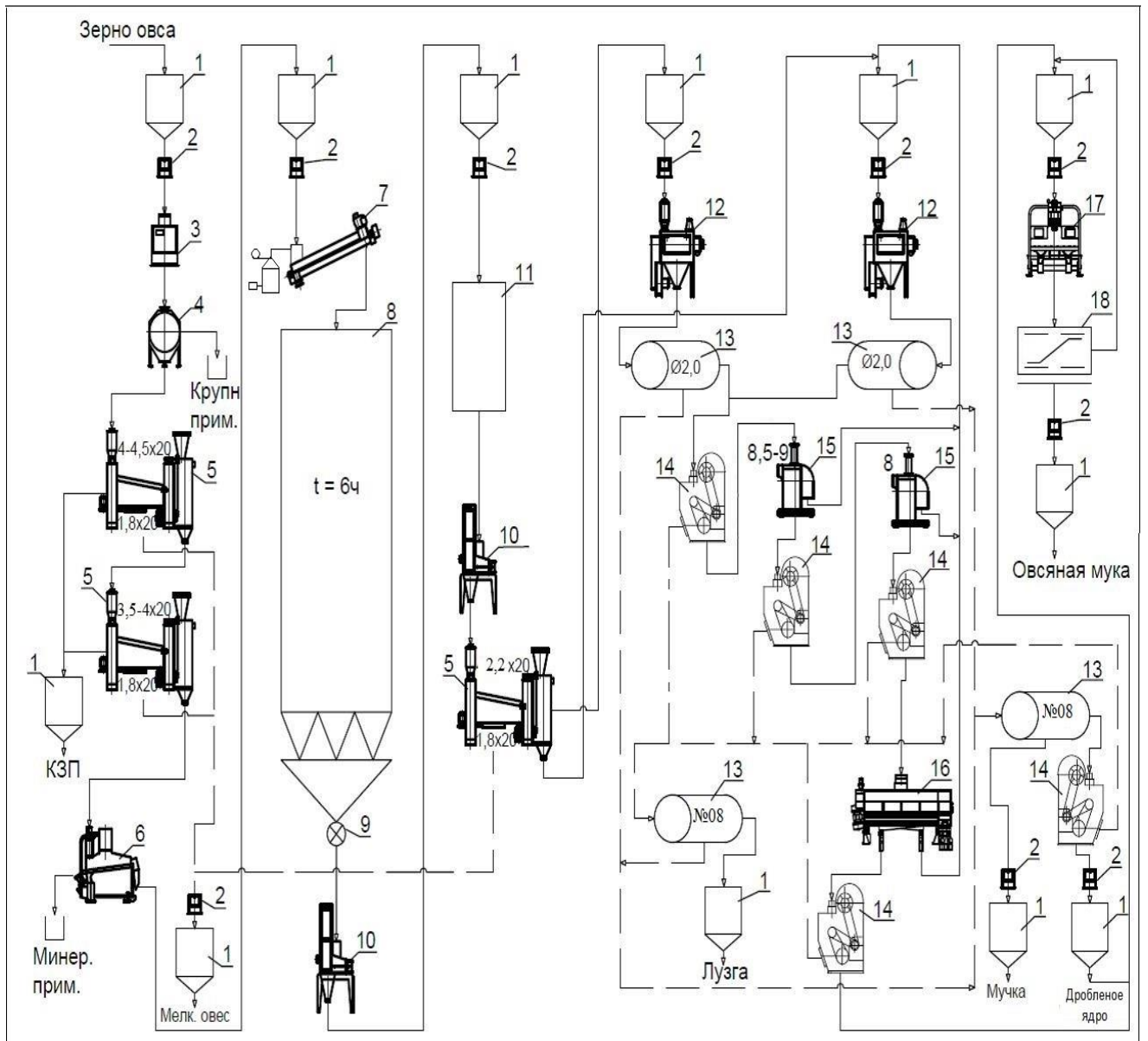
3.1.4 Разработка схемы производства овсяной муки с использованием исследуемого способа ГТО зерна

По результатам исследований разработана технологическая схема переработки зерна овса в муку (рисунок 3.9).

Зерно овса поступает с хранения в оперативный бункер 1. Далее после очистки от металломагнитных примесей на магнитном сепараторе 2 зерно направляют в автоматические весы 3. В зерноочистительном отделении крупяного завода овес очищают от примесей и мелкого зерна путем пропуска через скальператор 4, двух последовательных пропусков через воздушно-ситовые сепараторы 5. Далее овес проходит очистку от минеральных примесей в камнеотборнике 6.

После очистки овес подвергают гидротермической обработке: увлажнению в устройстве для интенсивного увлажнения зерна под вакуумом 7 до влажности $(22 \pm 0,5)$ % при остаточном давлении воздуха 0,045 МПа, отволаживанию в бункере с непрерывным отволаживанием 8 в течение 6 часов и сушке при температуре агента сушки 100-120 °С в сушилке 11 до влажности (12-13) %. Перед подачей зерна в сушилку предусмотрено отделение легких примесей в аспираторе с незамкнутым циклом воздуха 10.

После сушки овес направляют в аспиратор 10 для охлаждения. Перед направлением в шелушители овес разделяют на воздушно-ситовым сепараторе на мелкую и крупную фракции, которые отдельно подают через магнитные сепараторы на центробежные шелушители 12. Продукты шелушения просеивают через бураты 13 для выделения мучки и дробленки, а затем провеивают на аспираторе с замкнутым циклом воздуха 14 для отделения лузги. Ядро от нешелушеного зерна овса отделяют на дисковых триерах-овсюгоотборниках 15.



1 – оперативный бункер; 2 – магнитный сепаратор; 3 – автоматические весы; 4 – скальператор; 5 – воздушно-ситовой сепаратор; 6 – камнеотборник; 7 – устройство для увлажнения зерна; 8 – бункер отволаживания; 9 – расходомер; 10 – аспиратор; 11 – сушилка; 12 – центробежный шелушитель; 13 – бурат; 14 – аспиратор с замкнутым циклом воздуха; 15 – триеры-овсюгоотборники; 16 – падди-машина; 17 – молотковая мельница; 18 – виброцентрофугал

Рисунок 3.9 – Схема переработки зерна овса в муку

Далее ядро контролируют на падди-машине 16, провеивают в аспираторе, и подают в бункер. Затем ядро подвергают магнитному сепарированию и направляют на измельчение в молотковую мельницу 17. Продукты измельчения

просеивают в центрофугале 18. Овсяную муку, полученную проходом через сито № 08, подвергают магнитному сепарированию и направляют в бункер для овсяной муки.

На овсяную муку, полученную по предложенной технологии, разработаны технические условия ТУ-9293-001-21451215-2019 «Овсяная мука» (Приложение В).

3.2 Сравнительная оценка эффективности шелушения зерна овса, подвергнутого разным способам ГТО и не прошедшего ГТО, и качества полученной овсяной муки

3.2.1 Сравнительная оценка технологических свойств зерна овса, химического состава и качества овсяной муки

Результаты оценки технологических свойств зерна овса при использовании разных способов подготовки к шелушению, химического состава и качества получаемой из зерна овсяной муки приведены в таблице 3.6. При этом гидротермическую обработку овса с использованием интенсивного увлажнения зерна под вакуумом осуществляли при подобранных оптимальных режимах, а ГТО зерна с пропариванием и сушкой – при давлении пара 0,1 МПа в течение 5 мин [142].

Таблица 3.6 – Сравнительная оценка разных способов получения овсяной муки

Показатель	Способ получения муки		
	из зерна, не прошедшего ГТО	из зерна, прошедшего ГТО с интенсивным увлажнением под вакуумом, отволаживанием и сушкой	из зерна, прошедшего ГТО с пропариванием и сушкой
1 Коэффициент шелушения зерна, %	77,4±0,2	90,3±0,2	89,9±0,2
2 Коэффициент цельности ядра, %	90,0±0,2	96,4±0,2	96,1±0,2
3 Показатель степени измельчения ядра, %	68,3±0,2	65,0±0,2	58,4±0,2

Окончание таблицы 3.6

Показатель	Способ получения муки		
	из зерна, не прошедшего ГТО	из зерна, прошедшего ГТО с интенсивным увлажнением под вакуумом, отволаживанием и сушкой	из зерна, прошедшего ГТО с пропариванием и сушкой
4 Выход муки из целого ядра, %	57,1±0,2	65,1±0,2	64,7 ±0,2
5 Выход муки из целого и дробленого ядра, %	61,3±0,2	66,3±0,2	66,0±0,2
4 Массовая доля крахмала в муке в пересчете на сухое вещество, %	63,0±0,9	59,9±0,6	56,6±0,5
5 Массовая доля декстринов в муке в пересчете на сухое вещество, %	0,7±0,1	0,7±0,1	1,2±0,1
6 Массовая доля белка в муке в пересчете на сухое вещество, %	14,4±0,8	14,4±0,8	14,5±0,8
7 Массовая доля жира в муке в пересчете на сухое вещество, %	5,7±0,5	5,7±0,5	5,5±0,5
8 Массовая доля золы в пересчете на сухое вещество, %	1,80±0,01	1,69±0,02	1,68±0,02
9 Массовая доля влаги в муке, %	9,9±0,2	11,9±0,2	11,8±0,2
10 Кислотность по болтушке, град.	3,3±0,2	3,0±0,2	2,7±0,2
11 Кислотность по водно-спиртовой вытяжке, град.	2,5±0,2	2,0±0,2	1,8±0,2
12 Кислотное число жира, мг КОН на 1 г жира	13,5±0,1	13,3±0,1	13,0±0,1
13 Органолептические показатели качества овсяной муки: -цвет	Темно-кремовый с сероватым оттенком	Кремовый	Темно-кремовый
-вкус	Свойственный овсяной муке, без посторонних привкусов, немного горечи	Свойственный овсяной муке, без посторонних привкусов, без горечи	Свойственный овсяной муке, без посторонних привкусов, без горечи
-запах	Свойственный овсяной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый	Свойственный овсяной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый	Свойственный овсяной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый

Анализ представленных данных показал, что при использовании обоих способов ГТО эффективность шелушения зерна повысилась примерно в одинаковой степени. Однако величина ПСИ ядра, полученного с использованием ГТО с пропариванием и сушкой зерна, имеет заметно меньшее значение, чем ПСИ ядра после ГТО с увлажнением зерна под вакуумом.

Следовательно, энергозатраты на измельчение ядра в муку при использовании ГТО с пропариванием и сушкой зерна возрастут.

Выход муки из целого и дробленого ядра при использовании обоих способов ГТО зерна возрос по сравнению с выходом муки из зерна, не подвергавшегося ГТО, в одинаковой степени – примерно на 5 %. Вместе с тем, в муку из зерна без ГТО переработано больше дробленого ядра, чем в муку из зерна, прошедшего ГТО.

Химический состав и качественные показатели овсяной муки из зерна, прошедшего ГТО, также несколько изменились: снизились массовая доля крахмала и золы, титруемая кислотность, кислотное число жира. При этом содержание крахмала, титруемая кислотность, кислотное число жира заметно в большей степени понизились в муке из зерна, прошедшего ГТО с пропариванием. Кроме того, в данном виде муки повысилось содержание декстринов. Содержание белка и жира во всех образцах практически не изменилось.

В овсяной муке из зерна, прошедшего ГТО, исчез привкус горечи, характерный для муки из необработанного зерна. Мука из зерна после ГТО с увлажнением под вакуумом посветлела. Мука из зерна с пропариванием сохранила темно-кремовый цвет, но это, скорее всего, связано с развитием процесса меланоидинообразования при использовании данного способа ГТО.

В целом, ГТО с интенсивным увлажнением зерна овса под вакуумом и сушкой позволила получить эффективность шелушения зерна не ниже, чем при использовании ГТО с пропариванием и сушкой. При этом ПСИ ядра, характеризующий его прочностные свойства, снизился в меньшей степени, чем при ГТО с пропариванием и сушкой, что потребует меньших затрат энергии

при измельчении ядра в муку. Химический состав овсяной муки, полученной с использованием способа ГТО зерна с увлажнением под вакуумом и сушкой, претерпел меньшие изменения, чем муки после ГТО зерна с пропариванием и сушкой. Это также подтверждается литературными данными [3].

3.2.2 Влияние ГТО овса на аминокислотный состав муки

Ценность белка пищевого продукта, главным образом, зависит от содержания в нем незаменимых аминокислот, которые не могут синтезироваться в организме человека [151].

Белок овса значительно превосходит другие зерновые по содержанию лизина и треонина. В среднем их количество составляет 4,2 и 3,3 % соответственно [223]. В целом в белке овса в наибольшем количестве содержится глютаминовая кислота – около 22 %, далее следуют аспарагиновая кислота – около 9 %, аргинин и лейцин – по 7 % [226].

В таблице 3.7 приведен аминокислотный состав муки из зерна овса, прошедшего ГТО с интенсивным увлажнением в шнековой вакуумной установке, а также муки из зерна овса, не подвергавшегося ГТО.

Исследование аминокислотного состава овсяной муки с помощью системы капиллярного электрофореза «КАПЕЛЬ-105М» в аттестованной лаборатории ЗАО «Алейскзернопродукт» им. С.Н. Старовойтова показало, что наибольшая доля приходится на глютаминовую кислоту вне зависимости от способа получения муки и составляет около 3 %, также достаточно высокое относительное содержание имеют аспарагиновая кислота и лейцин+изолейцин.

При ГТО зерна овса аминокислотный состав претерпевает некоторые изменения. Так, содержание аспарагиновой кислоты снизилось при ГТО на 0,4 %. Содержание аргинина и цистина претерпело снижение в пределах ошибки. Содержание остальных аминокислот изменялось в пределах ошибки.

Таким образом, способ ГТО зерна овса с интенсивным увлажнением в шнековой вакуумной установке оказал небольшое влияние на аминокислотный

состав овсяной муки. В основном изменения произошли в пределах ошибки опыта, исключение составила аспарагиновая кислота, содержание которой при использовании ГТО зерна снизилось.

Таблица 3.7 – Аминокислотный состав овсяной муки, %

Аминокислота	Овсяная мука	
	из зерна, не прошедшего ГТО	из зерна, прошедшего ГТО с интенсивным увлажнением
Аргинин	0,93±0,38	0,87±0,35
Аланин	0,65±0,17	0,67±0,18
Валин	0,57±0,23	0,62±0,25
Гистидин	0,14±0,07	0,11±0,06
Лейцин + изолейцин	1,50±0,39	1,50±0,39
Лизин	0,52±0,18	0,53±0,18
Глицин	0,67±0,23	0,71±0,24
Серин	0,78±0,20	0,80±0,21
Пролин	0,75±0,20	0,80±0,21
Треонин	0,47±0,19	0,49±0,20
Тирозин	0,49±0,15	0,54±0,16
Цистин	0,73±0,36	0,64±0,32
Фенилаланин	0,72±0,22	0,70±0,21
Глютаминовая кислота	3,00±1,20	3,00±1,20
Аспарагиновая кислота	1,70±0,56	1,30±0,52
Метионин	0,20±0,07	0,26±0,09

3.3 Исследование влияния овсяной муки, полученной по предложенной технологии, на реологические свойства теста и качество хлеба

Овсяная мука отличается повышенной биологической ценностью. Содержание белка в овсяной муке, полученной по предлагаемой технологии, почти на 40 % выше, чем в муке пшеничной высшего сорта (см. таблицы 3.6 и 3.18). В овсяной муке содержится сбалансированный по аминокислотному составу белок (таблица 3.7). Однако овсяная мука имеет низкие хлебопекарные свойства, что обусловлено практически полным отсутствием клейковинообразующих белков, а также повышенным содержанием сложных нерастворимых углеводов [75, 171, 191].

С учетом сказанного овсяную муку в хлебопечении можно использовать только в качестве добавки к муке хлебопекарной, например, к пшеничной муке. Представляет интерес разработка мучных композитных смесей на основе овсяной муки, которые можно использовать взамен части пшеничной муки при выпечке хлеба. В данном исследовании в состав мучной композитной смеси помимо овсяной муки предлагается вносить семена пажитника и сушеные ягоды брусники, являющиеся дополнительным источником минеральных веществ и витаминов.

Понятие сорта муки связано с ее хлебопекарными свойствами, товарным видом, а также содержанием в ней различных нутриентов. При сортовых помолах главным образом используется определенная часть зерна – эндосперм, богатый крахмалом, при обойных помолах в муку измельчается вся зерновка, и ее химический состав равен химическому составу зерна [57]. Чем выше сорт муки, тем выше ее хлебопекарные свойства, тем меньше в ней периферийных частей зерна, но больше легкоусвояемых углеводов и скуднее пищевая ценность, в связи с этим существует необходимость внесения дополнительных компонентов, улучшающих именно ее химический состав, но при этом критически не ухудшающих хлебопекарные свойства.

В исследованиях использовали муку пшеничную хлебопекарную первого и высшего сортов.

Установлено, что качество муки пшеничной хлебопекарной, использованной в исследованиях, как высшего сорта «Яшкино», так и первого сорта, соответствует требованиям нормативной документации. При этом качество муки пшеничной хлебопекарной первого сорта составило: влажность – 12,9 %; количество сырой клейковины – 34 %; качество клейковины – 72 ед. ИДК; белизна – 41 усл. ед. прибора РЗ-БПЛ; зольность в пересчете на сухое вещество – 0,75 %; число падения – 340 с; кислотность по болтушке – 2,3 град.

Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта «Яшкино» имела следующее качество: влажность – 14,1 %; количество сырой клейковины – 28 %; качество клейковины – 71 ед. ИДК; белизна – 60 усл. ед. прибора РЗ-БПЛ;

зольность в пересчете на сухое вещество – 0,55 %; число падения – 279 с; кислотность по болтушке – 2,1 град.

Качество муки определяли в соответствии с ГОСТ 26574-2017, ГОСТ 9404-88, ГОСТ 27839-2013, ГОСТ 26361-2013, ГОСТ 27493-87, ГОСТ 27676-88 и ГОСТ 27494-2016.

3.3.1 Влияние овсяной муки в смеси с пшеничной мукой на качество хлеба

Разработку мучных композитных смесей начали с определения величины допустимой замены муки пшеничной хлебопекарной первого сорта овсяной мукой в двухкомпонентной смеси: мука пшеничная – мука овсяная. Для этого в мучной смеси заменяли часть пшеничной муки овсяной мукой и проводили выпечки хлеба. За контроль приняли хлеб, испеченный из 100 % муки пшеничной хлебопекарной первого сорта.

Физико-химические показатели качества хлеба представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Физико-химические показатели качества хлеба из смесей муки пшеничной хлебопекарной первого сорта и овсяной муки

Показатель качества	Содержание овсяной муки в смеси, %						
	0	5	10	15	20	25	30
Удельный объем формового хлеба, см ³ /г	2,5	2,4	2,2	2,1	1,9	1,7	1,5
Пористость мякиша, %	65	60	57	55	53	53	50
Кислотность мякиша, град.	1,9	2,1	2,1	2,0	2,0	2,2	2,2
Влажность мякиша, %	38,6	39,9	40,0	40,5	40,2	40,8	41,8
Формоустойчивость подового хлеба	0,49	0,41	0,43	0,39	0,39	0,40	0,41

Из приведенных в таблице данных, следует, что при добавлении в смесь овсяной муки все показатели качества хлеба ухудшаются. Так, пористость мякиша при введении в состав смеси 30 % овсяной муки по сравнению с контролем уменьшилась на 15 %. Удельный объем хлеба формового хлеба и

формоустойчивость подового хлеба также снизились. Влажность мякиша формового хлеба уменьшилась. Кислотность мякиша претерпела незначительные изменения, в большей степени связанные с более высокой кислотностью овсяной муки. Все образцы хлеба по показателям массовой доли влаги и кислотности соответствуют требованиям нормативной документации.

Качество хлеба из пшеничной и овсяной муки снижается по мере увеличения доли овсяной муки в смеси, в первую очередь, из-за изменений клейковинного комплекса. Для подтверждения сказанного исследовали влияние доли овсяной муки в смеси на количество и качество сырой клейковины мучных смесей.

Из приведенного на рисунке 3.10 графика следует, что добавление овсяной муки приводит к понижению количества сырой клейковины в смеси. Это связано с уменьшением клейковинообразующих фракций белка в смеси. Как отмечалось ранее, белок овса содержит меньшее количество проламинов в сравнении с другими злаковыми. Кроме того, молекулы глютелина овса не способны образовывать непрерывную структуру в тесте из-за наличия большого количества поперечных связей между молекулами белка [72, 223]. Особенно резкое снижение количества сырой клейковины в смеси наблюдается при добавлении в смесь более 20 % овсяной муки.

Качество клейковины по мере увеличения доли овсяной муки в смеси также изменяется (рисунок 3.11).

Добавление овсяной муки в смесь приводит к укреплению клейковины. При добавлении 20 % и менее овсяной муки качество отмытой клейковины соответствует I группе, при добавлении 25 % овсяной муки качество клейковины соответствует II группе, а внесение в смесь 30 % овсяной муки приводит к снижению качества клейковины до 30 усл. ед. ИДК, что интерпретируется как «неудовлетворительная крепкая» и соответствует III группе.

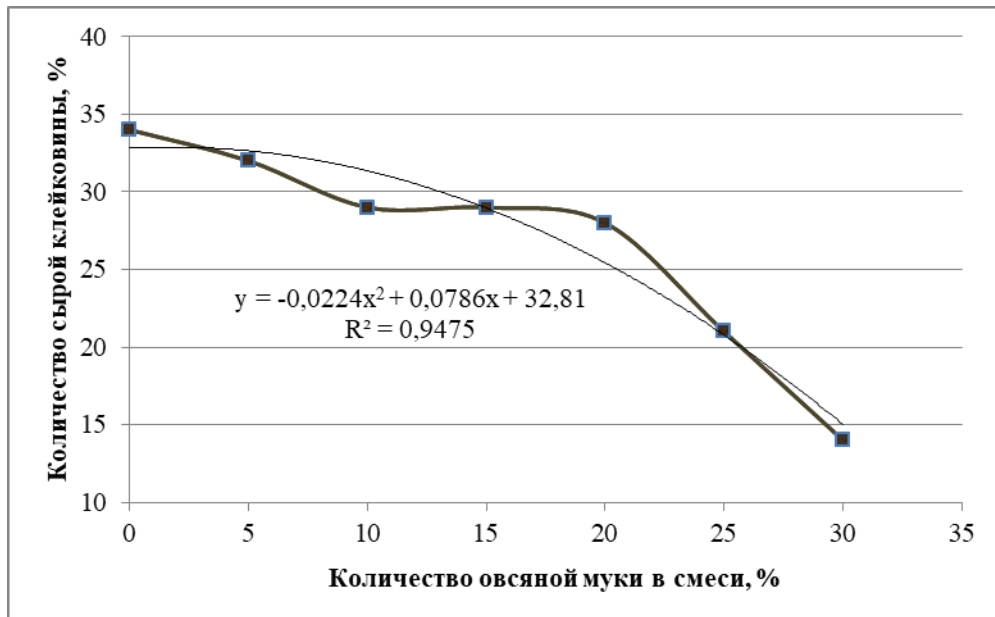


Рисунок 3.10 – Влияние содержания овсяной муки в мучной смеси на количество сырой клейковины

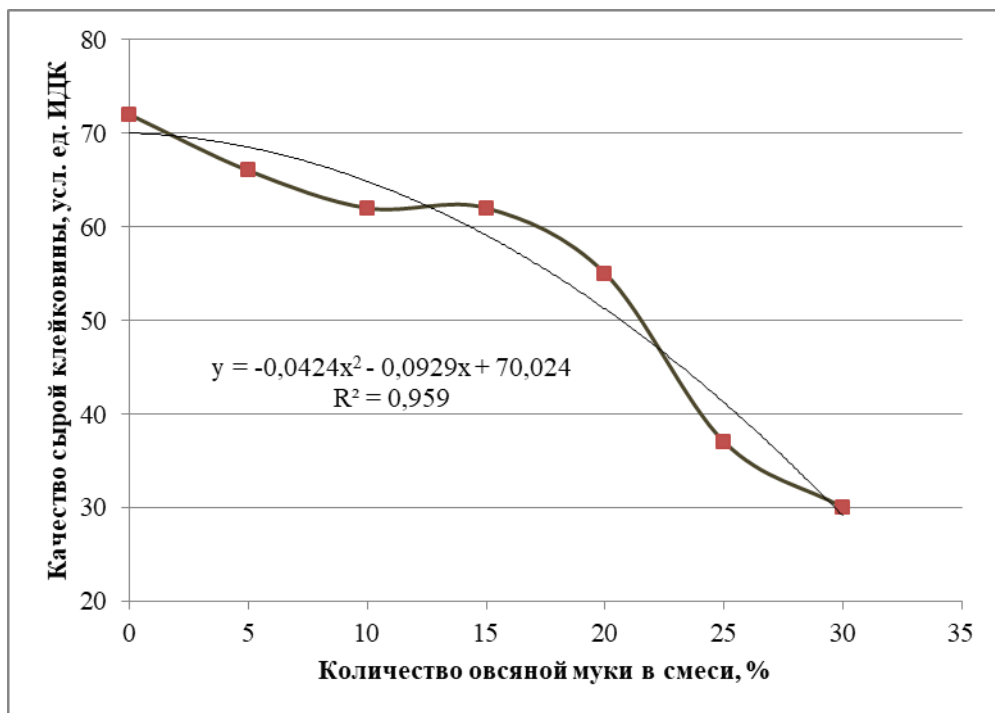


Рисунок 3.11 – Влияние содержания овсяной муки в мучной смеси на качество клейковины

Таким образом, на физико-химических показателях качества хлеба, выпеченного из рассматриваемых мучных смесей, отразилось изменение количества и качества клейковины в смесях. Наиболее заметное ухудшение

качества хлеба отмечено при внесении в смесь более 10 % овсяной муки (см. таблицу 3.8).

Замена в смеси части пшеничной муки овсяной мукой привела к изменению органолептических показателей качества хлеба. Так, при введении в мучную смесь более 10 % овсяной муки поверхность корки изменилась с гладкой на бугристую, а цвет корки перешел из светло-коричневого в серо-желтый. Мякиш хлеба при добавлении в смесь более 10 % овсяной муки приобрел сначала сероватый, а затем серый цвет, его эластичность изменилась с хорошей до средней, а крупность пор – со средней до мелкой. При замене в смеси 10 % муки пшеничной на овсяную муку появился легкий привкус овсяной муки, усиливающийся при большем введении в смесь овсяной муки. Запах хлеба приобрел легкий аромат, свойственный овсяной каше, при добавлении в смесь 15 и более процентов овсяной муки.

С учетом полученных результатов можно рекомендовать вносить в мучную смесь 10 % овсяной муки взамен муки пшеничной хлебопекарной без существенного изменения качества хлеба.

Следует отметить, что формовой хлеб из муки пшеничной хлебопекарной первого сорта, взятой для исследований, имел достаточно низкие физико-химические показатели (удельный объем $2,5 \text{ см}^3/\text{г}$, пористость мякиша 65 % – см. таблицу 3.8), что также подтвердили результаты изучения реологических свойств теста из данной муки на фаринографе (рисунок 3.12 и таблица 3.9), описанные ниже. Так, комплексная характеристика теста – число качества фаринографа пшеничной хлебопекарной муки первого сорта составило всего 35 мм. Вместе с тем, число качества фаринографа пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта равнялось 84 мм (таблица 3.9). Удельный объем формового хлеба из пшеничной муки высшего сорта составил $3,1 \text{ см}^3/\text{г}$, пористость мякиша – 77 % (таблица 3.15). Поэтому при составлении мучных композитных смесей использовали муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта, позволившую получить хлеб лучшего качества.

3.3.2 Оценка реологических характеристик теста из смесей пшеничной и овсяной муки на фаринографе

Даже малейшие изменения в составе теста могут оказать существенное влияние на его реологические характеристики. Так, добавление овсяной муки к муке пшеничной отразилось на всех реологических параметрах теста. Испытания проводили на фаринографе АТ Brabender с использованием тестомесилки вместимостью 300 г в соответствии с ГОСТ ISO 5530-1-2013.

На рисунке 3.12 приведены фаринограммы теста из муки пшеничной хлебопекарной высшего и первого сортов, на рисунке 3.13 – фаринограммы теста из смесей муки пшеничной хлебопекарной высшего и первого сортов и овсяной муки.

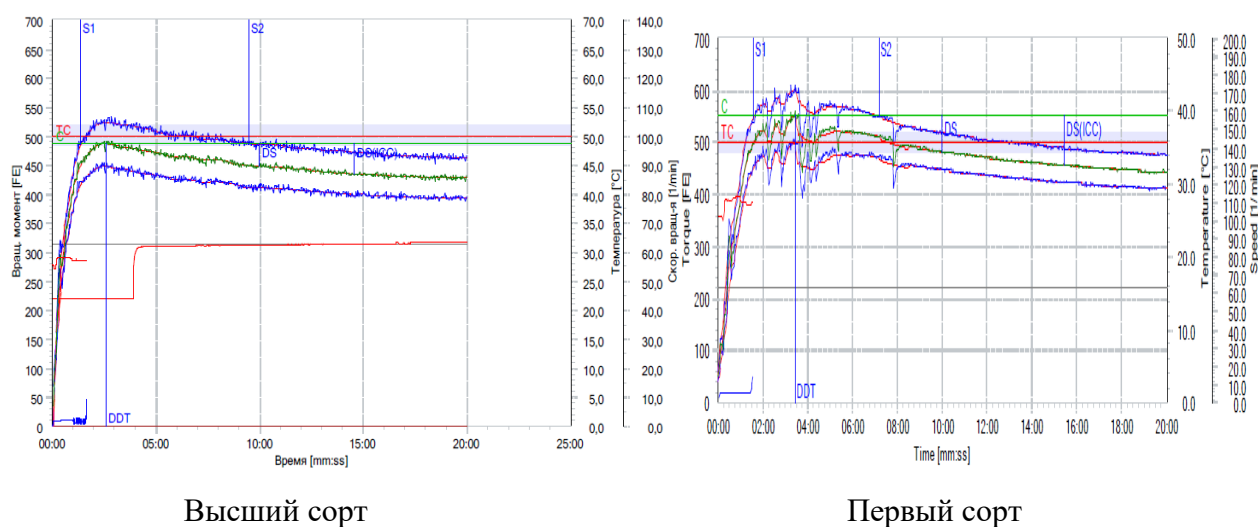


Рисунок 3.12 – Фаринограммы теста из 100 % муки пшеничной хлебопекарной

Результаты обработки фаринограмм теста из 100 % муки пшеничной высшего и первого сортов и теста из смесей пшеничной и овсяной муки приведены в таблице 3.9.

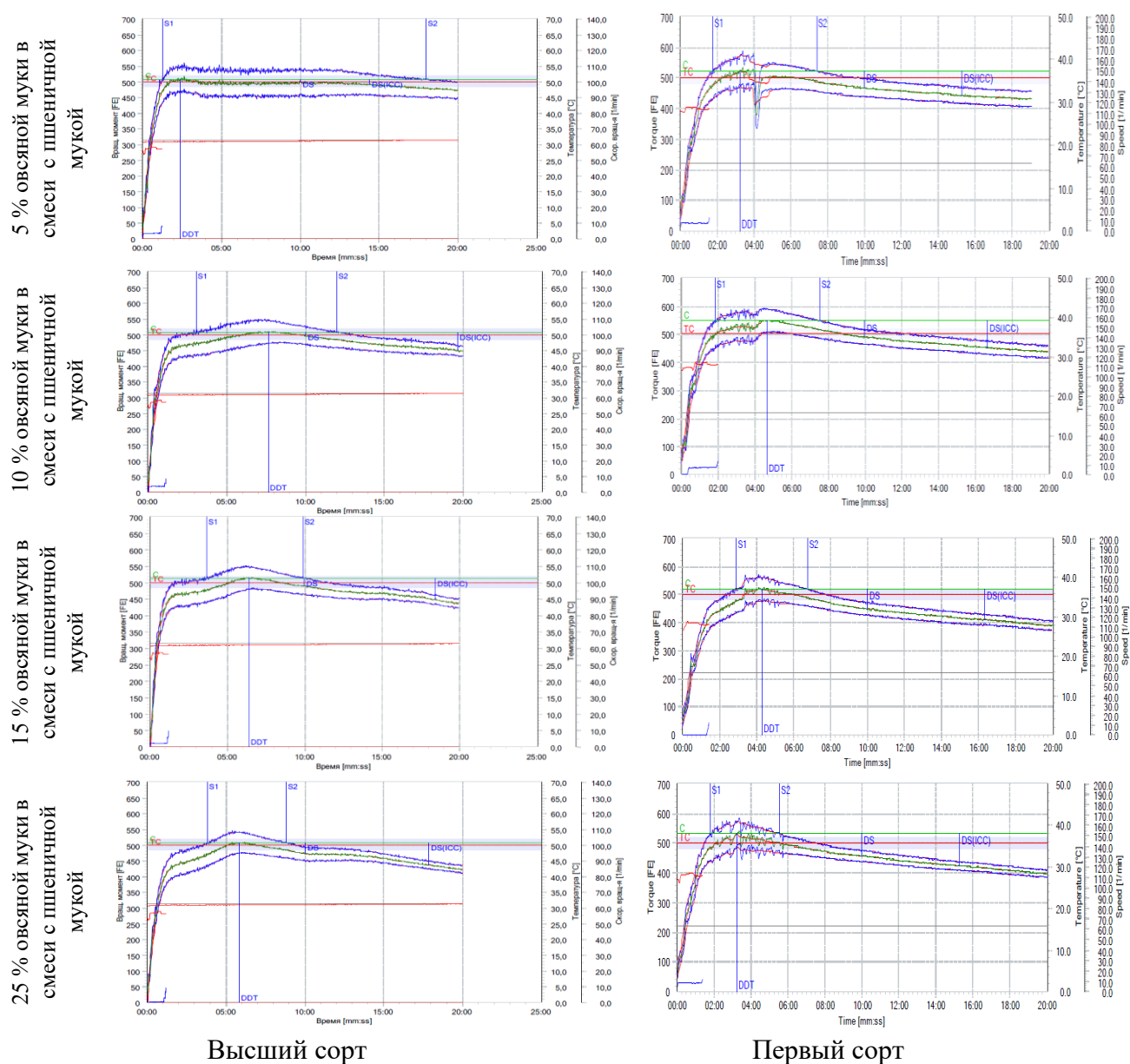


Рисунок 3.13 – Фаринограммы теста из смесей пшеничной и овсяной муки

Из данных, приведенных в таблице, следует, что водопоглощение пшеничной муки первого сорта выше, чем пшеничной муки высшего сорта, что связано с повышенным содержанием в муке первого сорта периферийных частей зерна, а именно алейронового слоя, богатого белком.

Водопоглощение образцов увеличивается по мере увеличения доли овсяной муки в смесях, что связано с повышением содержания белка, а также внесением дополнительного количества пищевых волокон, в число которых

входит β -глюкан. Наличие гидроксильных групп в волокнах обеспечивают большее взаимодействие с водой посредством водородной связи, что играет большую роль в поглощении воды [185, 228, 245].

Таблица 3.9 – Фаринографические параметры теста из смесей муки пшеничной хлебопекарной высшего (в/с), первого (1с) сортов и овсяной муки

Содержание овсяной муки в смеси с пшеничной мукой, %	Водопоглощение, %		Устойчивость теста S, мин		Время образования теста DDT, мин		Степень разжижения теста через 10 мин после старта DS, ЕФ		Степень разжижения теста через 12 мин после максимума DS(ICC), ЕФ		Число качества фаринографа FQN, мм	
	в/с	1с	в/с	1с	в/с	1с	в/с	1с	в/с	1с	в/с	1с
0	58,0	63,3	8,09	5,36	2,35	3,25	38	67	52	94	84	35
5	59,2	63,4	16,44	5,38	2,26	3,16	10	54	16	79	184	39
10	60,6	64,0	11,00	5,43	7,41	4,40	11	57	58	96	128	74
15	61,2	64,4	6,15	3,15	6,27	4,19	25	71	66	109	105	67
25	61,7	65,5	5,02	3,46	5,51	3,16	35	75	70	108	94	54

Устойчивость теста для образцов из пшеничной муки высшего сорта и овсяной муки повышается до образца с 10 % заменой пшеничной муки овсяной, для образцов из муки первого сорта и овсяной муки – также до образца с 10 % заменой. Это, вероятно, связано с повышением содержания волокон, характерных для периферии зерна, которые до определенного момента укрепляют структуру клейковинного каркаса, а затем начинают ее повреждать [209, 239].

Время образования теста для смесей с пшеничной мукой высшего и первого сортов имеет тенденцию к увеличению за счет того, что в овсяной муке, несмотря на наличие проламинов и глютелинов в белковом составе, отсутствует клейковинный комплекс, что определенно увеличивает время достижения гомогенности смеси.

Степень разжижения теста через 10 минут после начала определения для образцов с добавлением овсяной муки к пшеничной муке высшего сорта имеет меньшее значение во всех исследуемых точках, чем для контроля. Однако для

образцов с добавлением овсяной муки к муке пшеничной первого сорта ситуация другая, поскольку изначальная степень разжижения теста из 100 % пшеничной муки первого сорта имеет довольно высокое значение – 67 ЕФ против 38 ЕФ для пшеничной муки высшего сорта. Так, для образцов с пшеничной мукой первого сорта степень разжижения сначала снижается (до введения в мучную смесь 10 % овсяной муки), далее наблюдается ее рост. Степень разжижения теста через 12 минут после достижения максимума (по стандарту ICC) имеет похожую тенденцию.

Комплексная характеристика теста – число качества фаринографа включает в себя совокупность всех характеристик исследуемого образца. Повышение числа качества свидетельствует об улучшении качества теста. Так, для образца с пшеничной мукой высшего сорта наивысшее значение данного показателя составило – 184 мм, что соответствует добавлению 5 % овсяной муки. Число качества фаринографа для образца с заменой 10 % муки пшеничной высшего сорта овсяной мукой также имеет высокую величину – 128 мм. Для мучных смесей с пшеничной мукой первого сорта наивысшее значение числа качества – 74 мм, что соответствует добавлению 10 % овсяной муки. При замене в мучной смеси 15 и более процентов муки пшеничной обоих сортов на овсяную муку число качества заметно снижается. Таким образом, по результатам исследования реологических свойств теста на фаринографе можно рекомендовать в мучных смесях замену не более 10 % муки пшеничной хлебопекарной на овсяную муку.

3.4 Изучение влияния семян пажитника, сушеных ягод брусники, пшеничного глютена на качество хлеба

При разработке состава мучных композитных смесей помимо овсяной муки использовали муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта, измельченные семена пажитника, измельченные сушеные ягоды брусники, сухую пшеничную клейковину (пшеничный глютен).

Качество семян пажитника, сушеных ягод брусники и пшеничного глютена приведено в таблицах 3.10, 3.11 и 3.12. При определении качества использовали методы, включенные в действующие стандарты: ГОСТ 20450-75, ГОСТ 32896-2014, ГОСТ 31934-2012.

Таблица 3.10 – Качество семян пажитника

Показатель	Значение показателя
1 Внешний вид	Овально-вздутый и сдавленный с боков
2 Характеристика поверхности	Кожистая, гладкая и слабо-блестящая
3 Массовая доля углеводов в пересчете на сухое вещество, %	58,3±0,6
4 Массовая доля белка в пересчете на сухое вещество, %	23,20±0,55
5 Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество, %	6,4±0,5
6 Массовая доля золы в пересчете на сухое вещество, %	3,35±0,01
7 Массовая доля влаги, %	8,8±0,2
8 Цвет	Светло-коричневый
9 Вкус	Горьковатый, без посторонних привкусов
10 Запах	Пряный, без постороннего запаха

Таблица 3.11 – Качество сушеных ягод брусники

Показатель	Значение показателя
1 Внешний вид	Чистый, без каких-либо повреждений и заболеваний.
2 Массовая доля углеводов в пересчете на сухое вещество, %	61,0±0,6
3 Массовая доля белка в пересчете на сухое вещество, %	3,02±0,60
4 Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество, %	0,8±0,1
5 Массовая доля золы в пересчете на сухое вещество, %	1,20±0,01
6 Массовая доля влаги, %	12,2±0,2
7 Цвет	Темно-красный
8 Вкус	Свойственный данной ягоде, без посторонних привкусов.
9 Запах	Аромат ягоды, без постороннего запаха

Таблица 3.12 – Качество пшеничного глютена (марка А)

Показатель	Значение показателя
1 Внешний вид	Однородный сыпучий порошок
2 Массовая доля углеводов в пересчете на сухое вещество, %	17,5±0,6
3 Массовая доля белка в пересчете на сухое вещество, %	71,11±0,60
4 Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество, %	1,8±0,2
5 Массовая доля общей золы в пересчете на сухое вещество, %	1,10±0,01
6 Массовая доля влаги, %	8,2±0,2
7 Массовая доля частиц размером более 200 мкм	0,8±0,2
8 Время агломерации, с	32±5
9 Адсорбционная способность по воде, %	161±0,5
10 Цвет	Кремовый
11 Вкус	Свойственный пшеничному глютену
12 Запах	Свойственный пшеничному глютену, без постороннего запаха

3.4.1 Влияние пажитника на качество хлеба из смесей пшеничной и овсяной муки

Пажитник богат белками, жирами, углеводами, представленными пищевыми волокнами, витаминами и микроэлементами. Пажитник обладает антиоксидантными, антидиабетическими и гипохолестеринемическими свойствами. В состав пажитника также входит камедь (fenugreek gum), которую относят к хлебопекарным улучшителям [138, 244]. Это растворимая пищевая клетчатка, состоящая из маннозы и галактозы. Пажитник используется при производстве различных видов хлебобулочных изделий как в Египте, так и в ряде других стран [124, 137, 214, 216, 258].

Для установления возможности использования семян пажитника в составе мучных композитных смесей исследовали влияние измельченных семян пажитника, вводимых в мучную смесь взамен пшеничной муки высшего сорта в количестве от 1 до 5 %, на качество хлеба. Измельченные семена пажитника получали проходом через металлотканое сито № 1 после размола семян на

лабораторной мельнице ЛЗМ-1. Кроме того, во все испытываемые образцы было внесено 10 % овсяной муки взамен муки пшеничной, за исключением контроля. Результаты исследования физико-химических показателей качества хлеба с добавлением пажитника приведены в таблице 3.13 и на рисунке 3.14.

Таблица 3.13 – Физико-химические показатели качества хлеба из смесей муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, овсяной муки (10 %) и измельченных семян пажитника

Показатель	Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта (контроль)	Содержание пажитника в смеси, %					
		0	1	2	3	4	5
Кислотность мякиша, град.	1,5	1,8	2,3	2,3	2,6	2,6	2,7
Пористость мякиша, %	76	62	68	66	65	64	62
Влажность мякиша, %	40,0	42,2	41,3	41,6	41,8	42,3	42,5
Формоустойчивость подового хлеба	0,53	0,47	0,34	0,34	0,34	0,34	0,35

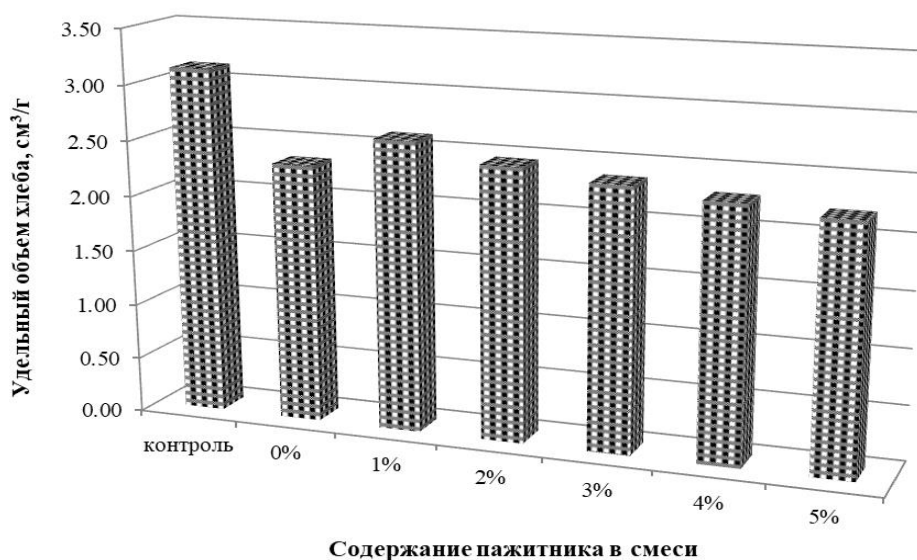


Рисунок 3.14 – Изменение удельного объема хлеба в зависимости от содержания в мучной смеси измельченных семян пажитника

Из представленных в таблице 3.13 данных следует, что в сравнении с образцом хлеба с добавлением 10 % овсяной муки внесение до 4 % пажитника

улучшает качество хлеба по ряду показателей. Например, пористость мякиша с добавлением пажитника в количестве 2 % ниже пористости мякиша формового хлеба из 100 % пшеничной муки на 10 %, но выше пористости мякиша из смеси пшеничной и овсяной муки на 4 %. При внесении пажитника в смесь увеличивается кислотность мякиша.

Из графика (см. рисунок 3.14) видно, что удельный объем хлеба снижается при добавлении пажитника по сравнению с контролем, однако, увеличивается по сравнению с образцом хлеба из смеси пшеничной (90 %) и овсяной муки (10 %) вплоть до внесения измельченных семян пажитника взамен муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта в количестве 4 %.

Таким образом, внесение пажитника в мучную смесь из пшеничной и овсяной муки улучшает физико-химические показатели качества хлеба. Однако при внесении в мучную смесь более 2 % измельченных семян пажитника ухудшаются органолептические показатели качества хлеба: темнеет корка, мякиш приобретает сероватый оттенок, появляются горьковатый привкус и сильно выраженный запах пажитника. Поэтому рекомендуется вносить в мучную смесь не более 2 % пажитника.

3.4.2 Влияние сушеных измельченных ягод брусники на качество хлеба

Брусника является полноценным источником ряда биологически активных соединений, таких как витамины, флавоноиды и другие вещества. В состав ягод брусники входит малое количество белка, в том числе полностью отсутствуют клейковинообразующие белки [76]. Поэтому брусника является нетрадиционным сырьем для добавления в состав мучных смесей для повышения пищевой ценности хлеба.

Вместе с тем, известно, что брусника содержит достаточно высокое количество органических кислот и имеет повышенную кислотность, что при брожении теста создает благоприятные условия для действия фермента фитазы, которая расщепляет фитиновую кислоту, тем самым, ингибируя ее негативное

воздействие на организм человека. Если в дрожжевом хлебе, выпеченном без добавок, содержание фитиновой кислоты снижается до 55 %, то в образцах хлеба с добавлением брусники содержание фитиновой кислоты снижается до 83 % [261].

В ходе исследований была проведена выпечка образцов хлеба с добавлением сушеных измельченных ягод брусники в количестве от 1 до 4 % взамен муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта. Измельченные сушеные ягоды брусники получали проходом через металлотканое сито № 1 после размолы на лабораторной мельнице ЛЗМ-1. Кроме того, был выпечен контрольный образец из пшеничной муки без добавок. Результаты исследования физико-химических показателей качества хлеба приведены в таблице 3.14 и на рисунке 3.15.

Таблица 3.14 – Физико-химические показатели качества хлеба с добавлением сушеных измельченных ягод брусники

Показатель качества	Содержание брусники в смеси, %						
	0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0
Кислотность мякиша, град.	1,5	2,4	2,8	3,2	3,4	3,8	4,1
Пористость мякиша, %	78	78	76	74	72	72	67
Влажность мякиша, %	43,0	43,3	43,5	43,5	43,6	43,8	44,3
Формоустойчивость подового хлеба	0,63	0,63	0,60	0,58	0,53	0,50	0,46

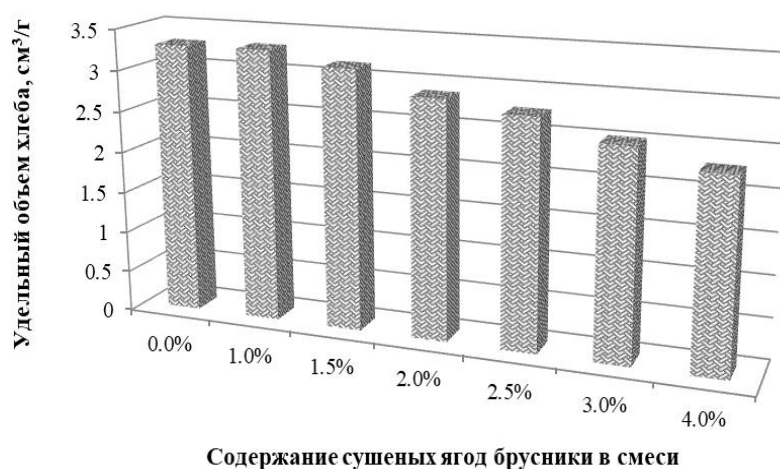


Рисунок 3.15 – Изменение удельного объема хлеба в зависимости от содержания сушеных измельченных ягод брусники в смеси

Из представленных данных следует, что по мере увеличения содержания сушеных измельченных ягод брусники в смеси пористость мякиша, формоустойчивость подового хлеба снижаются. Кислотность мякиша хлеба возрастает, однако следует отметить, что это не является однозначно отрицательным фактором, поскольку бруснику в данном случае можно рекомендовать в качестве компонента для угнетения возбудителей картофельной болезни хлеба.

Удельный объем формового хлеба с увеличением дозировки брусники в смеси снижается (см. рисунок 3.15).

Наиболее заметно удельный объем хлеба понижается при внесении в мучную смесь более 1,5 % сушеных измельченных ягод брусники.

Органолептическая оценка качества хлеба показала, что корка становится бугристой при внесении в состав смеси более 2,5 % сушеных измельченных ягод брусники. Мякиш изменяет эластичность с хорошей на среднюю при замене трех и более процентов пшеничной муки. Цвет мякиша при внесении от 1 до 2,5 % сушеных измельченных ягод брусники – белый с розовым оттенком. При большей дозировке ягод брусники цвет становится серым с розовым оттенком. Вкус хлеба приобретает привкус ягод брусники – слабый при дозировке брусники до 2 % и сильный при дозировке ягод от 2,5 % и выше. При внесении в смесь более 2,5 % ягод брусники у хлеба появляется сильный запах брусники.

Таким образом, по результатам исследований можно рекомендовать внесение не более 2,0 % сушеных измельченных ягод брусники взамен муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта.

3.4.3 Влияние пшеничного глютена на качество хлеба из мучных смесей

В связи с тем, что все изученные компоненты оказывают отрицательное влияние на физико-химические показатели качества хлеба из мучных смесей, была исследована возможность использования хлебопекарных улучшителей, а

именно пшеничного глютена для улучшения качества хлеба. В исследованиях использовали мучные смеси на основе муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, в состав которых взамен пшеничной муки было введено 10 % овсяной муки и 2 % измельченных семян пажитника или 2 % измельченных сушеных ягод брусники. Пшеничный глютен вводили в смеси также взамен пшеничной муки. Результаты исследования физико-химических показателей качества хлеба приведены в таблицах 3.15 и 3.16.

Таблица 3.15 – Физико-химические показатели качества хлеба из смесей муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, овсяной муки (10 %), измельченных семян пажитника (2 %) с добавлением пшеничного глютена

Показатель качества	Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта (контроль)	Содержание пшеничного глютена в смеси, %						
		0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8
Удельный объем формового хлеба, см ³ /г	3,1	2,4	2,4	2,6	2,8	2,8	2,7	2,8
Кислотность мякиша, град.	1,5	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,2	2,2
Пористость мякиша, %	77	63	64	65	67	67	66	67
Влажность мякиша, %	39,5	39,7	39,7	40,8	39,4	41,7	41,8	41,7
Формоустойчивость подового хлеба	0,47	0,39	0,40	0,42	0,46	0,46	0,45	0,46

Из представленных в таблицах данных видно, что с увеличением содержания в обеих смесях пшеничного глютена возрастают удельный объем формового хлеба, пористость мякиша, формоустойчивость подового хлеба. Наибольших значений перечисленные показатели качества достигают при внесении в смесь пшеничного глютена взамен пшеничной муки в количестве 0,9 %. Дальнейшее увеличение содержания пшеничного глютена в смесях на физико-химические показатели качества хлеба влияет в небольшой степени.

Таблица 3.16 – Физико-химические показатели качества хлеба из смесей муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, овсяной муки (10 %), измельченных сушеных ягод брусники (2 %) с добавлением пшеничного глютена

Показатель качества	Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта (контроль)	Содержание пшеничного глютена в смеси, %						
		0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8
Удельный объем формового хлеба, см ³ /г	3,1	2,6	2,7	2,8	3,0	3,0	3,0	3,1
Кислотность мякиша, град.	1,5	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	2,9	3,0
Пористость мякиша, %	77	68	70	72	74	74	74	75
Влажность мякиша, %	39,5	41,4	42,6	42,7	42,1	42,0	42,1	42,7
Формоустойчивость подового хлеба	0,47	0,44	0,48	0,48	0,50	0,49	0,49	0,50

Следует также отметить, что хлеб из мучной смеси с измельченными сушеными ягодами брусники имел лучшие показатели качества, чем хлеб с измельченными семенами пажитника. Это можно объяснить особенностями химического состава ягод брусники, в частности, высоким содержанием сахаров: в состав свежих ягод брусники входит около 8 % общих сахаров [101, 123]. Вместе с тем, хлеб с ягодами брусники имел более высокую кислотность мякиша, что так же связано с особенностями химического состава ягод брусники.

По результатам исследований можно заключить, что в обе мучные смеси (с пажитником и с ягодами брусники) достаточно вносить 0,9 % пшеничного глютена взамен муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта.

3.5 Разработка состава мучных композитных смесей (МКС) на основе овсяной муки

3.5.1 Состав мучных композитных смесей

На основании результатов проведенных исследований был разработан состав МКС в двух вариантах: № 1 – с измельченными семенами пажитника, № 2 – с измельченными сушеными ягодами брусники (таблица 3.17). При разработке состава МКС учитывали, что данные смеси являются рецептурными компонентами мучных хлебопекарных смесей и вводятся в их состав в размере 15 % взамен хлебопекарной пшеничной муки высшего сорта. На разработанный состав МКС получен патент РФ № 2706484 (Приложение Б).

Таблица 3.17 – Состав мучных композитных смесей (МКС)

Компонент	Мучная композитная смесь (МКС)	
	с измельченными семенами пажитника (МКС № 1)	с измельченными сушеными ягодами брусники (МКС № 2)
Овсяная мука, %	66,7	66,7
Измельченные семена пажитника, %	13,3	-
Измельченные сушеные ягоды брусники, %	-	13,3
Пшеничный глютен, %	6,0	6,0
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, %	14,0	14,0

3.5.2 Расчет пищевой ценности МКС и определение содержания в них антиоксидантных компонентов

Внесение овсяной муки, пажитника и брусники преследует цель обогащения продуктов ежедневного потребления белком, витаминами, микро- и макроэлементами, поэтому целесообразно рассмотреть отличие пищевой ценности мучных смесей, используемых для выпечки хлеба, от пищевой ценности традиционно используемой пшеничной муки. При расчете полагались на справочник химического состава Российских пищевых продуктов [153], а

также часть нутриентов была определена в ходе исследований в соответствии с ГОСТ ISO 712-2015, ГОСТ 10846-91, ГОСТ 29033-91. Результаты расчета приведены в таблице 3.18.

Таблица 3.18 – Пищевая ценность муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, МКС № 1 и МКС № 2

Компонент	Содержание на 100 г продукта		
	Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	МКС №1 (с пажитником)	МКС №2 (с брусникой)
Вода, %	14,0	9,6	10,0
Белок, %	10,3	17,7	15,0
Жир, %	1,1	5,6	4,9
Углеводы, %	70,6	61,7	62,0
Минеральные вещества, мг			
Na	3	25	17
K	122	312	217
Ca	18	71	51
Mg	16	102	78
P	86	300	263
Fe	1,2	7,3	3,8
Витамины, мг			
β-каротин	0,00	0,39	4,80
B ₁	0,17	0,29	0,25
B ₂	0,04	0,11	0,10
PP	1,20	1,05	0,86
Энергетическая ценность, ккал / кДж	336/1404	359/1500	351/1467

Исходя из данных, представленных в таблице, следует, что, внесение овсяной муки, пажитника и брусники в МКС, увеличивает содержание белка и жира, снижает количество углеводов, увеличивает содержание всех минеральных веществ, а также β-каротина. Энергетическая ценность при этом возрастает.

Как было отмечено ранее, отдельные компоненты, входящие в состав МКС, имеют антиоксидантную активность. Содержание таких антиоксидантов как витамин С и флавоноидные соединения в сырье, использованном для составления мучных композитных смесей, и в готовых МКС было определено на базе Алтайского филиала ФГБУ «Центральная научно-методическая ветеринарная лаборатория». Результаты определения занесены в таблицу 3.19.

Таблица 3.19 – Содержание витамина С и флавоноидных соединений в сырье и МКС

Наименование	Витамин. С, мг/100 г	Массовая доля флавоноидных соединений, мг/100 г
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	не обнаружен	не обнаружены
Овсяная мука из зерна, прошедшего ГТО	не обнаружен	190
Сушеные измельченные ягоды брусники	10,9	1880
Измельченные семена пажитника	6,2	2680
МКС № 1 (с пажитником)	3,5	510
МКС № 2 (с брусникой)	3,7	410

Из данных таблицы, следует, что для брусники и пажитника характерно высокое содержание флавоноидных соединений и витамина С, поэтому обе МКС имеют повышенное содержание данных антиоксидантов. Пажитник по сравнению с брусникой лидирует по содержанию флавоноидов, однако брусника превосходит пажитник по содержанию витамина С. В целом, полученные МКС имеют повышенное содержание антиоксидантных компонентов.

3.6 Изучение реологических свойств теста из мучных смесей с добавлением МКС

3.6.1 Оценка реологических характеристик теста из мучных смесей с добавлением МКС на фаринографе

Результаты исследования реологических свойств теста из мучных смесей с добавлением МКС на фаринографе приведены в таблице 3.20 и в приложении Е.

Таблица 3.20 - Фаринографические параметры теста из мучных смесей с добавлением МКС

Продукт	Водопоглощение, %	Устойчивость теста, мин	Время образования теста, мин	Степень разжижения теста через 12 мин после максимума (ИСС), ЕФ	Число качества фаринографа, мм
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	58,0	8,09	2,35	52	84
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта – 85%; МКС № 1 (с пажитником) – 15 %	61,6	10,46	7,59	73	139
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта – 85%; МКС № 2 (с брусникой) – 15 %	61,2	6,38	7,10	116	103

Из приведенных данных видно, что обе мучные смеси, как с МКС № 1 (с пажитником), так и с МКС № 2 (с брусникой) имеют более высокое водопоглощение, чем мука пшеничная высшего сорта. Это связано с составом МКС. Овсяная мука, как показали ранее проведенные исследования, повышает водопоглощение смесей с пшеничной мукой (см. таблицу 3.9). Измельченные семена пажитника так же приводят к росту водопоглощения смеси, в частности, вследствие повышенного содержания в них белка, содержания

галактоманнанных смол, а также растворимых пищевых волокон [254]. Измельченные сушеные ягоды брусники, в свою очередь, способствуют повышению водопоглощения соответствующей мучной смеси из-за наличия в составе ягод пищевых волокон и других гигроскопичных компонентов.

Устойчивость теста при введении в состав мучной смеси МКС № 1 (с пажитником) возрастает. Это связано с укреплением белками пажитника и овсяной муки клейковинного каркаса пшеничного теста. При использовании смеси № 2 (с брусникой) стабильность теста заметно снижается, что может быть связано с повреждением белковой матрицы при введении дополнительных ингредиентов [233].

Время образования теста из мучных смесей с МКС № 1 и № 2 возросло по сравнению с контрольным образцом.

Степень разжижения теста для обоих образцов мучных смесей с МКС возросла. Однако образец с МКС № 2 (с брусникой) имел существенно большую степень разжижения теста по сравнению с контролем и с образцом с МКС № 1 (с пажитником).

Число качества фаринографа для теста из обеих смесей увеличилось по сравнению с контролем. При этом больший показатель числа качества фаринографа имело тесто из смеси муки пшеничной высшего сорта и МКС № 1 (с пажитником).

В целом, из представленных данных следует, что мучные смеси по фаринографическим характеристикам теста заметно отличаются от муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта: увеличились водопоглотительная способность, время образования теста, степень разжижения теста, величина FQN. Полученные результаты согласуются с фаринографическими параметрами мучной смеси с 10 % овсяной муки. На устойчивость теста к замесу и степень разжижения теста заметно повлияли дополнительные добавки – пажитник и сушеные ягоды брусники, существенно отличающиеся друг от друга химическим составом, в первую очередь, содержанием белка.

3.6.2 Оценка реологических характеристик теста из мучных смесей с добавлением МКС с применением экстенсографа

При анализе теста на экстенсографе оцениваются четыре параметра – энергия, устойчивость теста к растягиванию R , растяжимость теста E , а также отношение устойчивости к растяжимости (R/E). Тестирование образца проводилось через 45; 90; 135 минут в соответствии с ГОСТ ISO 5530-2-2014. Результаты исследований занесены в таблицу 3.21 и приведены в приложении Ж.

Таблица 3.21 – Экстенсографические параметры теста из мучных смесей с добавлением МКС

Длительность отлежки теста, мин	Продукт	Энергия, см^2	Устойчивость к растягиванию R , ЕЭ	Растяжимость E , мм	R/E , ЕЭ/мм
45	Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта (в/с)	146	410	172	2,4
	Мука пшеничная в/с – 90 %, овсяная мука – 10 %	120	320	190	1,7
	Мука пшеничная в/с – 85 %; МКС № 1 (с пажитником) – 15 %	117	410	160	2,6
	Мука пшеничная в/с – 85 %; МКС № 2 (с брусникой) – 15 %	122	685	119	5,8
90	Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта (в/с)	168	495	164	3,0
	Мука пшеничная в/с – 90 %, овсяная мука – 10 %	119	345	177	2,0
	Мука пшеничная в/с – 85 %; МКС № 1 (с пажитником) – 15 %	141	525	152	3,5
	Мука пшеничная в/с – 85 %; МКС № 2 (с брусникой) – 15 %	139	955	107	8,9
135	Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта (в/с)	152	475	161	2,9
	Мука пшеничная в/с – 90 %, овсяная мука – 10 %	116	350	174	2,0
	Мука пшеничная в/с – 85 %; МКС № 1 (с пажитником) – 15 %	144	540	154	3,5
	Мука пшеничная в/с – 85 %; МКС № 2 (с брусникой) – 15 %	140	970	105	9,2

Энергия соответствует работе, затраченной на растяжение образца теста, и равна площади под кривой экстенсографа. Тесто из муки пшеничной высшего

сорта при любой длительности отлежки имело наибольшую энергию. Добавление в смесь овсяной муки привело к снижению энергии. Вместе с тем, введение в состав смеси МКС через 45 мин отлежки оказало влияние на энергию практически такое же как овсяная мука. Но при более длительной отлежке теста МКС в составе смесей привели к росту энергии по сравнению с тестом из смеси пшеничной и овсяной муки, что свидетельствует об улучшении реологических свойств этих образцов теста.

Наиболее близкие к тесту из муки пшеничной высшего сорта значения устойчивости к растягиванию и растяжимости имел образец с добавлением к пшеничной муке смеси № 1 (с пажитником). Наибольшую устойчивость к растягиванию и наименьшую растяжимость показал образец теста из смеси муки пшеничной и МКС № 2 (с брусникой), что можно объяснить добавлением содержащихся в составе брусники пищевых волокон [262] и ингибирующих некоторое количество протеолитических ферментов кислот, в том числе витамина С. Вследствие этого происходит укрепление белкового каркаса теста.

По показателю R/E наиболее близкими к тесту из пшеничной муки оказались образцы теста из мучной смеси с добавлением МКС № 1 (с пажитником). Тесто из мучной смеси с добавлением МКС № 2 (с брусникой) также имело высокое значение показателей R/E. Тесто из смеси пшеничной и овсяной муки характеризуется самыми низкими значениями R/E.

Таким образом, введение в состав мучных смесей МКС № 1 и № 2 улучшает реологические свойства теста по сравнению с тестом из двухкомпонентной смеси: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта – мука овсяная.

3.7 Исследование стойкости при хранении и безопасности овсяной муки и мучных композитных смесей (МКС)

3.7.1 Исследование стойкости при хранении овсяной муки и мучных композитных смесей

Поскольку в процессе исследований были получены новые продукты, существует необходимость изучить влияние продолжительности хранения на сохранение их качества.

Хранение овсяной муки, полученной из зерна, не прошедшего ГТО, и из зерна, подвергнутого ГТО с интенсивным увлажнением под вакуумом при подобранных оптимальных режимах, МКС № 1 (с пажитником) и № 2 (с брусникой) осуществляли при температуре $(20 \pm 0,5)$ °С, а также при повышенной температуре (40 ± 1) °С для ускорения биохимических и микробиологических процессов, протекающих в данных продуктах в процессе хранения. Относительная влажность воздуха при хранении образцов составляла $(65 \pm 0,1)$ %. Образцы продуктов хранили в текстильных (хлопок) мешках и в полиэтиленовых пакетах с застежкой *zip-lock*.

При закладке продуктов на хранение и в процессе хранения контролировали влажность, кислотность по болтушке и водно-спиртовой вытяжке, кислотное число жира (КЧЖ), а также микробиологические показатели, такие как количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов кМАФАнМ по ГОСТ 10444.15-94.

Во всех исследуемых образцах продуктов в процессе хранения установилась равновесная влажность, составившая при температуре 20 °С для овсяной муки из зерна, не подвергавшегося ГТО – 13,1 %, овсяной муки из зерна, прошедшего ГТО – 12,4 %; при температуре 40 °С соответственно 10,7 и 10,2 %. Более низкая равновесная влажность овсяной муки, полученной из зерна после ГТО, объясняется снижением гидрофильности отдельных

компонентов химического состава ядра, в первую очередь, белка из-за его частичной денатурации под действием тепла на этапе сушки зерна при ГТО.

Образцы МКС № 1 (с пажитником) и № 2 (с брусникой) при температуре 20 °С приобрели равновесную влажность (12,2-12,4) %, при температуре 40 °С – 11,0 %. Таким образом, равновесная влажность обоих вариантов МКС и при 20 °С, и при 40 °С была практически одинаковой и по значению близкой к овсяной муке из зерна, прошедшего ГТО, что можно объяснить преобладанием данного компонента в составе смесей.

Следует отметить, что при температуре хранения (40 ± 1) °С равновесная влажность всех образцов ниже, чем при температуре $(20 \pm 0,5)$ °С. Это связано с тем, что с повышением температуры парциальное давление водяных паров в воздухе снижается, соответственно равновесная влажность продуктов устанавливается на более низком уровне.

Для изучения влияния вида упаковки на равновесную влажность МКС образцы продуктов хранили в текстильных (хлопок) мешках и полиэтиленовых пакетах. На рисунке 3.16 приведена зависимость влажности МКС № 1 (с пажитником) от продолжительности хранения и вида упаковки. Для сравнения также хранили образцы овсяной муки, полученной из зерна овса, прошедшего ГТО, в полиэтиленовых пакетах.

Из представленных данных следует, что влажность овсяной муки, изначально равнявшаяся 11,8 %, снизилась в процессе хранения и через 75 суток установилась на уровне равновесной, составившей 11,2 %. Равновесная влажность МКС, так же как и овсяная мука хранившейся в полиэтиленовых пакетах при (40 ± 1) °С, установилась на уровне 10,8-11,0 % через те же 75 суток.

Таким образом, равновесная влажность овсяной муки и МКС № 1 (с пажитником), хранившихся при одинаковых условиях, оказалась практически одинаковой (небольшая разница во влажности рассматриваемых образцов связана с явлением сорбционного гистерезиса: образец овсяной муки при хранении отдавал влагу, а образец МКС – поглощал). Равновесная влажность образцов МКС № 1, хранившихся в текстильных мешках, установилась позже

(через 90 сут), чем образцов МКС в полиэтиленовых пакетах, но на том же уровне. Следовательно, вид упаковки на уровень равновесной влажности не повлиял. Из графика также видно, что равновесная влажность образцов МКС, хранившихся при температуре $(20 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ в полиэтиленовых пакетах, на 1,2 % выше, чем образцов МКС, хранившихся в той же упаковке при 40°C .

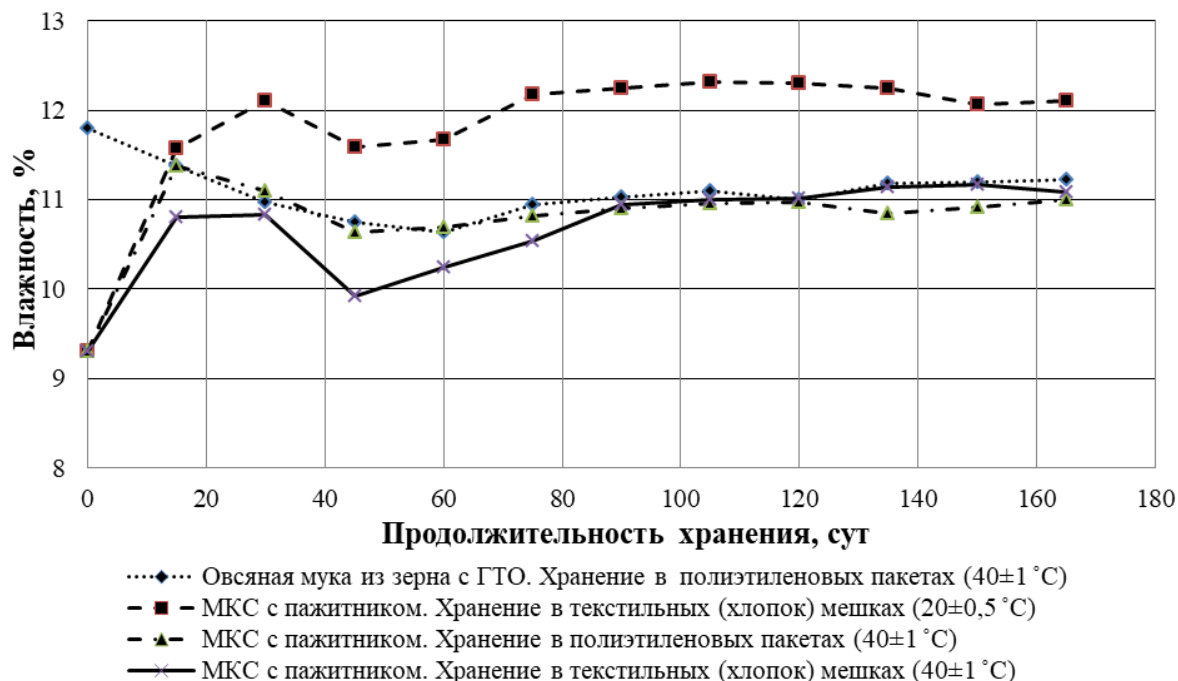


Рисунок 3.16 – Влияние продолжительности хранения и вида упаковки на влажность образцов МКС № 1 (с пажитником) и овсяной муки

Аналогичные результаты получили при изучении влияния вида упаковки на равновесную влажность МКС № 2 (с брусникой).

Кислотность продуктов, в том числе муки и МКС в процессе хранения увеличивается, что связано с гидролизом сложных органических соединений, а именно: липидов, углеводов, фосфорорганических соединений, а также, в меньшей степени, белковых соединений, имеющих кислотные свойства [246].

Разница между показателями кислотности по болтушке и по водно-спиртовой вытяжке объясняется тем, что при определении первой щелочью связываются все соединения, имеющие кислую реакцию, кроме того, происходит частичное адсорбирование щелочи поверхностью твердых частиц

суспензии, при определении кислотности по водно-спиртовой вытяжке в раствор переходят кислоты, в первую очередь, жирные, проламиновая фракция белков, кислые фосфаты и другие вещества. С учетом сказанного, значения кислотности по болтушке, как правило, выше [155].

В процессе хранения кислотность муки из зерна без ГТО возрастает большими темпами как при 20 °С, так и при 40 °С (рисунок 3.17).

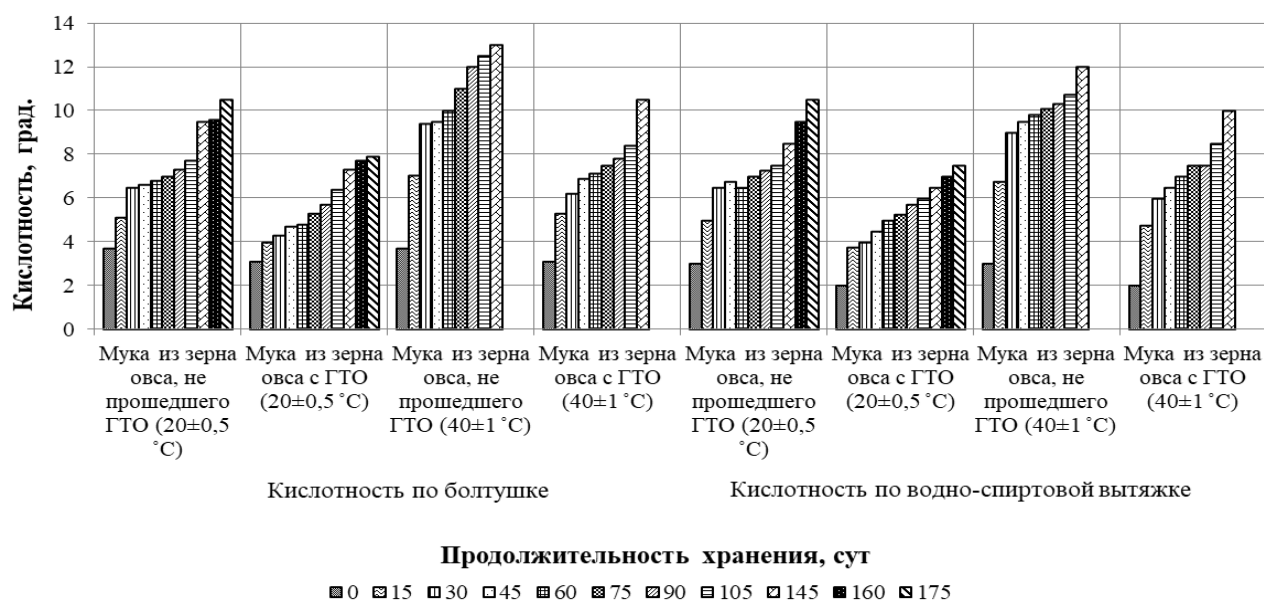


Рисунок 3.17 – Изменение кислотности по болтушке и водно-спиртовой вытяжке овсяной муки в процессе хранения в текстильных (хлопок) мешках

Замедление роста кислотности овсяной муки, полученной из зерна, прошедшего ГТО, можно связать с частичной инактивацией ферментов под действием тепла и влаги на этапе сушки зерна.

Хранение овсяной муки при температуре 40 °С приводит к ускоренному росту кислотности.

В целом, исследуемый способ ГТО с интенсивным увлажнением зерна повышает стойкость овсяной муки при хранении.

Результаты исследования изменения кислотности образцов МКС № 1 (с пажитником) приведены в таблице 3.22. Из данных таблицы следует, что начальная титруемая кислотность образцов МКС № 1 выше, чем у контроля (овсяная мука с ГТО). В процессе хранения кислотность овсяной муки

возрастала в большей степени, чем кислотность МКС № 1, хранившейся при той же температуре в такой же упаковке. Это можно объяснить не только разницей в химическом составе сравниваемых продуктов (содержание жира в овсяной муке и МКС № 1 практически одинаковое), но и повышенной антиоксидантной активностью МКС № 1.

Таблица 3.22 - Изменение кислотности овсяной муки и мучной смеси № 1 (с пажитником) по болтушке (Б) и водно-спиртовой (В-С) вытяжке при хранении

Продолжительность хранения, сут.	Овсяная мука из зерна с ГТО. Хранение в полиэтиленовых пакетах (40±1 °С)		МКС № 1 (с пажитником). Хранение в текстильных мешках (20±0,5 °С)		МКС № 1 (с пажитником). Хранение в полиэтиленовых пакетах (40±1 °С)		МКС № 1 (с пажитником). Хранение в текстильных мешках (40±1 °С)	
	Б	В-С	Б	В-С	Б	В-С	Б	В-С
0	3,1	2,0	3,9	2,5	3,9	2,5	3,9	2,5
15	5,5	5,0	4,2	3,5	4,5	4,0	4,9	4,5
30	5,7	5,5	4,6	4,0	5,1	4,5	5,6	5,0
45	6,1	5,5	5,1	4,5	5,6	5,0	5,9	5,5
60	6,2	5,9	5,2	4,9	5,7	5,5	6,0	5,5
75	6,3	6,0	5,4	5,0	5,8	5,7	6,1	5,9
90	6,5	6,0	5,7	5,4	6,0	6,0	6,3	6,4
105	6,8	6,5	6,2	6,1	6,4	6,6	6,4	6,8
120	7,5	7,5	6,4	6,3	6,7	7,0	6,9	7,1
135	8,0	7,7	6,5	6,2	7,1	7,1	7,5	7,4
150	8,9	8,2	7,0	7,0	7,3	7,2	7,7	7,5
165	9,8	10,5	8,1	7,5	8,5	8,2	8,6	9,2

Изучение влияния материала упаковки на сохранность продукта показало, что хранение в полиэтиленовых пакетах замедляет рост кислотности МКС № 1 по сравнению с хранением в текстильных мешках. Это объясняется низкими уровнями кислородо- и паропроницаемости полиэтиленовой пленки, использованной для изготовления пакетов.

Зависимости кислотности по болтушке и водно-спиртовой вытяжке МКС № 2 (с брусникой) от продолжительности хранения приведены на рисунках 3.18 и 3.19.

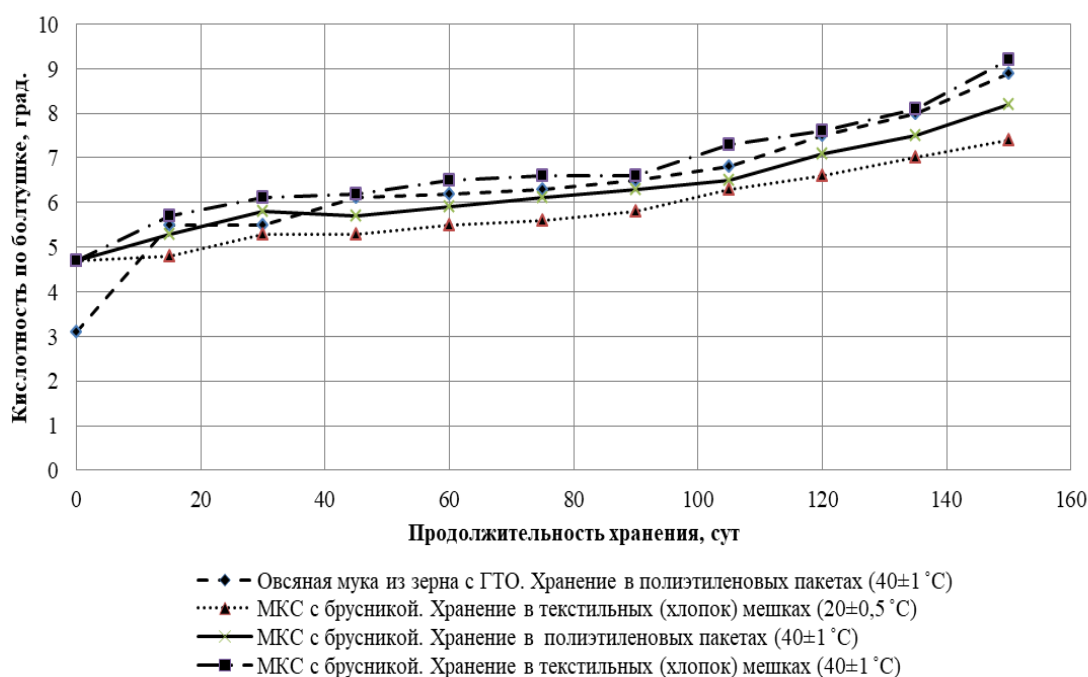


Рисунок 3.18 – Изменение кислотности по болтушке овсяной муки и МКС № 2 (с брусникой) в процессе хранения

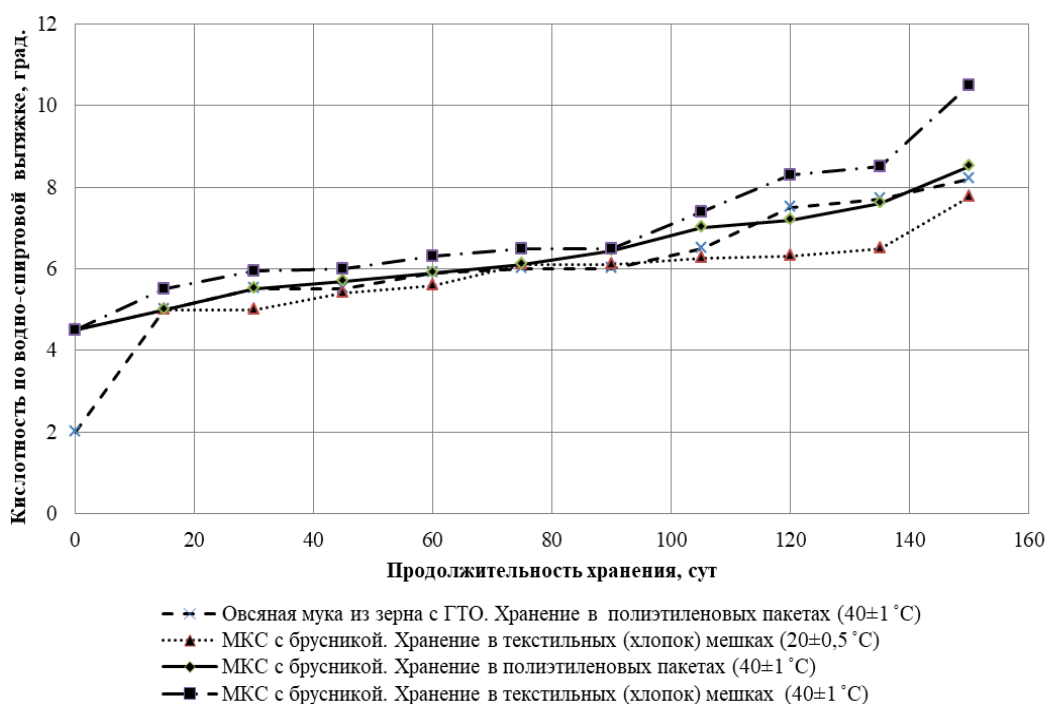


Рисунок 3.19 – Изменение кислотности по водно-спиртовой вытяжке овсяной муки и МКС № 2 (с брусникой) в процессе хранения

Из данных, представленных на рисунках, следует, что кислотность образца смеси с брусникой, хранящегося в полиэтиленовом пакете при

температуре $(40 \pm 1)^\circ\text{C}$ ниже, чем кислотность овсяной муки с ГТО, хранящейся при тех же условиях, что можно связать с действием антиоксидантов, содержащихся в бруснике, которые стабильны и при повышенной температуре [243].

Так же, как и при хранении МКС № 1, кислотность образцов МКС № 2, упакованных в полиэтиленовые пакеты, возрастает медленнее, чем образцов, хранящихся в тканевых мешках.

В целом, кислотность образцов МКС № 1 и № 2 по обоим показателям, растет медленнее, чем кислотность овсяной муки, и к концу экспериментального хранения имеет меньшее значение, чем кислотность овсяной муки из зерна с ГТО. Замедление роста кислотности МКС, очевидно, связано с их повышенной антиоксидантной активностью вследствие введения в состав измельченных семян пажитника (смесь № 1) и измельченных сушеных ягод брусники (смесь № 2).

Срок годности исследуемых продуктов определяли по кислотности по болтушке, ориентируясь на предельно допустимый уровень данного показателя муки для продуктов детского питания, указанный в ГОСТ Р 53495-2009. В соответствии с данным стандартом кислотность овсяной муки не должна превышать $7,0$ град.

Таким образом, муку овсяную из зерна, не прошедшего ГТО, можно хранить в мешках при температуре 20°C не более 75 суток. По методике ускоренного старения (при температуре хранения 40°C) такого уровня кислотности мука достигает на 15 сутки, то есть коэффициент соответствия $K=5$. Для муки из зерна, прошедшего ГТО, срок годности составил 125 суток, а коэффициент соответствия равен 2,1. Таким образом, срок годности для овсяной муки, полученной из зерна, подвергнутого исследуемому способу ГТО, увеличился практически в 1,7 раза. Вместе с тем, следует отметить, что величина коэффициента соответствия, введенного для определения срока годности продукта с использованием методики ускоренного старения, зависит от способа получения овсяной муки.

Для МКС № 1 (с пажитником), хранившейся в текстильных мешках, экспериментальный срок хранения составил 150 суток, по методике ускоренного старения – 120 суток, таким образом коэффициент соответствия равен $K=1,25$. Для МКС № 2 (с брусникой) коэффициент соответствия равен $K=1,35$, а срок годности 135 сут.

Упаковка мучных композитных смесей в полиэтиленовые пакеты позволяет повысить сохранность продуктов: на 12,5 % для МКС № 1 (с пажитником) и на 18 % для МКС № 2 (с брусникой).

Следует также отметить, что методику ускоренного старения продуктов для определения их срока годности нужно использовать с большой осторожностью, так как результаты исследований показали, что коэффициент соответствия не является постоянной величиной и зависит от вида продукта и даже способа его получения.

Одним из важнейших показателей качества муки является кислотное число жира (КЧЖ), которое характеризует количество свободных жирных кислот, накапливающихся в процессе хранения, как результат гидролиза липидов муки.

Из данных, представленных на рисунке 3.20, следует, что КЧЖ муки, выработанной из зерна, не прошедшего ГТО выше, чем муки из зерна овса, подвергнутого ГТО, на протяжении всего периода хранения. Так, через 175 суток хранения кислотное число жира для образца муки из зерна, не подвергавшегося ГТО, при температуре хранения $(20 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ возросло до 105,0 мг КОН на 1 г жира. Для образца муки из зерна овса, прошедшего ГТО, КЧЖ на 175 сутки составило 77,2 мг КОН на 1 г жира. Полученные результаты можно объяснить снижением активности липолитических ферментов при ГТО зерна овса, что способствует лучшей сохранности муки.

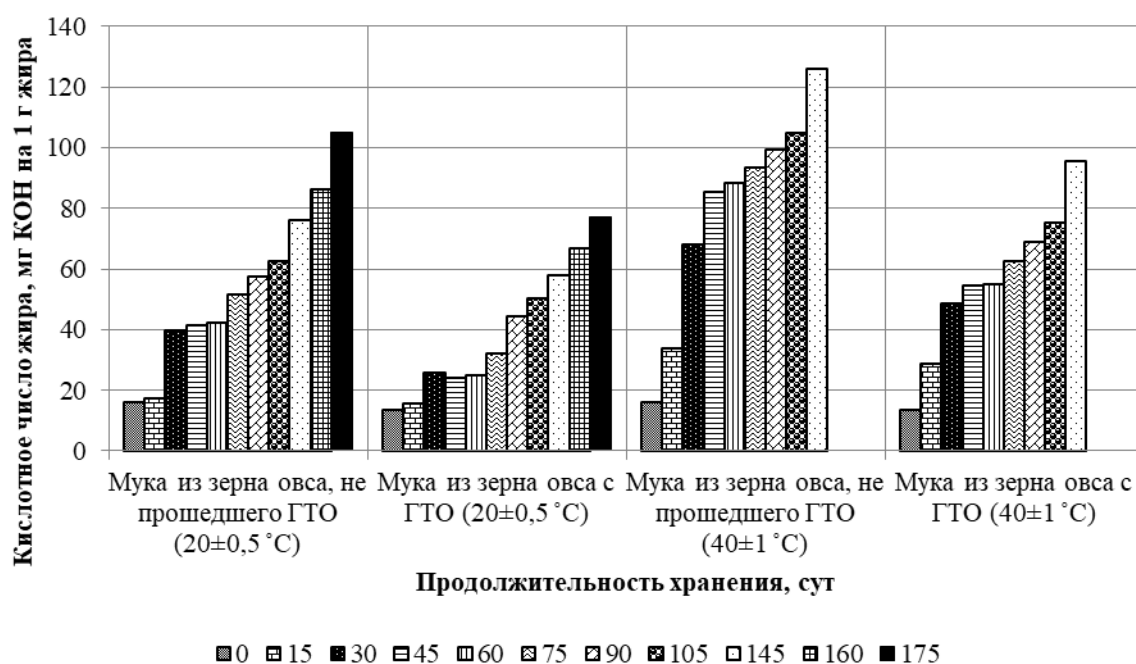


Рисунок 3.20 – Изменение кислотного числа жира овсяной муки в процессе хранения в текстильных (хлопок) мешках

На рисунке 3.21 приведен график зависимости кислотного числа жира МКС № 1 (с пажитником) и овсяной муки из зерна, прошедшего ГТО, от продолжительности хранения.

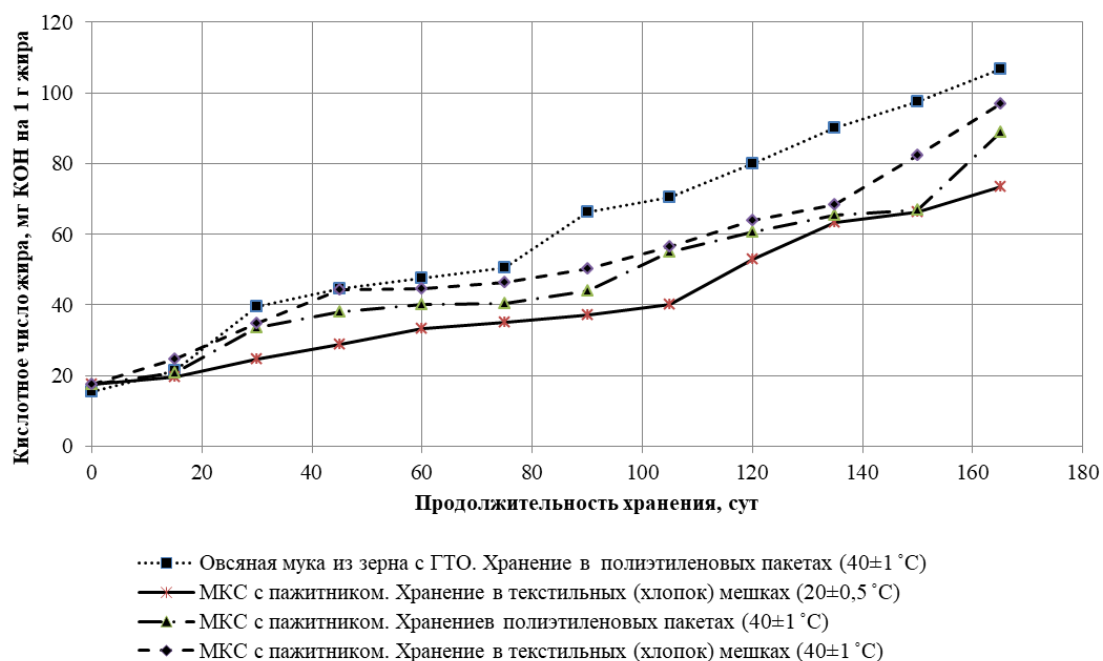


Рисунок 3.21 – Изменение кислотного числа жира МКС № 1 (с пажитником) в процессе хранения

Из представленных данных видно, что КЧЖ смеси, хранившейся при температуре $(40 \pm 1)^\circ\text{C}$ в полиэтиленовых пакетах, по сравнению с овсяной мукой, хранившейся при тех же условиях, возрастает с меньшей скоростью и к концу исследованного срока хранения более чем на 20 единиц ниже КЧЖ овсяной муки. Следует отметить, что при закладке на хранение КЧЖ рассматриваемых продуктов было практически одинаковым. Замедление роста КЧЖ смеси с пажитником можно объяснить содержанием в пажитнике флавоноидов, таких как витексин и изовитексин и других, которые обладают антиоксидантным действием [197]. Содержание жира в сравниваемых продуктах было практически одинаковым. При хранении в текстильных мешках уровень КЧЖ смеси был выше, чем при хранении в полиэтиленовых пакетах на протяжении всего исследованного срока хранения.

Зависимость КЧЖ от продолжительности хранения МКС № 2 (с брусникой) в сравнении с овсяной мукой из зерна, подвергнутого ГТО, приведена на рисунке 3.22.

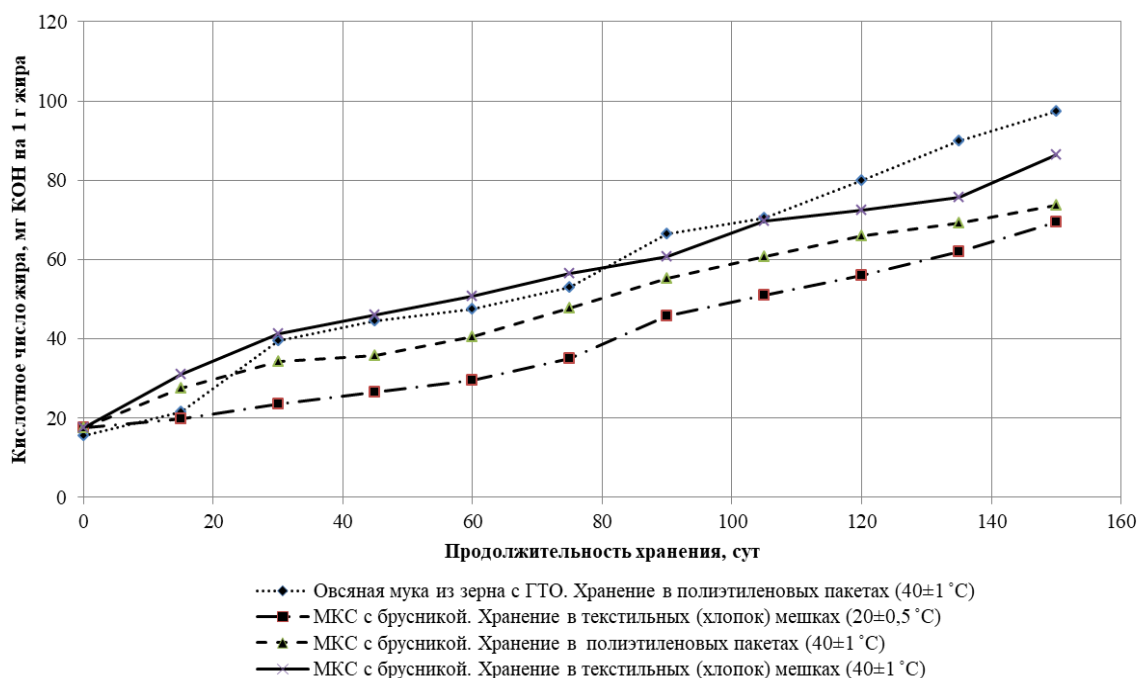


Рисунок 3.22 – Изменение кислотного числа жира МКС № 2 (с брусникой) в процессе хранения

При одинаковых условиях хранения КЧЖ смеси с брусникой ниже КЧЖ овсяной муки, что связано, с одной стороны, с несколько меньшим содержанием жира в смеси, с другой стороны, с особенностями химического состава брусники. Ягоды брусники, так же как и семена пажитника, обладают антиоксидантной активностью и соответственно способствуют лучшей сохранности продукта, поскольку соединения, содержащиеся в их составе, могут выступать в качестве восстановителей, доноров водорода, предотвращая образование свободных радикалов [237].

Материал упаковки продуктов в данном эксперименте также оказал заметное влияние: КЧЖ возрастало в меньшей степени при использовании в качестве упаковки полиэтиленовых пакетов.

Важное значение при хранении пищевых продуктов имеют их микробиологические показатели. Согласно ТР ТС 021/2011 количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в муке не должно превышать $5 \cdot 10^4$ КОЕ/г, плесневых грибов должно быть не более 200 КОЕ/г [162].

По результатам исследований (рисунок 3.23) установлено, что микробиологическая обсемененность овсяной муки из зерна, не подвергавшегося ГТО, более высокая, чем муки из обработанного овса. Это можно объяснить частичной стерилизацией зерна в результате влияния повышенных температур в процессе сушки зерна. Кроме того, следует отметить, что в образцах при хранении не развивалась плесневая микрофлора, хотя и была зафиксирована в начале хранения. КМАФАнМ во всех образцах не превышало допустимых значений за весь период хранения. Так, для муки из зерна, не прошедшего ГТО, максимальное КМАФАнМ было обнаружено на 60 сутки хранения и составило $3,2 \cdot 10^4$ КОЕ/г, для муки из зерна, подвергавшегося ГТО – $0,35 \cdot 10^4$ КОЕ/г.

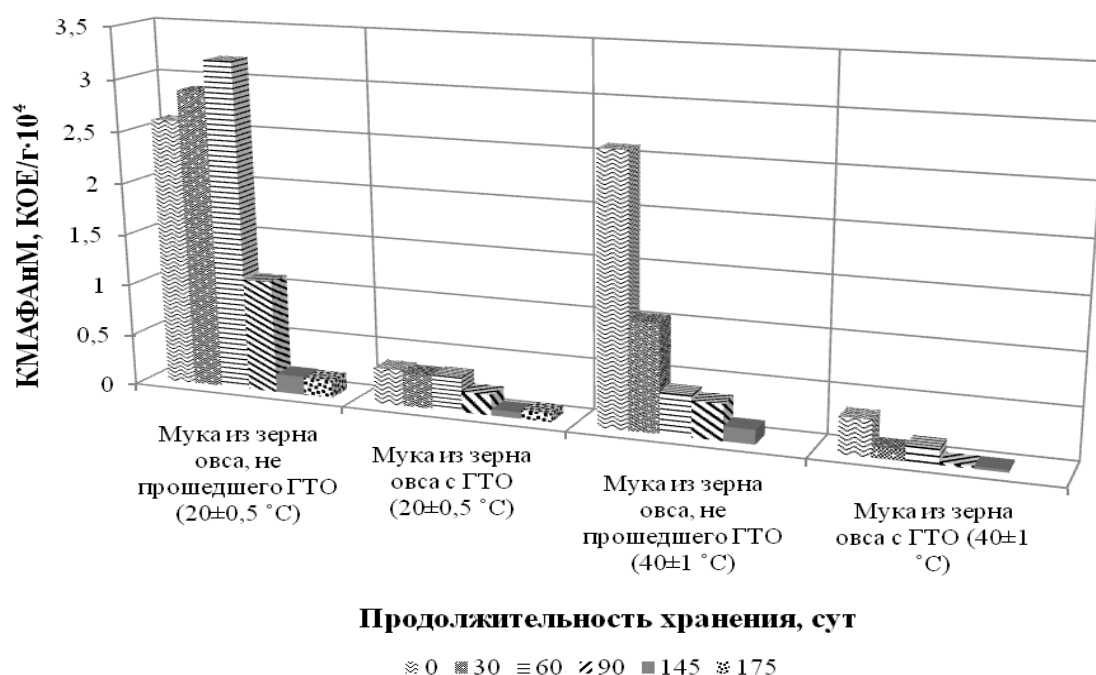


Рисунок 3.23 – Влияние способов обработки зерна на КМАФАнМ овсяной муки

Повышение КМАФАнМ в муке из зерна, не прошедшего ГТО, вероятнее всего, связано с фазой экспоненциального роста, когда происходит поглощение питательных веществ муки [184], далее наблюдается снижение количества микроорганизмов, что, вероятно, связано с повышением кислотности муки вследствие чего происходит отмирание колоний бактерий [189].

В таблице 3.23 приведены результаты исследования влияния продолжительности хранения на КМАФАнМ в МКС № 1 и № 2. Установлено, что КМАФАнМ в процессе хранения имеет тенденцию к снижению. Особенно сильно снижается КМАФАнМ в смеси с брусникой, что можно объяснить высоким содержанием в ягодах брусники природного антисептика – бензойной кислоты [231]. В смеси с пажитником отмечено самое высокое КМАФАнМ, что связано с повышенной обсемененностью микроорганизмами семян пажитника. Вместе с тем, в процессе хранения смеси № 1 КМАФАнМ также снижается.

Таблица 3.23 – Влияние продолжительности хранения на КМАФАнМ в МКС № 1 и № 2

Образец	Наименование показателя	Продолжительность хранения, сут					
		0	30	60	90	130	160
МКС № 1 (с пажитником). Хранение в текстильных мешках (20±0,5 °С)	КМАФАнМ, КОЕ/г·10 ³	14,50	13,00	12,50	10,00	10,00	10,00
МКС № 1 (с пажитником). Хранение в текстильных мешках (40±1 °С)	КМАФАнМ, КОЕ/г·10 ³	14,50	6,00	4,50	4,00	2,10	2,00
МКС № 2 (с брусникой). Хранение в текстильных мешках (20±0,5 °С)	КМАФАнМ, КОЕ/г·10 ³	4,85	3,45	2,60	2,50	1,60	1,30
МКС № 2 (с брусникой). Хранение в текстильных мешках (40±1 °С)	КМАФАнМ, КОЕ/г·10 ³	4,85	2,00	1,50	1,20	1,10	1,00

Рост плесневых грибов в рассматриваемых образцах не наблюдался, что, помимо прочего, связано с противогрибковой активностью пажитника и брусники [248].

Температура хранения оказала заметное влияние на КМАФАнМ, особенно в смеси с пажитником. Снижение КМАФАнМ при температуре хранения (40±1 °С) можно объяснить чувствительностью исследуемой группы микроорганизмов к повышенной температуре и растущей в процессе хранения, особенно при (40±1 °С), кислотностью образцов.

В целом, КМАФАнМ во всех образцах, не превышало допустимых значений за весь период хранения.

3.7.2 Исследование безопасности овсяной муки и МКС

Овсяная мука, МКС, как и другие продукты питания, вырабатываемые на территории Таможенного союза, по показателям безопасности должны соответствовать требованиям Технического регламента ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». В Алтайском филиале ФГБУ «Центр оценки качества зерна» были исследованы образцы овсяной муки из зерна овса, прошедшего ГТО с увлажнением в шнековой вакуумной установке, отволаживанием и сушкой, МКС № 1 (с пажитником) и № 2 (с брусникой) на содержание в них микотоксинов, токсичных элементов, пестицидов, радионуклидов и ГМО с использованием методов, указанных в разделе 2, (таблицы 3.24, 3.25, приложения И, К, Л).

Таблица 3.24 – Показатели безопасности овсяной муки из зерна, прошедшего ГТО с увлажнением в вакуумной установке, отволаживанием и сушкой

Показатель безопасности	Единицы измерения	Фактический результат	Норма по НТД	Предел количественных определений
Токсичные элементы				
Свинец	мг/кг	0,047	Не более 0,5	0,02
Кадмий	мг/кг	0,050	Не более 0,1	0,003
Ртуть	мг/кг	Менее 0,0025	Не более 0,03	0,0025
Мышьяк	мг/кг	0,022	Не более 0,2	0,02
Микотоксины				
Афлатоксин В1	мг/кг	Менее 0,003	Не более 0,005	0,003
Т-2 токсин	мг/кг	Менее 0,05	Не более 0,1	0,05
Охратоксин А	мг/кг	Менее 0,0001	Не более 0,005	0,0001
Пестициды				
ДДТ и его метаболиты	мг/кг	Менее 0,004	Не более 0,02	0,004
ГХЦГ: (α, β, γ – изомеры)	мг/кг	Менее 0,002	Не более 0,5	0,002
2,4-Д кислота и ее соли и эфиры	мг/кг	Не обнаружены при пределе обнаружения 0,02	Не допускаются	0,02
Ртутьорганические пестициды	мг/кг	Не обнаружены при пределе обнаружения 0,005	Не допускаются	0,005

Окончание таблицы 3.24

Показатель безопасности	Единицы измерения	Фактический результат	Норма по НТД	Предел количественных определений
Радионуклиды				
Активность Цезий 137	Бк/кг	Менее 3,0	Не более 180	3,0
ГМО				
Качественный анализ содержания ГМИ	-	В анализируемой пробе, материал, являющийся производным ГМО, не обнаружен	-	-

Данные таблицы 3.24 свидетельствуют о высокой безопасности полученной по исследуемой технологии овсяной муки, поскольку все показатели безопасности оказались намного ниже допустимых уровней.

Таблица 3.25 – Показатели безопасности МКС № 1 (с пажитником) и № 2 (с брусникой)

Показатель безопасности	Единицы измерения	Фактический результат МКС № 1 (с пажитником)	Фактический результат МКС № 2 (с брусникой)	Норма по НТД	Предел количественных определений
Токсичные элементы					
Свинец	мг/кг	0,12	0,15	Не более 0,5	0,02
Кадмий	мг/кг	0,041	0,044	Не более 0,1	0,003
Ртуть	мг/кг	Менее 0,0025	Менее 0,0025	Не более 0,03	0,0025
Мышьяк	мг/кг	0,035	0,057	Не более 0,2	0,02
Микотоксины					
Афлатоксин В ₁	мг/кг	Менее 0,003	Менее 0,003	Не более 0,005	0,003
Т-2 токсин	мг/кг	Менее 0,05	Менее 0,05	Не более 0,1	0,05
Охратоксин А	мг/кг	Менее 0,0001	Менее 0,0001	Не более 0,005	0,0001
Дезоксиниваленол	мг/кг	Менее 0,15	Менее 0,15	Не более 0,7	0,15
Зеараленон	мг/кг	Менее 0,06	Менее 0,06	Не более 0,2	0,06

Окончание таблицы 3.25

Показатель безопасности	Единицы измерения	Фактический результат МКС № 1 (с пажитником)	Фактический результат МКС № 2 (с брусникой)	Норма по НТД	Предел количественных определений
Пестициды					
ГХЦГ (α, β, γ - изомеры)	мг/кг	Менее 0,002	Менее 0,002	Не более 0,5	0,002
ДДТ и его метаболиты	мг/кг	Менее 0,004	Менее 0,004	Не более 0,02	0,004
Гексахлорбензол	мг/кг	Менее 0,002	Менее 0,002	Не более 0,01	0,002
2,4-Д кислота, ее соли и эфиры	мг/кг	Не обнаружена при пределе обнаружения 0,02	Не обнаружена при пределе обнаружения 0,02	Не допускаются	0,02
Ртутьорганические пестициды	мг/кг	Не обнаружены при пределе обнаружения 0,005	Не обнаружены при пределе обнаружения 0,005	Не допускаются	0,005
Радионуклиды					
Активность Цезий 137	Бк/кг	Менее 3,0	Менее 3,0	Не более 60	3,0
ГМО					
Качественный анализ содержания ГМИ	-	В анализируемой пробе, материал, являющийся производным ГМО, не обнаружен	В анализируемой пробе, материал, являющийся производным ГМО, не обнаружен	-	-

Из таблицы 3.25 следует, что мучные композитные смеси на основе овсяной муки безопасны согласно требованиям ТР ТС 021/2011, поскольку все исследованные показатели безопасности ниже допустимых уровней.

3.8 Определение качества хлеба с МКС

3.8.1 Дегустация и оценка качества хлеба с МКС № 1 (с пажитником) и МКС № 2 (с брусникой)

На дегустацию были представлены три образца хлеба: контрольный образец, выпеченный из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, хлеб из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта с добавлением МКС № 1 (с пажитником) и хлеб из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта с добавлением МКС № 2 (с брусникой).

Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, взятая для исследований, имела следующее качество: влажность 14,0 %; количество сырой клейковины – 34 %; качество клейковины – 72 ед. ИДК; белизну – 58 усл. ед. прибора РЗ-БПЛ; зольность в пересчете на сухое вещество – 0,54 %; число падения – 334 с; кислотность – 2,5 град.

Мучные хлебопекарные смеси, использованные для выпечки образцов хлеба с МКС, готовили с заменой 15 % пшеничной муки высшего сорта МКС № 1 или МКС № 2.

Физико-химические характеристики образцов хлеба, представленных на дегустацию, приведены в таблице 3.26.

Таблица 3.26 – Физико-химические показатели качества хлеба

Показатель	Вид хлеба		
	из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта - контроль	из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и МКС № 1 (с пажитником)	из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и МКС № 2 (с брусникой)
Удельный объем формового хлеба, см ³ /г	3,3	2,8	3,0
Кислотность мякиша, град.	1,6	2,0	2,9
Пористость мякиша, %	77	72	75
Влажность мякиша, %	42,3	43,0	42,7

Из данных, приведенных в таблице, следует, что оба образца хлеба с МКС несколько уступают по удельному объему и пористости мякиша

контрольному образцу. При этом хлеб с добавлением МКС № 2 (с брусникой) по удельному объему и пористости мякиша ближе к контрольному образцу. Кислотность мякиша хлеба с МКС № 2 самая высокая, что объясняется повышенной кислотностью одного из компонентов МКС – сушеных измельченных ягод брусники. Вместе с тем, все оцениваемые показатели соответствуют требованиям нормативной документации к хлебобулочным изделиям из пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта (ГОСТ Р 56631-2015).

Органолептические показатели качества хлеба, представленного на дегустацию, приведены в таблице 3.27. Внешний вид хлеба – в приложении М.

Таблица 3.27 – Органолептические показатели качества хлеба

Наименование показателя	Вид хлеба	Характеристика показателя
1 Форма хлеба	контроль Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 1 Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 2	Правильная
2 Поверхность корки	контроль Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 1 Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 2	Гладкая
3 Цвет корки	контроль Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 1 Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 2	Коричневый Интенсивный коричневый Светло-коричневый
4 Цвет мякиша	контроль Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 1 Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 2	Белый Серовато-желтый Серовато-розовый
5 Равномерность окраски мякиша	контроль Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 1 Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 2	Равномерная
6 Эластичность	контроль Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 1 Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 2	Хорошая
7 Крошковатость	контроль Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 1 Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 2	Некрошащийся
8 Пористость -по крупности пор	контроль Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 1 Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 2	Крупная Средняя Средняя
- по равномерности пор	контроль Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 1 Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 2	Равномерная
- по толщине стенок пор	контроль Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 1 Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 2	Равномерная

Окончание таблицы 3.27

Наименование показателя	Вид хлеба	Характеристика показателя
9 Вкус	Контроль Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 1 Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 2	Свойственный пшеничному хлебу Свойственный пшеничному хлебу, с привкусом пажитника Свойственный пшеничному хлебу, со слабым привкусом брусники
10 Запах	контроль Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 1 Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 2	Свойственный пшеничному хлебу Свойственный пшеничному хлебу, с ароматом пажитника Свойственный пшеничному хлебу, со слабым ароматом брусники
11 Хруст	контроль Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 1 Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 2	Нет
12 Комкуемость при разжевывании	контроль Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 1 Из муки пшеничной высшего сорта и МКС № 2	Нет

Результаты исследования показали, что замена 15 % муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта МКС № 1 и МКС № 2 не привела к ухудшению сенсорных характеристик получаемого хлеба, однако придала хлебу отчетливые специфические вкус и запах, благодаря содержанию в МКС пажитника и брусники. При этом хлеб имел некрошащийся эластичный мякиш с равномерной пористостью.

Дегустация хлеба была проведена на кафедре технологии хранения и переработки зерна АлтГТУ им. И.И. Ползунова. Дегустаторами явились преподаватели и сотрудники кафедры ТХПЗ, а также преподаватели и сотрудники кафедры технологии продуктов питания. Оценку результатов дегустации осуществляли по 5-балльной шкале с использованием коэффициентов (Приложение Н).

Балльная оценка органолептических показателей качества хлеба, полученная при проведении дегустации, представлена в виде профилограммы на рисунке 3.24, а результаты с применением балльной шкалы приведены в таблице 3.28.



Рисунок 3.24 – Профилограммы органолептической оценки качества хлеба

Таблица 3.28 – Органолептическая оценка качества хлеба из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и МКС

Вид хлеба	Органолептическая оценка качества, баллы					
	характеристика формы изделия (max 0,8)	состояние поверхности (max 0,7)	цвет корки и мякиша (max 0,5)	состояние мякиша (max 1,5)	запах и вкус (max 1,5)	сумма баллов (max 5,0)
Из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта - контроль	0,77±0,10	0,69±0,10	0,48±0,10	1,48±0,10	1,44±0,10	4,87±0,10
Из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и МКС № 1 (с пажитником)	0,77±0,10	0,66±0,10	0,48±0,10	1,47±0,10	1,47±0,10	4,87±0,10
Из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и МКС № 2 (с брусникой)	0,76±0,10	0,64±0,10	0,43±0,10	1,42±0,10	1,44±0,10	4,70±0,10

Из данных, представленных на диаграмме, следует, что самая высокая оценка запаха и вкуса соответствует образцу с добавлением МКС № 1 – 4,92 балла.

Суммарная балльная оценка органолептических показателей качества хлеба из мучной смеси с МКС № 1 соответствует контрольному образцу. Хлеб из мучной смеси с МКС № 2 имеет более низкую сумму баллов в основном из-за излишне светлой (светло-желтой) корки. По запаху и вкусу данный образец характеризуется высоким баллом.

3.8.2 Расчет пищевой ценности и определение содержания антиоксидантных компонентов в хлебе

Результаты определения пищевой и энергетической ценности хлеба из муки пшеничной высшего сорта и из муки пшеничной высшего сорта с добавлением МКС № 1 и № 2 в количестве 15 % взамен пшеничной муки приведены в таблице 3.29.

Пищевую и энергетическую ценность рассчитывали на 100 г хлеба по содержанию основных пищевых веществ, входящих в состав исходного сырья, с учетом потерь при различных технологических операциях. Расчет пищевой ценности хлеба проводили по методу, разработанному в ФГБНУ НИИХП [86]. Содержание основных пищевых веществ определяли по результатам исследований химического состава, а также по справочным данным и таблицам [153].

Из представленных данных видно, что добавление МКС № 1 и № 2 привело к обогащению готовой продукции белками, жирами и некоторыми минеральными веществами и витаминами. Кроме того, в состав хлеба с МКС вошли флавоноидные соединения, витамин С, придающие ему антиоксидантные свойства.

Увеличение содержания белка и жира в хлебе при добавлении обеих МКС объясняется повышенным содержанием данных нутриентов в овсяной

муке и в семенах пажитника, входящего в состав МКС № 1. Содержание углеводов в хлебе с МКС несколько снизилось.

Таблица 3.29 – Сравнительная оценка пищевой ценности хлеба из муки пшеничной высшего сорта и хлеба с МКС № 1 и № 2

Компонент	Содержание на 100 г продукта			Удовлетворение суточной потребности, %		
	Хлеб из муки пшеничной высшего сорта (контроль)	Хлеб из муки пшеничной высшего сорта с добавлением 15 % МКС № 1	Хлеб из муки пшеничной высшего сорта с добавлением 15 % МКС № 2	Хлеб из муки пшеничной высшего сорта (контроль)	Хлеб из муки пшеничной высшего сорта с 15 % МКС № 1	Хлеб из муки пшеничной высшего сорта с 15 % МКС № 2
Нутриенты, г						
Белки	7,2	8,0	7,7	9,6	10,7	10,3
Жиры	0,7	1,1	1,0	0,8	1,3	1,2
Углеводы	49,9	48,9	49,0	13,7	13,4	13,4
Минеральные вещества, мг						
Na	499	502	501	10,0	10,1	10,0
K	93	115	103	2,7	3,3	2,9
Ca	20	28	25	2,0	2,8	2,5
Mg	14	25	23	3,5	6,3	5,8
P	65	90	85	8,1	11,3	10,6
Fe	1,1	1,9	1,4	7,9	13,6	10,0
Витамины, мг						
β-каротин	0,00	0,01	0,05	0,0	0,8	4,0
B ₁	0,11	0,12	0,11	7,9	8,6	7,9
B ₂	0,03	0,04	0,04	1,9	2,5	2,5
PP	0,90	0,90	0,89	5,0	5,0	4,9
Содержание антиоксидантов, мг						
Витамин С	0,00	0,32	0,35	0,0	0,5	0,6
Флавоноидные соединения (в пересчете на рутин)	0	27	26	0,0	36,0	34,6
Энергетическая ценность, ккал / кДж	236/986	241/1007	237/990	9,4/9,4	9,6/9,6	9,5/9,5

Изменился состав хлеба с МКС № 1 и № 2 по содержанию минеральных веществ. Содержание калия по сравнению с контролем увеличилась на 23 и 11 %, магния на 78 и 64 %, кальция на 40 и 25 %, фосфора на 38 и 30 % соответственно.

Содержание витаминов В₁, В₂ в хлебе с МКС несколько возросло. Однако одно из наиболее важных преимуществ полученного хлеба с добавлением обеих смесей – это появление в его составе β-каротина, флавоноидных соединений и витамина С, практически отсутствующих в контрольном образце.

Повышение пищевой ценности хлеба с МКС № 1 и МКС № 2 привело к увеличению степени удовлетворения суточной потребности человека в нутриентах, минеральных веществах и витаминах согласно ТР ТС 022/2011 [135].

3.9 Разработка нормативной документации, опытно-промышленная апробация и экономическое обоснование предлагаемых технологических решений

3.9.1 Нормативная документация, опытно-промышленная апробация и расчет экономической эффективности производства овсяной муки по предложенной технологии

В результате проведенных исследований установлено, что предлагаемая технология переработки зерна овса, отличительной особенностью которой является использование гидротермической обработки с интенсивным увлажнением зерна в вакуумной установке, отволаживанием и сушкой, позволяет вывести на рынок новый продукт – овсяную муку улучшенного качества из нешлифованного ядра овса. На овсяную муку, полученную по предложенной технологии, разработаны и утверждены технические условия ТУ-9293-001-21451215-2019 «Овсяная мука» (Приложение В).

На овсозаводе АО «Алтайская крупа» (Алтайский край, с Советское) была осуществлена производственная выработка партии овсяной муки в количестве 200 кг по технологии и в соответствии с разработанными техническими условиями. Установлено, что качество полученной овсяной муки соответствует требованиям разработанной нормативной документации. Акт производственной выработки партии овсяной муки приведен в Приложении Г.

Для оценки экономической эффективности предлагаемой технологии выполнены экономические расчеты применительно к линии производства овсяной муки с производительностью 30 т/сут на овсозаводе АО «Алтайская крупа». Сравнивали существующую технологию (без гидротермической обработки зерна) и предлагаемую технологию производства овсяной муки.

Нормы выхода продукции по существующей и предлагаемой технологиям приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Нормы выхода продукции при переработке овса

Наименование продукта	Существующая технология		Предложенная технология	
	%	т	%	т
Мука овсяная	59,0	4513,5	62,5	4781,3
Итого продукции	59,0	4513,5	62,5	4781,3
Кормовая мучка	7,0	535,5	3,5	267,8
Лузга	23,0	1759,5	23,0	1759,5
Кормовой зернопродукт	2,8	214,2	2,8	214,2
Отходы и механические потери	0,7	53,6	0,7	53,6
Мелкий овес	5,0	382,5	5,0	382,5
Усушка	2,5	191,2	2,5	191,2
Итого	100,0	7650,0	100,0	7650,0

Использование ГТО зерна овса позволило повысить выход муки. Кроме того, как по существующей, так и по предложенной технологии на измельчение направлялось не только целое, но и дробленое ядро. При этом по существующей технологии выход дробленого ядра составляет 5-7 %, по предложенной технологии – 1-2 %. Зольность дробленого ядра выше зольности целого ядра, соответственно овсяная мука по существующей технологии имеет зольность выше зольности муки по предложенной технологии.

Расчет стоимости сырья и материалов по существующей и предложенным технологиям приведен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Расчет стоимости сырья и материалов

Наименование показателя	Ед изм.	Количество		Цена, руб.		Стоимость, тыс. руб.	
		сущест. технол.	предлож. технол.	сущест. технол.	предлож. технол.	сущест. технол.	предлож. технол.
1 Сырье: зерно овса	т	7650,0	7650,0	8000,0	8000,0	61200,0	61200,0
2 Материалы, в т.ч.	-	-	-	-	-	686,0	437,9
- мешки	шт.	90270	57376	7,5	7,5	677,0	430,3
- катушки ниток	шт.	90	57	100,0	100,0	9,0	5,7
- бумажные пакеты	шт.	-	1913	-	1,0	-	1,9
3 Прочие материалы	-	-	-	-	-	1836,0	1836,0

Окончание таблицы 4.2

Наименование показателя	Ед. изм.	Количество		Цена, руб.		Стоимость, тыс. руб.	
		сущест. технол.	предлож. технол.	сущест. технол.	предлож. технол.	сущест. технол.	предлож. технол.
4 Расходы по доставке	-	-	-	-	-	1237,7	1232,8
Итого	-	-	-	-	-	64959,7	64706,7

При расчете стоимости материалов учли, что по существующей технологии вся выпускаемая мука пакуются в полипропиленовые мешки по 50 кг. По предложенной технологии предполагается в полипропиленовые мешки по 50 кг паковать 60 % от производимой муки. Остальную муку (40 % от производимой) планируется фасовать в бумажные пакеты по 1 кг на имеющихся на предприятии линиях.

В таблице 4.3 приведен расчет плановой калькуляции готовой продукции.

Таблица 4.3 – Расчет плановой калькуляции готовой продукции

Статья калькуляции	Существующая технология			Предложенная технология		
	Значение		Структура себестоимости, %	Значение		Структура себестоимости, %
	всего, тыс. руб.	на 1 т, руб.		всего, тыс. руб.	на 1 т, руб.	
1 Материальные затраты, в т.ч.:	62986,4	13,96	92,14	63821,6	13,35	89,84
- сырье и материалы	64959,7	14,39	94,98	64706,7	13,53	91,11
- электроэнергия и теплоэнергия	1423,3	0,32	2,11	1691,2	0,34	2,29
- пар на технологические нужды	0,0	0,00	0,00	8,4	0,01	0,06
- водоснабжение на технологические нужды	0,0	0,00	0,00	8,8	0,01	0,07
- возвратные отходы (используются в комбикормовом производстве)	3396,6	0,75	4,95	2593,5	0,54	3,64
2 Амортизация основных фондов	783,6	0,17	1,12	1110,1	0,23	1,56
3 Фонд оплаты труда	2820	0,63	4,16	3900	0,82	5,49
4 Отчисления на социальные нужды	846	0,19	1,26	1170	0,24	1,65

Окончание таблицы 4.3

Статья калькуляции	Существующая технология			Предложенная технология		
	Значение		Структура себестоимости, %	Значение		Структура себестоимости, %
	всего, тыс. руб.	на 1 т, руб.		всего, тыс. руб.	на 1 т, руб.	
5 Прочие расходы	282	0,06	0,40	390	0,08	0,55
6 Коммерческие расходы	649,6	0,14	0,92	647,1	0,13	0,91
Полная себестоимость	68367,6	15,15	100,00	71038,8	14,85	100,00
Оптовая цена единицы продукта, руб.:	800,0			800,0		
- мука овсяная (m = 50 кг)						
- мука овсяная (m = 1 кг)	-			18,50		
Рентабельность продукции, %	4,50			11,54		
Чистая прибыль, тыс. руб.	3078,72			8194,64		

Экономический расчет показал, что полная себестоимость продукции по предложенной технологии возросла вследствие повышения материальных затрат на электроэнергию, водоснабжение, пар на технологические нужды, а также затрат на амортизацию основных фондов из-за приобретения и монтажа нового технологического оборудования и увеличения фонда оплаты труда. Однако затраты на 1 тонну готовой продукции снизились, благодаря увеличению ее выхода.

Внедрение предложенной технологии овсяной муки с использованием гидротермической обработки зерна, включающей его интенсивное увлажнение в вакуумной установке, отволаживание и сушку, позволит не только повысить выход готовой продукции, но и улучшить ее качество. С учетом этого предлагается часть овсяной муки (40 %) фасовать в бумажные пакеты по 1 кг и поднять оптовую цену мелкофасованной продукции до 18,50 рублей за 1 кг. В результате снижения затрат на 1 тонну готовой продукции и повышения оптовой цены мелкофасованной овсяной муки рентабельность продукции возрастет с 4,50 до 11,54 %.

3.9.2 Экономическое обоснование производства хлеба с добавлением МКС № 1 и МКС № 2 взамен пшеничной муки высшего сорта

Опытно-промышленную апробацию способа производства хлеба с добавлением МКС № 1 (с измельченными семенами пажитника на основе овсяной муки) и МКС № 2 (с измельченными сушеными ягодами брусники на основе овсяной муки) взамен пшеничной муки высшего сорта осуществили в ИП «Клибадзе Созари Чичикоевич» (г. Барнаул), в котором вырабатывают различные виды хлебобулочных изделий. Результаты проверки показали, что все оцениваемые показатели качества хлеба соответствуют требованиям нормативной документации к хлебобулочным изделиям из пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта (ГОСТ Р 56631-2015). Акт производственной проверки способа производства хлеба приведен в Приложении Д.

Для оценки экономической эффективности производства хлеба с добавлением МКС № 1 и МКС № 2 взамен пшеничной муки высшего сорта были выполнены основные экономические расчеты.

Рецептура хлеба из пшеничной муки высшего сорта (контроль) и хлеба с МКС № 1 и № 2 приведена в таблице 4.4.

Расчет стоимости мучных композитных смесей представлен в таблице 4.5. Сырье для производства мучных композитных смесей было закуплено: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта – в ООО «КДВ Яшкино», ягоды брусники сушеные – в ООО «Ягоды Сибири», семена пажитника – в «Nourhane Egypt» и ООО «Ашан», пшеничный глютен – в ЗАО «Племзавод-Юбилейный».

Нормы расхода и стоимость сырья для производства хлеба приведены в таблице 4.6. Калькуляция затрат на производство хлеба пшеничного из муки высшего сорта (контроль) и хлеба пшеничного с МКС № 1 и № 2 – в таблице 4.7.

Таблица 4.4 – Рецепттура хлеба пшеничного из муки высшего сорта (контроль) и хлеба пшеничного с МКС № 1 и № 2

Компонент рецептуры	Количество сырья, кг	Влажность, %	Количество влаги, кг	Количество сухих веществ в сырье, кг	Количество сырья, кг	Влажность, %	Количество влаги, кг	Количество сухих веществ в сырье, кг	Количество сырья, кг	Влажность, %	Количество влаги, кг	Количество сухих веществ в сырье, кг
	Контроль				Хлеб с МКС № 1				Хлеб с МКС № 2			
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	100,0	14,0	14,00	86,00	85,0	14,0	11,90	73,10	85,0	14,0	11,90	73,10
МКС № 1	-	-	-	-	15,0	11,9	1,78	13,22	-	-	-	-
МКС № 2	-	-	-	-	-	-	-	-	15,0	12,2	1,83	13,17
Соль поваренная пищевая	1,5	3,0	0,04	1,46	1,5	3,0	0,04	1,46	1,5	3,0	0,04	1,46
Дрожжи хлебопекарные прессованные	3,1	75,0	2,32	0,77	3,1	75,0	2,32	0,77	3,1	75,0	2,32	0,77
Вода	<i>По расчету, исходя из влажности</i>											
Итого	104,6	-	-	88,23	104,6	-	-	88,55	104,6	-	-	88,50

Таблица 4.5 – Расчет стоимости 1 кг мучных композитных смесей

Компонент рецептуры	Цена 1 кг сырья, руб.	МКС № 1		МКС № 2	
		норма расхода сырья, кг	стоимость сырья, руб.	норма расхода сырья, кг	стоимость сырья, руб.
Овсяная мука	17,00	0,667	11,34	0,667	11,34
Измельченные семена пажитника	214,00	0,133	28,46	-	-
Измельченные сушеные ягоды брусники	900,00	-	-	0,133	119,70
Пшеничный глютен	130,00	0,060	7,80	0,060	7,80
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	22,00	0,140	3,08	0,140	3,08
Итого:	-	-	50,68	-	141,92

Таблица 4.6 – Нормы расхода и стоимость сырья для производства хлеба

Компонент рецептуры	Цена 1 кг сырья, руб.	Контроль		Хлеб с МКС № 1		Хлеб с МКС № 2	
		норма расхода сырья, кг	стоимость сырья, руб.	норма расхода сырья, кг	стоимость сырья, руб.	норма расхода сырья, кг	стоимость сырья, руб.
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	22,00	1000,00	22000,00	850,00	18700,00	850,00	18700,00
МКС № 1	50,68	-	-	150,00	7602,00	-	-
МКС № 2	141,92	-	-	-	-	150,00	21288,00
Соль поваренная пищевая	10,00	15,33	153,30	15,33	153,30	15,33	153,30
Дрожжи хлебопекарные прессованные	81,67	31,33	2558,72	31,33	2558,72	31,33	2558,72
Итого:	-	-	24712,02	-	29014,02	-	42700,02

Таблица 4.7 – Калькуляция затрат на производство хлеба пшеничного из муки высшего сорта (контроль) и хлеба пшеничного с МКС № 1 и № 2

Статья калькуляции	Затраты на 1 т продукции, руб.		
	Контроль	Хлеб с МКС № 1	Хлеб с МКС № 2
Сырье, материалы	18964,02	22015,34	32732,86
Транспортные расходы	379,28	440,30	645,65
Вспомогательные материалы	980,00	980,00	980,00
Топливо и электроэнергия	1200,00	1200,00	1200,00
Пленка и этикетка	1278,00	1278,00	1278,00
Общепроизводственные расходы	1800,00	1800,00	1800,00
Общехозяйственные расходы	1280,00	1280,00	1280,00
Заработная плата	2500,00	2500,00	2500,00
Страховые взносы	1300	1300	1300
Полная себестоимость	29681,30	32793,64	43716,51
Выручка от реализации	34133,47	37712,68	50273,98
Прибыль от реализации	4452,19	4919,04	6557,47
Уровень рентабельности продукции, %	15	15	15
Оптово-отпускная цена хлеба массой 0,5 кг, руб./ шт.	18,76	20,73	27,64

Проведенные экономические расчеты показали, что при установившемся уровне постоянных и переменных затрат на производство и транспортных расходах 2,0 % от стоимости сырья, с учетом уровня рентабельности продукции 15 %, оптово-отпускная цена хлеба массой 0,5 кг должна составить: для хлеба с МКС № 1 – 20,73 руб., для хлеба с МКС № 2 – 27,64 руб. Цена контрольного образца пшеничного хлеба – 18,76 руб. Увеличение цены хлеба с МКС компенсируется повышением прибыли от реализации в 1,10 раза для хлеба с МКС № 1 и в 1,47 раза для хлеба с МКС № 2 по сравнению с контрольным образцом.

ВЫВОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Установлено, что способ гидротермической обработки, включающий интенсивное увлажнение зерна в шнековой вакуумной установке, отволаживание и сушку, позволяет при подобранных на основе однофакторных экспериментов и математической модели процесса ГТО оптимальных режимах получить высокую эффективность шелушения зерна; разработана технологическая схема производства овсяной муки, отличительной особенностью которой является использование интенсивного увлажнения зерна при ГТО. На предложенный способ ГТО овса с увлажнением зерна под вакуумом получен патент РФ № 2682051.

2. Доказано, что предложенный способ ГТО с интенсивным увлажнением зерна, использованный в технологии овсяной муки, позволяет повысить эффективность шелушения зерна и получить выход муки не ниже, чем в технологии с ГТО, включающей пропаривание и сушку зерна, и заметно выше, чем в технологии муки без ГТО. При этом овсяная мука, выработанная с использованием разработанного способа ГТО зерна, по ряду показателей качества (массовой доле золы, титруемой кислотности, кислотному числу жира, органолептическим свойствам) превосходит овсяную муку из зерна, не подвергавшегося ГТО. Химический состав овсяной муки, полученной с использованием исследуемого способа ГТО зерна претерпел меньшие изменения, чем муки после ГТО зерна с пропариванием и сушкой.

3. Установлено, что внесение в мучную смесь более 10 % овсяной муки, полученной по разработанной технологии, взамен муки пшеничной хлебопекарной, приводит к ухудшению реологических свойств теста и качества хлеба. Рекомендовано вносить в мучную смесь 10 % овсяной муки взамен муки пшеничной хлебопекарной без существенного изменения качества хлеба.

4. Экспериментально определены допустимые пределы введения в состав двухкомпонентной мучной смеси (мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта 90 % – мука овсяная 10 %) взамен муки пшеничной хлебопекарной

исследуемых растительных компонентов, позволяющих получить хлеб хорошего качества: измельченные семена пажитника – 2 % или измельченные сушеные ягоды брусники – 2 %; в качестве улучшителя рекомендован пшеничный глютен (сухая пшеничная клейковина) в дозировке 0,9 %.

5. Разработано два варианта состава МКС на основе овсяной муки, полученной по исследуемой технологии, с добавлением измельченных семян пажитника или измельченных сушеных ягод брусники, пшеничного глютена, муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта; пищевая ценность обеих смесей превышает пищевую ценность муки хлебопекарной высшего сорта по содержанию белка, жира, минеральных веществ и витаминов. Установлено, что МКС содержат в своем составе флавоноидные соединения, витамин С, придающие им антиоксидантные свойства. На разработанный состав МКС получен патент РФ № 2706484.

6. Установлено, что мучные смеси (85 % муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, 15 % МКС) по ряду фаринографических характеристик теста заметно отличаются от пшеничной муки высшего сорта, а по величине числа качества фаринографа превосходят ее; изучение экстенсографических характеристик теста показало, что введение в состав мучных смесей обеих МКС улучшает реологические свойства теста по сравнению с тестом из двухкомпонентной смеси: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта – мука овсяная.

7. Экспериментально доказано, что использование ГТО с интенсивным увлажнением зерна увеличивает стойкость при хранении овсяной муки, а введение в состав МКС измельченных семян пажитника или измельченных сушеных ягод брусники повышает стойкость при хранении смесей на основе овсяной муки. Рекомендовано в качестве упаковки для хранения МКС использовать герметично закрывающиеся пакеты из пищевого полиэтилена или других пищевых полимерных материалов. По показателям безопасности МКС соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011.

8. Установлено, что хлеб из мучных смесей с использованием МКС имеет хорошее качество как по физико-химическим, так и органолептическим показателям. Показано, что хлеб с обеими МКС имеет более высокую пищевую ценность, чем пшеничный хлеб из муки высшего сорта: добавление МКС привело к увеличению содержания в хлебе белка, жира и некоторых минеральных веществ и витаминов. Кроме того, в состав хлеба с МКС вошли флавоноидные соединения, витамин С, придающие ему антиоксидантные свойства.

9. Разработаны и утверждены технические условия ТУ-9293-001-21451215-2019 «Овсяная мука» на овсяную муку, полученную с использованием интенсивного увлажнения зерна. Экономический расчет, сделанный на основании результатов опытно-промышленной апробации (овсозавод АО «Алтайская крупа», пекарня ИП «Клибадзе Созари Чичикоевич»), показал, что рентабельность продукции по предложенной технологии овсяной муки возрастет с 4,50 до 11,54 % по сравнению с существующей технологией. Прибыль от реализации хлеба с МКС № 1 возрастет в 1,10 раза, хлеба с МКС № 2 – в 1,47 раза по сравнению с контрольным образцом (пшеничный хлеб без добавок).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов, С. Ю. Влияние влажности и температуры зерна крупяных культур на эффективность его переработки : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.02 / Абрамов Сергей Юрьевич. – Москва, 1984. – 28 с.
2. Айвори. Овес яровой сорт // АгроНовости : еженед. бизнес-газета. – URL: <https://agro-bursa.ru/gazeta/sorta-gibridy/2011/08/29/sort-yarovogo-ovsa-ajjvori.html>. – Дата публикации: 29.08.2011.
3. Анисимова, Л. В. Влияние гидротермической обработки зерна на белковый комплекс крупяных продуктов / Л. В. Анисимова // Ползуновский вестник. – 2012. – № 2/2. – С. 158-162.
4. Анисимова, Л. В. Технология просяной муки с использованием ГТО / Л. В. Анисимова, А. А. Беликова // Хлебопродукты. – 2012. – № 9. – С. 66-67.
5. Асадова, М. Г. Сухая пшеничная клейковина как один из способов повышения качества хлеба / М. Г. Асадова // Аграрная наука – сельскому хозяйству : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Курск, 2009. – С. 100-101.
6. Ауэрман, Л. Я. Технология хлебопекарного производства : учебник / Л. Я. Ауэрман. – Санкт-Петербург : Профессия, 2005. – 416 с.
7. Байболов, К. Исследование технологического процесса производства овсяных хлопьев «Геркулес» : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.02 / Байболов Кемербек. – Москва, 1977. – 28 с.
8. Баитова, С. Н. Оценка качества крупяных продуктов из овса голозерного / С. Н. Баитова, Л. А. Касьянова, Т. А. Нуриева // Механика и технологии. – 2015. – № 4. – С. 107-113.
9. Баитова, С. Н. Разработка технологии крупы и хлопьев из овса голозерного / С. Н. Баитова, Л. А. Касьянова, Т. А. Дубина // Хлебопродукты. – 2014. – № 5. – С. 59-61.
10. Баталова, Г. А. Формирование урожая и качества зерна овса / Г. А. Баталова // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 11. – С. 10-13.

11. Белявская, И. Г. Антиоксидантные свойства хлебобулочных изделий из пшеничной муки с использованием нетрадиционных видов сырья / И. Г. Белявская // Теоретические аспекты хранения и переработки сельхозпродукции. – 2018. – № 3. – С. 8-19.
12. Беркутова, Н. С. Методы оценки и формирование качества зерна / Н. С. Беркутова. – Москва : Росагропромиздат, 1991. – 206 с.
13. Бочкарева, З. А. Влияние овсяного толокна на функционально-технологические свойства мясных рубленых полуфабрикатов / З. А. Бочкарева // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 1 (02). – С. 13-15.
14. Бутковский, В. А. Современная техника и технология производства муки / В. А. Бутковский, Л. С. Галкина, Г. Е. Птушкина. – Москва : ДеЛи принт, 2006. – 319 с.
15. Бутковский, В. А. Технологии зерноперерабатывающих производств / В. А. Бутковский, А. И. Мерко, Мельников Е. М. – Москва : Интерграф сервис, 1999. – 472 с.
16. Ванин, С. В. Функциональные свойства сухой пшеничной клейковины разного качества / С. В. Ванин, В. В. Колпакова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 1. – С. 21-24.
17. Васильева, И. С. Стероидные гликозиды растений и культуры клеток диоскореи, их метаболизм и биологическая активность / И. С. Васильева, В. А. Пасешниченко // Успехи биологической химии. – 2000. – Т. 40. – С. 153-204.
18. Васюкова, А. Т. Современные технологии хлебопечения / А. Т. Васюкова, В. Ф. Пучкова : учеб.-практ. пособие. – 3-е изд. – Москва : Дашков и К. – 2011. – 224 с.
19. Волков, М. Ю. Применение метода ускоренного старения для установления сроков годности биологических препаратов ветеринарного назначения / М. Ю. Волков, А. А. Заболоцкая // Ветеринарная медицина. – 2011. – № 1. – С. 7-10.

20. Выборнов, А. А. Влияние способа обработки зерна и вида упаковки ячменной муки на ее стойкость при хранении / А. А. Выборнов, Л. В. Анисимова // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 3. – С. 11-16.
21. ГОСТ 10840-2017. Зерно. Методы определения природы : взамен ГОСТ 10840-64 : дата введения 2019-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 4 с.
22. ГОСТ 10842-89. Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян : дата введения 1991-07-01. – Москва : Изд-во стандартов, 1995. – 4 с.
23. ГОСТ 10845-98. Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала : взамен ГОСТ 10845-76 : дата введения 2001-01-01. – Москва : Изд-во стандартов, 2001. – 6 с.
24. ГОСТ 10847-74. Зерно. Методы определения зольности : взамен ГОСТ 10847-64 : дата введения 1975-07-01. – Москва : Изд-во стандартов, 2001. – 8 с.
25. ГОСТ 10967-90. Зерно. Методы определения запаха и цвета : взамен ГОСТ 10967-75 : дата введения: 1991-07-01. – Москва : Изд-во стандартов, 2001. – 8 с.
26. ГОСТ Р 56631-2015. Изделия хлебобулочные из пшеничной хлебопекарной муки. Общие технические условия : дата введения: 2017-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2016. – 16 с.
27. ГОСТ 13586.5-2015. Зерно. Метод определения влажности : дата введения: 2016-07-01. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 12 с.
28. ГОСТ 13586.6-93. Зерно. Методы определения зараженности вредителями : дата введения: 1995-01-01. – Москва : Изд-во стандартов, 2001. – 10 с.
29. ГОСТ 21094-75. Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности : дата введения: 1976-07-01. – Москва : Изд-во стандартов, 1986. – 7 с.

30. ГОСТ 10444.15-94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов : дата введения: 1996-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2010. – 9 с.
31. ГОСТ 26361-2013. Мука. Метод определения белизны : дата введения: 2014-07-01. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 14 с.
32. ГОСТ 26791-2018. Продукты переработки зерна. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение : дата введения: 2019-09-01. – Москва : Стандартинформ, 2018. – 7 с.
33. ГОСТ 27493-87. Мука и отруби. Метод определения кислотности по болтушке : дата введения: 1989-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2007. – 8 с.
34. ГОСТ 27494-2016. Мука и отруби. Методы определения зольности : дата введения: 2018-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 14 с.
35. ГОСТ 27558-87. Мука и отруби. Методы определения цвета, запаха, вкуса и хруста : дата введения: 1989-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2007. – 8 с.
36. ГОСТ 27669-88 Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба : дата введения: 1989-07-01. – Москва : Стандартинформ, 2007. – 14 с.
37. ГОСТ 27839-2013. Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины : дата введения: 2014-07-01. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 18 с.
38. ГОСТ 27842-88. Хлеб из пшеничной муки. Технические условия : дата введения: 1990-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2012. – 12 с.
39. ГОСТ 28673-90. Овес. Требования при заготовках и поставках : дата введения: 1991-07-01. – Москва : Стандартинформ, 2010. – 11 с.
40. ГОСТ 30483-97. Зерно. Методы определения общего и фракционного содержания сорной и зерновой примесей; содержания мелких зерен и крупности; содержания зерен пшеницы, поврежденных клопом-

черепашкой; содержания металломагнитной примеси : дата введения: 1998-07-01. – Москва : Стандартиформ, 2009. – 23 с.

41. ГОСТ 31700-2012. Зерно и продукты его переработки. Метод определения кислотного числа жира : дата введения: 2013-07-01. – Москва : Стандартиформ, 2013. – 10 с.

42. ГОСТ 5669-96. Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости : дата введения: 1997-08-01. – Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001. – 5 с.

43. ГОСТ 5670-96. Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности : дата введения: 1997-08-01. – Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2006. – 8 с.

44. ГОСТ ISO 5530-1-2013. Мука пшеничная. Физические характеристики теста. Часть 1. Определение водопоглощения и реологических свойств с применением фаринографа : дата введения: 2014-01-01. – Москва : Стандартиформ, 2014. – 15 с.

45. ГОСТ ISO 5530-2-2014. Мука пшеничная. Физические характеристики теста. Часть 2. Определение реологических свойств с применением экстенсографа : дата введения: 2015-07-01. – Москва : Стандартиформ, 2014. – 17 с.

46. ГОСТ 26574-2017. Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия : дата введения: 2019-01-01. – Москва : Стандартиформ, 2018. – 15 с.

47. Грачев, Ю. П. Математические методы планирования экспериментов / Ю. П. Грачев, Ю. М. Плаксин. – Москва : ДеЛи принт, 2005. – 296 с.

48. Грибкова, И. Н. Функциональные напитки брожения на основе овса / И. Н. Грибкова // Наука и образование в современных условиях : материалы Междунар. (заочн.) науч.-практ. конф. / под общ. ред. А. И. Вострецова. – Нефтекамск, 2017. – С. 227-231.

49. Губанов, И. А. Иллюстрированный определитель растений Средней России. В 3 т. Т. 3. Покрывосеменные (двудольные: раздельнолепестные) / И.

А. Губанов, К. В. Киселева, В. С. Новиков, В. Н. Тихомиров. – Москва : Товарищество науч. изд. КМК : Ин-т технол. исслед., 2004. – 520 с. : ил.

50. Демский, А. Б. Оборудование для производства муки, крупы и комбикормов : справочник / А. Б. Демский, В. Ф. Веденьев. – Москва : ДеЛи принт, 2005. – 760 с.

51. Джабоева, А. С. Создание технологий хлебобулочных, мучных кондитерских и кулинарных изделий повышенной пищевой ценности с использованием нетрадиционного растительного сырья : автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.15 / Джабоева Амина Сергеевна. – Москва, 2009. – 49 с.

52. Дикорастущие полезные растения России / под ред. А. Л. Буданцева, Е. Е. Лесиовской. – Санкт-Петербург : Изд-во СПХФА, 2001. – 663 с.

53. Дремлюк, Г. Использование новой зерновой культуры сориз / Г. Дремлюк // Хлебопродукты. – 2000. – № 12. – С. 4-5.

54. Дробот, В. И. Влияние овсяных хлопьев на технологический процесс и качество хлеба из цельнозернового зерна спельты / В. И. Дробот, А. Б. Семенова, Л. А. Михоник // Хранительная наука, техника и технологии – 2013 : науч. труды : сб. – Пловдив : Академическое издание УХТ, 2013. – Т. LX. – С. 119-124.

55. Дульченко, Е. В. Содержание микроэлементов в бруснике в лесах Центральной Камчатки / Е. В. Дульченко // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : материалы XIII междунар. науч. конф. – Петропавловск-Камчатский, 2012. – С. 177-180.

56. Евсеенкова, В. Хлебопекарные улучшители и пищевые добавки : ферменты / В. Евсеенкова // Пищевая индустрия. – 2012. – № 4 (13). – С. 36.

57. Егоров, Г. А. Технология муки, крупы и комбикормов / Г. А. Егоров, Е. М. Мельников, Б. М. Максимчук. – Москва : Колос, 1984. – 376 с.

58. Егоров, Г. А. Управление технологическими свойствами зерна / Г. А. Егоров. – Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2000. – 348 с.

59. Жаркова, И. Влияние нетрадиционной растительной муки на качество клейковины пшеничной муки / И. Жаркова, Т. Иалютина, Е. Ахтемиров // Хлебопродукты. – 2011. – № 11. – С. 44-45.
60. Жигунов, Д. А. Исследование технологических и биохимических показателей качества муки из различных зерновых культур / Д. А. Жигунов // Зерновые продукты и комбикорма. – 2015. – № 4 (60). – С. 19-24.
61. Жилинская, Н. В. Содержание бета-глюканов в продуктах функционального назначения / Н. В. Жилинская, Е. А. Смирнова, С. В. Климова // Современные технологии продуктов питания : материалы 2-й Междунар. науч.-практ. конф. : сб. науч. ст. / отв. ред. А. А. Горохов. – Курск, 2015. – С. 55-56.
62. Жукова, К. Производство муки в регионах России / К. Жукова // Сфера: кондитерская и хлебопекарная промышленность. – 2016. – № 2 (69). – С. 14-15.
63. Жуковский, П. М. Культурные растения и их сородичи. Систематика, география, цитогенетика, иммунитет, экология, происхождение, использование. – 3-е изд., перераб. и доп. / П. М. Жуковский. – Ленинград : Колос, 1971. – 752 с.
64. Журавлева, С. В. Разработка пюреобразных десертов с геропротекторными свойствами на основе брусники / С. В. Журавлева, Ж. Г. Прокопец, Л. А. Текутьева, О. М. Сон, С. А. Мухортов, Н. Н. Алексеев // Вестник ТГЭУ. – 2013. – № 1. – С. 125-133.
65. Захарова, И. Н. Каши промышленного производства в питании детей раннего возраста / И. Н. Захарова, Т. Э. Боровик, Л. Л. Степурина, О. В. Осипенко, Н. Г. Звонкова, Ю. А. Дмитриева, Т. В. Бушуева, Е. Б. Мачнева // Вопросы современной педиатрии. – 2013. – Т. 12, № 4. – С. 104-111.
66. Зенкова, А. Н. Овсяные крупа и хлопья – продукты повышенной пищевой ценности / А. Н. Зенкова, И. А. Панкратьева, О. В. Политуха // Хлебопродукты. – 2012. – № 11. – С. 60-62.

67. Имашева, Н. М. Сравнительная характеристика количественного содержания флавоноидов в экстрактах *Trigonella L.* / Н. М. Имашева, В. Ю. Фирсова, Т. М. Илиясов // *Инновационная наука.* – 2015. – Т. 3, № 5. – С. 21-24.
68. Исакова, Г. К. Влияние композитной муки из зерновых и бобовых культур на показатели качества макаронных изделий / Г. К. Исакова, А. Жилкайдаров, Г. Б. Баймаганбетова, Б. Ж. Мулдабекова // *Bulletin almanach science association France-Kazakhstan.* – 2015. – № 1. – С. 105-110.
69. Иунихина, В. Крупяные продукты быстрого приготовления / В. Иунихина, Е. Мельников // *Хлебопродукты.* – 2006. – № 1. – С. 30-32.
70. Иунихина, В. Крупяные продукты для здорового питания / В. Иунихина, Е. Мельников // *Хлебопродукты.* – 2005. – № 12. – С. 36-39.
71. Казаков, Е. Д. О теоретических основах образования клейковины // *Известия вузов. Пищевая технология.* – 1992. – № 5/6. – С. 5-7.
72. Казаков, Е. Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов / Е. Д. Казаков, Г. П. Карпиленко. – 3-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2005. – 512 с.
73. Казаков, Е. Д. Зерноведение с основами растениеводства / Е. Д. Казаков. – Москва : Колос, 1973. – 288 с.
74. Казаков, Е. Д. Изменение структуры и текстуры тканей зерна при гидротермической обработке / Е. Д. Казаков // *Известия вузов. Пищевая технология.* – 1997. – № 2/3. – С. 8-10.
75. Казарцева, А. Т. Овес – культура многофункционального использования / А. Т. Казарцева, Н. В. Сокол // *Труды Кубанского государственного аграрного университета.* – 2014. – № 4 (49). – С. 29-33.
76. Калорийность. Брусника сушеная. Химический состав и пищевая ценность // *Мой здоровый рацион.* – 2009-2020. – URL: https://health-diet.ru/table_calorie_users/844705/ (дата обращения: 15.02.2019).
77. Капрельянц, Л. В. Использование биомодифицированной муки нута в производстве хлеба для повышения его пищевой и биологической ценности /

Л. В. Капрельянц, Я. Д. Гусак-Шкловская, Т. Е. Лебеденко // Хранение и переработка зерна. – 2009. – № 12. – С. 42-44.

78. Касьянова, Л. А. Зависимость мукомольных свойств зерна голозерного овса от режимов гидротермической обработки / Л. А. Касьянова, Т. А. Дубина // Хлебопродукты. – 2012. – № 4. – С. 49-51.

79. Касьянова, Л. А. Исследование процесса хранения муки из голозерного пророщенного зерна овса / Л. А. Касьянова, Т. А. Дубина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 6. – С. 27-30.

80. Кириева, Т. В. Использование гороховой муки в производстве хлебобулочных изделий / Т. В. Кириева, В. В. Бронникова // Научно-теоретический журнал. – 2014. – № 1. – С. 174-176.

81. Книга об овсе. – URL: <http://aurinka.com.ru/nash-oves/книга-об-овсе> (дата обращения: 19.12.2017).

82. Кобылянский, В. Д. Культурная флора = Flora of cultivated plants. Т. 2. Овес / В. Д. Кобылянский, В. Н. Солдатов. – Москва : Колос, 1994. – 367 с.

83. Козьмина, Н. П. Зерноведение : (с основами биохимии растений) / Н. П. Козьмина, В. А. Гунькин, Г. М. Сусянок. – Москва : Колос, 2006. – 463 с. : ил.

84. Колпакова, В. Сухая пшеничная клейковина – эффективный улучшитель муки / В. Колпакова, Т. Юдина, С. Севериненко, С. Ванин // Хлебопродукты. – 2006. – № 10. – С. 50-53.

85. Коробейников, Н. И. Эффективность селекции зерновых культур в Алтайском крае / Н. И. Коробейников, М. А. Розова, В. А. Борадулина // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 6. – С. 18-22.

86. Косован, А. П. Методическое руководство по определению химического состава и энергетической ценности хлебобулочных изделий / А. П. Косован, Г. Ф. Дремучева, Р. Д. Поландова – Москва : Московская типография № 2, 2008. – 208 с.

87. Косован, А. П. Анализ и перспективы развития рынка хлебобулочных изделий в России и за рубежом / А. П. Косован // Хлебопродукты. – 2015. – № 7. – С. 8-10.

88. Краус, С. В. Совершенствование технологии кексов и маффинов с использованием крахмалосодержащего сырья / С. В. Краус, Е. В. Балаева // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 3. – С. 3-8.

89. Кретович, В. Л. Биохимия зерна и хлеба / В. Л. Кретович. – Москва: Наука, 1991. – 136 с.

90. Крупяные концентраты, не требующие варки / под ред. С. А. Генина. – Москва : Пищевая промышленность, 1975. – 170 с.

91. Куприна, О. В. Функциональные пастильно-мармеладные изделия на основе облепихового пюре и арабиногалактана / О. В. Куприна, А. К. Тюрина, Е. Н. Медведева // Вестник ИрГТУ. – 2015. – № 11 (106). – С. 123-130.

92. Куцова, А. Е. Использование овсяного толокна в технологии продуктов функционального назначения / А. Е. Куцова, С. В. Куцов, И. В. Сергиенко, А. О. Лютикова // Вестник МАХ. – 2015. – № 2. – С. 23-27.

93. Кучерявенко, И. М. Влияние тыквенного жмыха на качество ржано-пшеничного хлеба / И. М. Кучерявенко, О. Л. Вершинина, Е. Н. Киктенко, И. Н. Аленкина // Известия вузов. Пищевая технология. – 2012. – № 1. – С. 39-40.

94. Лавров, О. М. Использование пажитника сенного и донника голубого в качестве ингредиентов для производства функциональных продуктов питания / О. М. Лавров, Т. Н. Лаврова // Современная наука и инновации. – 2013. – № 2. – С. 78-85.

95. Лихачева, О. И. Использование семян льна в хлебопечении / О. И. Лихачева, Н. Л. Лопаева, О. В. Горелик, Н. В. Беляева // Молодежь и наука. – 2016. – №10. – С. 4.

96. Личко, М. Н. Технология переработки растениеводческой продукции / М. Н. Личко, В. Н. Курдина, Е. М. Мельников. – Москва : Колос, 2008. – 583 с.

97. Лоскутов, И. Г. Овес (*Avena L.*). Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность / И. Г. Лоскутов. – Санкт-Петербург : ГНЦ РФ ВИР, 2007. – 336 с.

98. Лоскутов, И. Г. Селекция на содержание β -глюканов в зерне овса как перспективное направление для получения продуктов здорового питания, сырья и фуража / И. Г. Лоскутов, В. И. Полонский // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т. 52, № 4. – С. 646-657.

99. Лукиных, М. И. Производство и потребление муки из зерна в Российской Федерации: региональный аспект / М. И. Лукиных, Ф. Я. Леготин // Агропродовольственная политика России. – 2016. – № 10 (58). – С. 63-66.

100. Лютикова, М. Н. Исследование компонентного состава ягод местной дикорастущей брусники (*Vaccinium vitis idaea L.*) / М. Н. Лютикова, Ю. П. Туров // Химия растительного сырья. – 2011. – № 1. – С. 145-149.

101. Лютикова, М. Н. Химический состав и практическое применение ягод брусники и клюквы / М. Н. Лютикова, Э. Х. Ботиров // Химия растительного сырья. – 2015. – № 2. – С. 5-27.

102. Магомедов, Г. О. Использование муки из цельносмолотого нута в технологии сбивного хлеба / Г. О. Магомедов, С. И. Лукина, М. К. Садыгова, Н. Е. Реброва // Хлебопродукты. – 2013. – № 11. – С. 42-43.

103. Макаров, И. С. Повышение пищевой ценности хлеба из пшеничной муки за счет использования овсяной муки / И. С. Макаров, Н. Н. Типсина, Г. К. Селезнева // Инновационные тенденции развития российской науки: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых (24-26 марта 2014). – Красноярск, 2015. – С. 264.

104. Манаенков, В. В. Совершенствование подготовки зерна овса к шелушению при производстве крупы и муки : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.02 / Манаенков Владимир Васильевич. – Москва : 1982. – 29 с.

105. Мартьянова, А. И. Оценка технологических свойств товарных партий пшеницы / А. И. Мартьянова, Б. Е. Кравцова, Т. В. Васюсина, Г. Е. Гришина. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 152 с.

106. Матвеева, И. Перспективные виды сырья для производства безглютеновых изделий / И. Матвеева, В. Нестеренко // Хлебопродукты. – 2011. – № 8. – С. 42.

107. Матвеева, И. В. Пищевые добавки и хлебопекарные улучшители в производстве мучных изделий : учеб. пособие для вузов по спец. «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий» / И. В. Матвеева, И. Г. Белявская. – 2-е изд., доп. и перераб. – Москва : [б. и.], 2001. – 116 с.

108. Матвеева, Т. В. Физиологически функциональные пищевые ингредиенты для хлебобулочных и кондитерских изделий : монография / Т. В. Матвеева, С. Я. Корячкина. – Орел : Госуниверситет – УНПК, 2012. – 947 с.

109. Мацейчик, И. В. Использование продуктов переработки овса и порошков из местного растительного сырья в производстве мучных кондитерских изделий / И. В. Мацейчик, И. О. Ломовский, А. Н. Сапожников, Л. Н. Рождественская, А. В. Таюрова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2014. – № 6 (29). – С. 34-45.

110. Мацейчик, И. В. Исследование качества бисквитов с продуктами переработки овса и ягодными порошками / И. В. Мацейчик, А. Н. Сапожников, Л. Н. Рождественская // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2015. – № 3. – С. 45-52.

111. Мельников, Е. М. Интенсификация технологических процессов крупяного производства : автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.02 / Мельников Евгений Михайлович. – Москва, 1980. – 41 с.

112. Мельников, Е. М. Технология крупяного производства / Е. М. Мельников. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 207 с.

113. Мерко, И. Т. Технология мукомольного и крупяного производства / И. Т. Мерко. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 288 с.

114. Михайлова, О. В. Изучение технологических операций подготовки зерна к помолу / О. В. Михайлова, А. Н. Коробков // Вестник НГИЭИ. – 2011. – № 4 (5). – С. 20-26.

115. Мясникова, А. В. Практикум по товароведению зерна и продуктов его переработки / А. В. Мясникова, Ю. С. Ралль. – Москва : Колос, 1981. – 320 с.
116. Наумов, И. А. Совершенствование кондиционирования пшеницы и ржи / И. А. Наумов. – Москва : Колос, 1975. – 175 с.
117. Нестеренко, И. К. Разработка мучной композитной смеси-концентрата на основе ячменной муки и пряностей / И. К. Нестеренко, Л. В. Анисимова // Ползуновский вестник. – 2015. – № 4 – С. 9-13.
118. Нестерова, И. М. Перспективная кормовая культура для Беларуси – пажитник греческий (*Trigonella foenum graecum* L.) / И. М. Нестерова // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. / под ред. В. К. Пестиса. – Гродно, 2017. – С. 153-160.
119. Нечаев, А. П. Пищевая химия / под. ред. А. П. Нечаева. – 4-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2007. – 640 с.
120. Никифорова, Т. А. Комплексное использование вторичного сырья крупяных производств / Т. А. Никифорова, И. А. Хон // Хлебопродукты. – 2014. – № 5. – С. 50-51.
121. Новицкая, Е. А. Овсяная мука в технологии песочного полуфабриката / Е. А. Новицкая // Здоровье человека и экологически чистые продукты питания-2014 : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Орел, 2014. – С. 310-313.
122. Обработка и хранение зерна / пер. с нем. А. М. Мазурицкого ; под ред. и с предисл. А. Е. Юкиша. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 320 с.
123. Овсянникова, Е. А. Разработка комплексного подхода к переработке дикорастущих ягод клюквы и брусники : дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Овсянникова Евгения Александровна. – Кемерово, 2014. – 137 с.
124. Орловская, Т. В. Изучение липидов семян пажитника сенного (*Trigonella foenum-graecum* L.) / Т. В. Орловская // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 2. – С. 451.

125. Панкратов, Г. Н. Влияние реологических свойств зерна на процесс производства ржаных хлопьев / Г. Н. Панкратов, К. В. Афонасенко // Хлебопродукты. – 2014. – № 6. – С. 42-43.

126. Патент 2650902 Российская Федерация, МПК A21D 13/06 (2006.01), A21D 2/36 (2006.01). Состав для приготовления хлебобулочных изделий:, № 2017115363 : заявл. 03.05.2017: опубл. 18.04.2018 / Густинович В. Г., Черных В. Я., Годунов О. А. ; заявители и патентообладатели: Густинович В. Г., Черных В. Я., Годунов О. А. – 7 с.

127. Патент 2119820 Российская Федерация, МПК B02B1/08. Способ гидротермической обработки зерна овса : № 96120698/13 : заявл. 15.10.1996 : опубл. 10.10.1998 / Анисимова Л. В., Некрасова Е. Я. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова». – 4 с.

128. Патент 2613494 Российская Федерация, МПК A21D 2/36 (2006.01), A21D 8/04 (2006.01). Комплексная хлебопекарная смесь : № 2016109124 : заявл. 14.03.2016 : опубл. 16.03.2017 / Романов А. С., Марков А. С., Маркова Ю. В., Павлова А. О. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет). – 6 с.

129. Патент 2185750 Российская Федерация, МПК A23L1/18. Способ производства гречневой крупы, не требующей варки : № 2000102366/13 : заявл. 31.01.2000 : опубл. 27.07.2002 / Ильичев Г. Н., Мелешкина Л. Е. ; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова». – 6 с.

130. Патент 2261145 Российская Федерация, МПК B02B1/08. Способ гидротермической обработки зерна гречихи : № 2003131311/13 : заявл. 24.10.2003 : опубл. 27.09.2005 / Анисимова Л. В., Козубаева Л. А., Хомутов О. И., Якушев С. В. ; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им., И.И. Ползунова». – 5 с.

131. Патент 2264259 Российская Федерация, МПК B02B1/08. Способ гидротермической обработки зерна овса : № 2003126942/13 : заявл. 03.09.2003 :

опубл. 10.03.2005 / Анисимова Л. В., Козубаева Л. А., Хомутов О. И., Якушев С. В. ; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова». – 5 с.

132. Патент 2527294 С2 Российская Федерация, МПК В02В 1/04. Устройство для интенсивного увлажнения зерна : № 2012154778/13 : заявл. 17.12.2012 : опубл. 27.06.2014 / Анисимова Л. В., Якушев С. В., Выборнов А.А. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова». – 6 с.

133. Патент 2482699 Российская Федерация, МПК А23L1/10. Способ производства крупы «Восточная» : № 2011147242/13 : заявл. 21.11.2011 : опубл. 27.05.2013 / Цыбикова Г. Ц., Бутко В. П. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный университет технологии и управления». – 6 с.

134. Патент 2492656 Российская Федерация, МПК А21D13/08. Способ производства овсяного печенья : № 2012100808/13 : заявл. 11.01.2012 : опубл. 20.09.2013 / В. И. Свицерский, М. М. Бирюков, Т. Л. Шевелева ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тюменская государственная сельскохозяйственная академия». – 3 с.

135. Пищевая продукция в части ее маркировки (ТР ТС 022/2011): сайт Евразийского экономического союза. – Электрон. текст. дан. – Москва, 2017. – Режимдоступа:<http://www.eurasiancommission.org/ru/act/texnreg/deptexreg/tr/Pages/PischevkaMarkirivka.aspx>. – Загл. с экрана.

136. Плечищик, Е. Д. Пажитник греческий (*Trigonella foenum graecum* L.) как источник широкого спектра биологически активных соединений / Е. Д. Плечищик, Л. В. Гончарова, Е. В. Спиридович, В. Н. Решетников // Труды БГУ. – 2010. – Т. 4, № 2. – С. 1-9.

137. Позняковский, В. М. Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов : учебник / В. М. Позняковский. – 5-е изд., испр. и доп. – Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2007. – 455 с.

138. Полекова, М. Н. Влияние муки из бобовых культур на хлебопекарные свойства пшеничного хлеба / М. Н. Полекова, Е. А. Беляева, Т. И. Илларионова // Проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса России : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Благовещенск, 2017. – С. 93-97.
139. Полунина, О. А. Разработка рецептуры и товароведная оценка потребительских свойств хлеба с серебряным нанобиокомпозитом : дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Полунина Ольга Анатольевна. – Новосибирск, 2007. – 182 с.
140. Попов, В. С. Функциональные и технологические свойства зерна овса и перспективный ассортимент продуктов питания на его основе / В. С. Попов, С. С. Сергеева, Н. В. Барсукова // Вестник технологического университета. – 2016. – Т.19, № 16. – С. 147-151.
141. Посевные площади, валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур в 2017 году (предварительные данные) // Федеральная служба государственной статистики. – Москва, 1999-2020. – URL : http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1265196018516 (дата обращения: 24.11.2018).
142. Правила организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях. Часть 1. – Москва : ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1990. – 81 с.
143. Приезжева, Л. Г. Установление норм безопасного хранения и годности овсяной крупы по кислотному числу жира / Л. Г. Приезжева // Хлебопродукты. – 2016. – № 2. – С. 45-47.
144. Прокофьева, А. Р. Овсяная мука: свойства и применение / А. Р. Прокофьева // Стратегия развития индустрии гостеприимства и туризма : материалы V Междунар. интернет-конф. – Орел, 2014. – С. 404-405.
145. Р 4.1.1672-03. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище : введено впервые : дата

введения 2003-06-30. – Москва : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 240 с.

146. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.10.2010 № 1873-р «Об основах государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года» // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2010. – № 45. – Ст. 5869.

147. Рау, В. В. Зерновой сектор России в условиях ВТО / В. В. Рау // Проблемы прогнозирования. – 2015. – № 1. – С. 76-83.

148. Резникова, Л. Г. Влияние продуктов переработки цикория на свойства пшеничной муки и качество хлеба / Л. Г. Резникова, В. Д. Малкина, А. А. Славянский // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 4. – С. 45-48.

149. Романенко, В. О. Оценка пищевой ценности напитков на основе крахмалсодержащего сырья / В. О. Романенко, В. А. Помозова, К. А. Исыпова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 191.

150. Румянцев, Е. В. Химические основы жизни / Е. В. Румянцев, Е. В. Антипа, Ю. В. Чистяков. – Москва : Химия, Колос, 2007. – 560 с.

151. Румянцева, В. Продукты переработки зерна как перспективное сырье в пищевой промышленности / В. Румянцева, Н. Ковач // Хлебопродукты. – 2011. – № 5. – С. 48-49.

152. Румянцева, В. В. Научно-практические основы ресурсосберегающих технологий получения и применения биомодифицированных продуктов из овса и ячменя : автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01 / Румянцева Валентина Владимировна. – Орел, 2011. – 40 с.

153. Скурихин, И. М. Химический состав российских пищевых продуктов : справочник / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян. – Москва : ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

154. Смирнова, С. А. Перспективные направления научно-практических исследований по использованию тритикалевой муки в хлебопекарной

промышленности / С. А. Смирнова, О. Е. Карчевская // Питание и здоровье : материал VII Междунар. конф. – Москва, 2013. – С. 402-403.

155. Стабровская, О. И. Многокомпонентные смеси для производства хлебобулочных изделий / О. И. Стабровская, А. С. Романов, О. Г. Короткова // Техника и технология пищевых производств. – 2009. – № 2. – С. 30-33.

156. Струпан, Е. А. Основные направления повышения пищевой ценности кондитерских изделий / Е. А. Струпан, Н. Н. Типсина // Вестник КрасГАУ. – 2007. – №6. – С. 271-275.

157. Стуруа, А. В. Получение новых продуктов из зернового амаранта / А. В. Стуруа // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2006. – № 5. – С. 54-56.

158. Тарасова, А. А. Применение овсяной муки при выработке хлебобулочных изделий / А. А. Тарасова, И. А. Марченкова // Здоровье человека и экологически чистые продукты питания-2014 : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – 2014. – С. 393-399.

159. Терентьева, В. М. О минеральном составе ягод брусники / В. М. Терентьева // Наука и техника в Якутии. – 2009. – № 2 (17). – С. 98-99.

160. ТР ТС 015/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности зерна» (с изменениями на 15 сентября 2017 года) : утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 874 : дата введения 2013-07-01 // Техэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации / АО Кодекс. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902320395> (дата обращения: 17.01.2018).

161. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» : утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 880 : дата введения 2013-07-01 // Техэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения: 17.01.2018).

162. ТР ТС 005/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности упаковки» (с изменениями на 18 октября 2016 года) : утвержден

Решением Комиссии Таможенного союза от 16 августа 2011 года № 769 : дата введения 2012-07-01 // Техэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902299529/> (дата обращения: 17.01.2018).

163. Трисвятский, Л. А. Хранение зерна / Л. А. Трисвятский. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

164. Труфанова, Ю. Н. Влияние люпиновой муки на показатели качества и пищевую ценность пшеничного хлеба / Ю. Н. Труфанова, Е. В. Морозова // Молодежь и системная модернизация страны : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. – Курск, 2016. – С. 269-271.

165. Тхи Хьен, Д. Использование рисовой муки в технологии хлебобулочных изделий / Д. Тхи Хьен, Т. Богатырева // Хлебопродукты. – 2009. – № 12. – С. 50-51.

166. Урлапова, И. Мука из крупяных культур для обогащения пшеничной муки / И. Урлапова, В. Бобков // Хлебопродукты. – 2009. – № 11. – С. 40-41.

167. Ушаков, Т. И. Овёс и продукты его переработки / Т. И. Ушаков, Л. В. Чиркова // Хлебопродукты. – 2015. – № 11. – С. 49-51.

168. Федотов, Е. Оптимизация гидротермической обработки зерна овса / Е. Федотов, В. Марьин, А. Верещагин // Хлебопродукты. – 2009. – № 4. – С. 48-49.

169. Хосни, Р. К. Зерно и зернопродукты. Научные основы и технологии : пер. с англ. / Р. К. Хосни ; под общ. ред. Н. П. Черняева. – Санкт-Петербург : Профессия, 2006. – 336 с.

170. Цугленок, Г. И. Инновационные технологии переработки продукции растениеводства в Красноярском крае / Г. И. Цугленок, В. В. Матюшев, М. А. Янова // Вестник КрасГАУ. – 2012. – № 4. – С. 206-209.

171. Цыганова, Т. Б. Технология и организация производства хлебобулочных изделий / Т. Б. Цыганова. – Москва : Академия, 2013. – 448 с.

172. Чемодурова, Е. И. Разработка технологии овсяной сортовой муки : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.02 / Чемодурова Елена Ивановна. – Москва, 1990. – 28 с.

173. Чернышова В. А. Влияние льняной муки на качество хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки / В. А. Чернышова, Н. В. Лабутина, И. Г. Белявская, Т. Г. Богатырева, Т. А. Юдина // Пищевая промышленность. – 2016. – № 5. – С. 66 – 69.

174. Шабakov, М. С. Исследование процессов гидротермической обработки и шелушения зерна овса : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.02 / Шабakov Михаил Сергеевич. – Москва, 1978. – 27 с.

175. Шевелева, Т. Л. Разработка новых видов хлебобулочных и мучных кондитерских изделий функционального назначения с использованием зерновой технологии / Т. Л. Шевелева // Агропродовольственная политика России. – 2017. – № 12 (72). – С. 146-150.

176. Шелюто, Б. В. Пажитник греческий (*Trigonella foenum-graceum* L.) новая кормовая и лекарственная культура / Б. В. Шелюто, И. М. Нестерова, М. Шандор // Современное состояние, проблемы и перспективы развития кормопроизводства : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Горки, 2007. – С. 203-206.

177. Экспертно-аналитический центр агробизнеса. Посевные площади, валовые сборы и урожайность овса в России. Итоги 2018 года // АБ-Центр. / AB-Centre. – 2003-2019. – URL: <https://ab-centre.ru/news/posevnye-ploschadi-valovye-sbory-iurozhaynost-ovsa-v-rossii-itogi-2018-goda> (дата обращения: 22.03.2019).

178. Юшечкина, О. А. Быстроразваривающиеся крупы в рационе современного человека / О. А. Юшечкина // Безопасность и качество товаров : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. / под ред. С. А. Богатырева. – Саратов, 2013. – С. 72-75.

179. Якушев, С. В. Использование гидротермической обработки зерна при получении гречневой муки / С. В. Якушев, Л. В. Анисимова // Наука и

молодежь : материалы 2-й Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул, 2005. – С. 18-20.

180. Ямашев, Т. А. Влияние овсяной муки на реологические свойства тестовых полуфабрикатов и органолептические показатели хлеба / Т. А. Ямашев, М. В. Харина, О. А. Решетник // Хлебопечение России. – 2011. – № 3. – С.26-28.

181. Янова, М. А. Влияние экструдирования на пищевую и биологическую ценность зерна / М. А. Янова // Вестник КрасГАУ. – 2011. – № 3. – С. 167-170.

182. Янова, М. А. Использование голозерных форм ячменя и овса в производстве пищевых продуктов / М. А. Янова // Вестник КрасГАУ. – 2012. – № 4. – С. 203-205.

183. Abang Zaidel, D. N. A Review on Rheological Properties and Measurements of Dough and Gluten / D. N. Abang Zaidel , N. L. Chin , Y. A. Yusof // Journal of Applied Sciences. – 2010. – Vol. 10 (20). – P. 2478-2490.

184. Adams, M. R. Microbiology of primary food commodities / M. R. Adams, M. O. Moss // Food Microbiology. – 3rd Edn. – Cambridge, U.K. : The Royal Society of Chemistry, 2005. – P. 122.

185. Almeida, E. L. Effect of adding different dietary fiber sources on farinographic parameters of wheat flour / E. L. Almeida, Y. K. Chang, C. J. Steel // Cereal Chemistry. – 2010. – Vol. 87. – P. 566-573.

186. Amankwah, E. A. Formulation of weaningfood from fermented maize, rice, soybean and fishmeal / E. A. Amankwah, J. Barimah, A. K. M. Nuamah, J. H. Oldham, C. O. Nnaji // Pak. J. Nutr. – 2009. – Vol. 8. – P. 1747–1752.

187. Anttila, H. Viscosity of beta-glucan in oat products / H. Anttila, T. Sontag-Strohm, H. Salovaara // Agricultural and Food Science. – 2004. – № 13 (1). – P. 80-87.

188. Arendt, E. K. Cereal grains for the food and beverage industries/ E. K. Arendt, E. Zannini. – UK : Woodhead Publishing, 2013. – 512 p.

189. Berghofer, L. K. Microbiology of wheat and flour milling in Australia / L. K. Berghofer, A. D. Hocking, D. Miskelly, E. Jansson // *Int. J. Food Microbiology*. – 2003. – Vol. 85. – P. 137-149.
190. Bhatt, R. S. Physicochemical properties of rolled-milled barley bran and flour / R. S. Bhatt // *Cereal Chem.* – 1993. – Vol. 70 (4). – P. 397-402.
191. Biel, W. Chemical composition and nutritive value of husked and naked oats grain / W. Biel, K. Bobko, R. Maciorowski // *Journal of Cereal Science*. – 2009. – № 49 (3). – P. 413-418.
192. Blažeková, L. Development of Innovative Health Beneficial Bread using a Fermented Fibre-glucan Product / L. Blažeková, P. Polakovičová, L. Mikušová, K. Kukurová, V. Saxa, Z. Ciesarová, E. Šturdík // *Czech J. Food Sci.* – 2015. – Vol. 33(2). – P. 118-125.
193. Bread research institute of Australia. Australian Breadmaking Handbook. – Kensington, N.S.W. : TAFE Educational Books, 1989. – 253 p.
194. Capouchova, I. Protein composition of sorghum and oat grain and their suitability for gluten-free diet / I. Capouchova, J. Petr, L. Krejcirova // *Agriculture*. – 2006. – № 93(4). – P. 271-284.
195. Capouchova, I. Protein fractions of oats and possibilities of oat utilization for patients with celiac disease / I. Capouchova, J. Petr, H. Tlaskalova-Hogenova, I. Michalik, O. Famera, D. Urminska, L. Tuckova, H. Knoblochova, D. Borovska // *Czech J Food Sci.* – 2004. – № 22(4). – P. 151-162.
196. Chappalwar, V. M. Quality characteristics of cookies prepared from oats and finger millet based composite flour / V. M. Chappalwar, D. Peter, H. Bobde, S. M. John // *RACST – Engineering Science and Technology*. – 2013. – №4 (3). – P. 677-683.
197. Chaubey, P. S. Evaluation of debittered and germinated fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.) seed flour on the chemical characteristics, biological activities, and sensory profile of fortified bread. – DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.13395> / P. S. Chaubey, G. Somani, D. Kanchan, S. Sathaye, S. Varakumar, R. S. Singhal // *J. Food Process Preserv.* – 2018. – Vol. 42. –

URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jfpp.13395> (дата обращения: 27.03.2019).

198. Collins, H. M. Variability in fine structures of noncellulosic cell wall polysaccharides from cereal grains: potential importance in human health and nutrition / H. M. Collins, R. A. Burton, D. L. Topping, M. L. Liao, A. Basic, G.B. Fincher // *Cereal Chemistry*. – 2010. – Vol. 87 (4). – P. 272-282.

199. Dagmara, H. Storage stability of oat groats processed commercially and with superheated steam / H. Dagmara, C. Stefan, A. Susan, H. Kelly // *Food Science and Technology*. – 2011. – № 44. – P. 261-268.

200. Dapčević Hadnađev, T. The Role of Empirical Rheology in Flour Quality Control / T. Dapčević Hadnađev, M. Pojić, M. Hadnađev, A. Torbica // *Wide Spectra of Quality Control* / Edited by Isin Akyar. – [S. l], 2011. – P. 335–360.

201. Decker, E. A. Processing of oats and the impact of processing operations on nutrition and health benefits / E. A. Decker, D. J. Rose, D. A. Stewart // *British Journal of Nutrition*. – 2014. – № 112. – P. 58-64.

202. Devasena, T. Fenugreek affects the activity of beta-glucuronidase and mucinase in the colon / T. Devasena, V. P. Menon // *Phytotherapy Research*. – 2003. – Vol. 17 (9). – P. 1088-1091.

203. Diosi, G. Role of the farinograph test in the wheat our quality determination / G. Diosi, M. More, P. Sipos // *Acta Univ. Sapientiae, Alimentaria*. – 2015. – № 8. – P. 104-110.

204. Ekstrand, B. Lipase activity and development of rancidity in oats and oat products related to heat treatment during processing / B. Ekstrand, I. Gangby, G. Åkesson, U. Stöllman, H. Lingnert, S. Dahl // *Journal of Cereal Science*. – 1993. – № 17. – P. 247-254.

205. Galliard, T. Rancidity in cereal products / T. Galliard, J. C. Allen, R. J. Hamilton // *Rancidity in Foods*. – 1989. – № 2. – P. 141-157.

206. Gambuś, H. The application of residual oats flour in bread production in order to improve its quality and biological value of protein / H. Gambuś, M. Gibiński,

D. Pastuszka, B. Mickowska, R. Ziobro, R. Witkowicz // *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*. – 2011. – Vol. 10(3). – P. 313-325.

207. Gangopadhyay, N. A Review of Extraction and Analysis of Bioactives in Oat and Barley and Scope for Use of Novel Food Processing Technologies / N. Gangopadhyay, M. B. Hossain, D. K. Rai, N. P. Brunton // *Molecules*. – 2015. – № 20. – P. 10884-10909.

208. Garti, N. Fenugreek galactomannans as food emulsifiers / N. Garti, Z. Madar, A. Aserin, B. Sternheim // *Food Science and Technology*. – 1997. – Vol. 30. – P. 305-311.

209. Goldstein, A. Effects of cellulosic fibre on physical and rheological properties of starch, gluten and wheat flour / A. Goldstein, L. Ashrafi, K. Seetharaman // *International Journal of Food Science and Technology*. – 2010. – Vol. 45. – P. 1641-1646.

210. Gomez, M. Effect of extruded wheat bran on dough rheology and bread quality / M. Gomez, S. Jiménez, E. Ruiz, B. Oliete // *LWT – Food Sci. Technol.* – 2011. – Vol. 44 (10). – P. 2231-2237.

211. Grant US9504272B2, US13784255, US20130183405A1. Method of processing oats to achieve oats with an increased avenanthramide content : Active 03.04.2013 : application 18.07.2013 : grant 29.11.2016 / Carder G., Chatel R. E., YiFang Chu Yongsoo Chung, Justin A. French, Ursula Vanesa Lay Ma, Marianne O'Shea, Bernardus Jan-Willem Van Klinken.

212. Gujral, H. S. Effect of sand roasting on beta glucan extractability, physicochemical and antioxidant properties of oats / H. S. Gujral, P. Sharma, S. Rachna // *LWT – Food Science and Technology*. – 2011. – Vol. 44(10). – P. 2223-2230.

213. Hannan, J. M. A. Effect of soluble dietary fibre fraction of *Trigonella foenum graecum* on glycemic, insulinemic, lipidemic and platelet aggregation status of Type 2 diabetic model rats / J. M. A. Hannan, B. Rokeya, O. Faruque, N. Nahar, M. Mosihuzzaman, A. K. Azad Khan, L. Ali // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2003. – № 1(88). – P. 73-77.

214. Hegazy, A. I. Influence of Using Fenugreek Seed Flour as Antioxidant and Antimicrobial Agent in the Manufacturing of Beef Burger with Emphasis on Frozen Storage Stability / A. I. Hegazy // World J. of Agricultural Sciences. – 2011. – Vol. 7 (4). – P. 391-399.
215. Heydanek, M. G. Oat flavor chemistry: principles and prospects / M. G. Heydanek , R. J. McGorin // Oats: Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemists. – St Paul, MN, 1986. – P. 335-369.
216. Hooda, S. Effect of fenugreek flour blending on physical, organoleptic and chemical characteristics of wheat bread / S. Hooda, S. Jood // Nutrition & Food Science. – 2005 – Vol. 4(35). – P. 229-242.
217. Hu, X. The effects of steaming and roasting treatments on beta-glucan, lipid and starch in the kernels of naked oat (*Avena nuda*) / X. Hu, X. Xing, C. Ren // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2010. – Vol. 90 (4). – P. 690–695.
218. Issarani, R. Effect of different galactomannans on absorption of cholesterol in rabbits / R. Issarani, B. P. Nagori // Journal of Natural Remedies. – 2006. – № 1 (6). – P. 83-86.
219. Jenkins, D. J. Viscous and nonviscous fibers, nonabsorbable and low glycemic index carbohydrates, blood lipids and coronary heart disease / D. J. Jenkins, C. W. Kendall, M. Axelsen, L. S. Augustin, V. Vuksan // Current Opinion in Lipidology. – 2000. – № 1 (11). – P. 49-56.
220. Joglekar, M. Comparative analysis of antioxidant and antibacterial properties of *Aegle marmelos*, *Coriandrum sativum* and *Trigonella foenum graecum* / M. Joglekar, M. Mandal, M. P. Somaiah, S. Murthy // Acta Biol. Indica. – 2012. – № 1 (1). – P. 105-108.
221. Keying, Q. An investigation on pretreatments for inactivation of lipase in naked oat kernels using microwave heating / Q. Keying, R. Changzhong, L. Zaigui // J Food Eng. – 2009. – № 95. – P. 280-284.
222. Klensporf, D. Effect of heat treatment on the flavor of oat flakes / D. Klensporf, H. H. Jelen // Journal of Cereal Science. – 2008. – № 48. – P. 656-661.

223. Klose, C. Proteins in oats; their synthesis and changes during germination: a review / C. Klose, E. K. Arendt. – DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.504902> // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2012. – Vol. 52, Is. 7. – P. 629-639. – URL: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10408398.2010.504902?needAccess=true> (дата обращения: 29.03.2019).

224. Koehler, P. Chemistry of Cereal Grains / P. Koehler, H. Wieser // Handbook on Sourdough Biotechnology. – New York [et. al.] : Springer, 2013. – P. 11-46.

225. Lehtinent, P. Effect of Heat Treatment on Lipid Stability in Processed Oats / P. Lehtinent, K. Kiiliäinen, I. Lehtomäkit, S. Laaksot // Journal of Cereal Science. – 2003. – № 37(2). – P. 215-221.

226. McMullen, M. S. Oats / M. S. McMullen // Handbook of Cereal Science and Technology. – New York : Marcel Dekker, Inc., 2000. – P. 127-148.

227. Mendonca, S. Corn bran as a fibre source in expanded snacks / S. Mendonca, M. V. E Grossmann, R. Verhe // LWT-Food Science and Technology. – 2000. – Vol. 33(1). – P. 2–8.

228. Mis, A. Use of farinograph measurements for predicting extensograph traits of bread dough enriched with carob fiber and oat whole meal. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.08.007> / A. Mis, S. Grundas, D. Dziki, J. Laskowski // Journal of Food Engineering. – 2012. – Vol. 108, Is. 1. – P. 1-12. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026087741100433X> (дата обращения: 14.07.2018).

229. Molteberg, E. L. Effects of Storage and Heat Processing on the Content and Composition of Free Fatty Acids in Oats / E. L. Molteberg, G. Vogt, A. Nilsson, W. Frolich // Cereal Chem. – 1995. – Vol. 72(1). – P. 88-93.

230. Nagi, H. P. S. Effect of Storage Period and Packaging on the Shelf Life of Cereal Bran Incorporated Biscuits / H. P. S. Nagi, J. Kaur, B. N. Dar, S. Sharma // American Journal of Food Technology. – 2012. – № 7. – P. 301-310.

231. Negi, P. S. Plant extracts for the control of bacterial growth: Efficacy, stability and safety issues for food application / P. S. Negi // *Journal of Food Microbiology*. – 2012. – № 156. – P. 7-17.
232. Nielsen, H. C. Flour containing protein and fiber made from wet-mill corn germ, with potential food use / H. C. Nielsen, J. S. Wall, G. E. Inglett // *Cereal chemistry*. – 1979. – Vol. 56 (3). – P. 144-146.
233. Ognean, M. Rheological effects of some natural fibres used in breadmaking / M. Ognean, C. F. Ognean, N. Darie // *Acta Univ. Cib.* – 2010. – № 14 (2). – P. 3-10.
234. Ovando-Martínez, M. Effect of hydrothermal treatment on physicochemical and digestibility properties of oat starch / M. Ovando-Martínez, K. Whitney, B. L. Reuhs, D. C. Doehlert, S. Simsek // *Food Research International*. – 2013. – № 52. – P. 17-25.
235. Patent WO2001026479A1, Classifications A23G3/48. A method for preparing an oat product and a foodstuff enriched in the content of β -glucan : Application date 2000-10-13 : Publication date 2010-01-07 / Y. Mälkki, O. Myllymäki K. Teinilä, S. Koponen.
236. Patent WO2010000935A1 Classifications A23L33/22. New dry-milling method for preparing bran : Application date 2009-06-29 : Publication date 2010-01 - 07 / I. Lehtomaeki, O. Myllymaeki.
237. Pękal, A. Evaluation of aluminium complexation reaction for flavonoid content assay / A. Pękal, K. Pyrzynska // *Food Anal Methods*. – 2014. – № 7. – P. 1776–1782.
238. Petit, P. R. Steroid saponins from fenugreek seeds: Extraction, purification, and pharmacological investigation on feeding behavior and plasma cholesterol / P. R. Petit, Y. D. Sauvaire, D. M. Hillaire-Buys, O. M. Leconte, Y. G. Baissac, G. R. Ponsin, G. R. Ribes // *Steroids*. – 1995. – Vol. 60(10). – P. 674-680.
239. Popa, C. N. The effect of added whole oat flour on some dough rheological parameters / C. N. Popa, R. M. Tamba-Berehoiu, R. E. Culea // *Scientific*

Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development. – 2015. – № 1(15). – P. 351-356.

240. Rasane, P. Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods - a review / P. Rasane, A. Jha, L. Sabikhi, A. Kumar, V. S. Unnikrishnan // J Food Sci. Technol. – 2013. – URL: https://www.researchgate.net/publication/242654477_Nutritional_advantages_of_oats_and_opportunities_for_its_processing_as_value_added_foods_-a_review (дата обращения: 24.12.2017).

241. Rasper, V. F. The Extensigraph / V. F. Rasper, K. R. Preston // EDITORS. – Handbook, USA: American Association of Cereal Chemists Inc., – 1991. – 46 p.

242. Rehman, T. Effect of nutritional composition on shelf life of cereals - legumes blended flours during storage / T. Rehman, M. Sharif, M. Majeed, M. U. Khan, M. A. Shariati, V. Hristova // Journal of microbiology, biotechnology and food sciences. – 2017. – Vol. 6, Is. 4. – P. 1112-1116.

243. Rihinen, K. Phenolic compounds in berries / K. Rihinen // Kuopio Univ. Publ. C. Nat. Environ. Sci. – 2005. – № 187. – P.1-97.

244. Roberts, K. T. The influence of fenugreek gum and extrusion modified fenugreek gum on bread / K. T. Roberts, S. W. Cui, Y. H. Chang, P. K. W. Ng, T. Graham // Food Hydrocolloids. – 2012. – Vol. 26. – P. 350-358.

245. Rosell, C. M. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality / C. M. Rosell, J. A. Rojas, C. Benedito de Barber // Food Hydrocolloids. – 2001. – № 15. – P. 75-81.

246. Rózyło, R. Texture and sensory evaluation of composite wheat-oat bread prepared with novel two-phase method using oat yeast-fermented leaven / R. Rózyło, D. Dziki, J. Laskowski, S. Skonecki, G. Łysiak, R. Kulig, K. Rózyło // Journal of Texture Studies. – 2014. – № 45. – P. 235-245.

247. Ryu, J. H. Effects of barley and oat β -glucan structures on their rheological and thermal characteristics / J. H. Ryu, S. Lee, S. G. You, J. H. Shim, Yoo S. Ho // Carbohydrate Polymers. – 2012. – № 89(4). – P. 1238-1243.

248. Sajad, A. W. Fenugreek: A review on its nutraceutical properties and utilization in various food products / A. W. Sajad, K. Pradyuman // Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. – 2018. – № 17. – P. 97–106.
249. Salehifar, M. Effects of Oat Flour on Dough Rheology, Texture and Organoleptic Properties of Taftoon Bread / M. Salehifar, M. Shahedi // J. Agric. Sci. Technol. – 2007. – № 3. – P. 227-234.
250. Sánchez-Martín, J. Higher rust resistance and similar yield of oat landraces versus cultivars under high temperature and drought / J. Sánchez-Martín, N. Risipail, F. Flores, A. A. Emeran, J. C. Sillero, D. Rubiales, E. Prats // Agron. Sustain. Dev. – 2017. – № 37: 3. – C. 2-14.
251. Salwa, M. E. Chemical, rheological and sensory properties of wheat-oat flour composite snacks and its healthy beneficial effect / M. E. Salwa, M. S. Ahmed, I.A. Maha, N. H. Ahmed, L. M. Hanna, T. T. Salwa // International journal of food and nutritional sciences. – 2014. – № 6(3). – P. 34-43.
252. Sampson, D. R. On the origin of cultivated oats / D. R. Sampson // Bot. Mus. Leafleta Harvard Univ. – 1954. – V. 16. – P. 265-303.
253. Sangwan, S. Nutritional and functional properties of oats: An update / S. Sangwan, R. Singh, S. K. Tomar // Journal of Innovative Biology. – 2014. – № 1. – P. 3-14.
254. Sauvaire, Y. D. Solubilization and characterization of fenugreek seed proteins / Y. D. Sauvaire, F. Baccou, K. Kobrehel // J. Agric. Food Chem. – 1984. – № 32. – P. 41-47.
255. Schramm, G. A Practical Approach to Rheology and Rheometry. – 2-nd Edition / G. Schramm // Gebrueder HAAKE GmbH. – Karlsruhe, Federal Republic of Germany, 2000. – 291 p.
256. Sibakov, J. Processing of oat dietary fibre for improved functionality as a food ingredient : thesis for the degree of Doctor of Science in Technology: 13.10.14 / Sibakov Juhani. – Espoo, Finland, 2014. – 182 p.

257. Srinivasan, K. Fenugreek (*Trigonella foenumgraecum*): A Review of Health Beneficial Physiological Effects / K. Srinivasan // *Food reviews international*. – 2006. – № 2 (22). – P. 203-224.
258. Srivastava, D. Effect of Fenugreek Seed Husk on the Rheology and Quality Characteristics of Muffins / D. Srivastava, J. Rajiv, Mahadevamma, M. M. Naidu, J. Puranaik, P. Srinivas // *Food and Nutrition Sciences*. – 2012. – № 3. – P. 1473-1479.
259. Stenvenson, D. G. Structure and physicochemical properties of defatted and pin-milled oat bran concentrate fractions separated by air classification / D. G. Stenvenson, F. J. Eller, J. Jane, G. E. Inglett // *International Journal of Food Science and Technology*. – 2008. – № 43. – P. 995-1003.
260. Tamba-Berehoiu, R. M. Physico-chemical, rheological and technological characterization of somemixtures of wheat, oat, barley and millet flours / R. M. Tamba-Berehoiu, M. O. Turtoi, L. V. Visan, C. N. Popa // *Food Technology*. – 2017. – № 41 (2). – P. 102-114.
261. Turk, M. IP6 hydrolysis by Baker's yeast. Capacity, kinetics and degradation / M. Turk, A. S. Sandberg, N. G. Carlsson, T. Andlid // *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2000. – № 48. – P. 100-104.
262. Wang, J. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality / J. Wang, C. M. Rosell, Benedito De Barber C. // *Food Chemistry*. – 2002. – Vol. 79 (2). – P. 221-226.
263. Weipert, D. Fundamentals of rheology and spectrometry / D. Weipert, L. Popper, W. Schafer, W. Freund // *Future of flour: a compendium of flour improvement*. – [S. l.], 2006. – P. 117-146.
264. Weipert, D. The Benefits of Basic Rheometry in Studying Dough Rheology / D. Weipert // *Cereal Chemistry*. – 1990. – Vol. 67 (4). – P. 313-317.
265. Yanniotis, S. Effect of pectin and wheat fibres on quality attributes of extruded cornstarch / S. Yanniotis, A. Petraki, E. Soumpasi // *Journal of Food Engineering*. – 2007. – Vol. 80 (2). – P. 594-599.

266. Zarzycki, P. Application of oat whole-meal and protein components as modifiers of extrudates microstructure / P. Zarzycki, Z. Rzedzicki, W. Blaszcak // International Agrophysics. – 2010. – № 24. – P. 397-406.

СПИСОК ПРИЛОЖЕНИЙ

Приложение А	Патент РФ № 2682051 «Способ гидротермической обработки зерна овса»
Приложение Б	Патент РФ № 2706484 «Смесь хлебопекарная концентрированная (варианты)»
Приложение В	ТУ-9293-001-21451215-2019 «ОВСЯНАЯ МУКА»
Приложение Г	Акт производственной выработки партии овсяной муки
Приложение Д	Акт производственной проверки способа производства хлеба с добавлением МКС № 1 и МКС № 2
Приложение Е	Фаринограммы теста из муки пшеничной хлебопекарной и МКС
Приложение Ж	Экстенсограммы теста из муки пшеничной хлебопекарной и смесей муки пшеничной и овсяной муки и муки пшеничной и МКС
Приложение И	Протокол испытаний безопасности овсяной муки
Приложение К	Протокол испытаний безопасности МКС № 1
Приложение Л	Протокол испытаний безопасности МКС № 2
Приложение М	Внешний вид хлеба из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и МКС
Приложение Н	Балльная оценка органолептических показателей качества хлеба
Приложение П	Дипломы, сертификаты и грамоты



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) RU (11)

2 682 051⁽¹³⁾ C1(51) МПК
B02B 1/08 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B02B 1/08 (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2018110494, 23.03.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.03.2018Дата регистрации:
14.03.2019Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 23.03.2018

(45) Опубликовано: 14.03.2019 Бюл. № 8

Адрес для переписки:
656038, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина,
46, АлтГТУ, Отдел интеллектуальной и
промышленной собственности (ОИПС)

(72) Автор(ы):

Анисимова Людмила Витальевна (RU),
Солтан Осама Исмаил Ахмед (EG)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Алтайский государственный
технический университет им. И.И.
Ползунова" (АлтГТУ) (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2264259 C2, 20.11.2005. RU
2589787 C1, 10.07.2016. RU 2453369 C1,
20.06.2012. UA 38871 A, 15.05.2001.

(54) Способ гидротермической обработки зерна овса

(57) Реферат:

Изобретение относится к области мукомольно-крупяной промышленности. Увлажнение зерна проводят при подаче воды в количестве, обеспечивающем увлажнение зерна до влажности 22-23%, с последующим скоростным набором вакуума в течение 0,1-0,5 с до остаточного давления 0,045-0,065 МПа. С помощью шнека вакуумной установки производят интенсивное перемешивание зерна, после чего в рабочую камеру установки

осуществляют скоростную подачу атмосферного воздуха в течение 0,1-0,5 с. Далее зерно подают в бункера и отволаживают в них в течение 5-7 ч. Затем зерно сушат в сушилке при температуре агента сушки 100-120°C до влажности зерна 11,5-13,0%. Изобретение позволяет снизить энергозатраты на осуществление процесса гидротермической обработки, ускорить процесс гидротермической обработки зерна овса и повысить выход готовой продукции.

RU 2 682 051 C1

RU 2 682 051 C1



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) RU (11)

2 706 484⁽¹³⁾ C1

(51) МПК
A21D 2/36 (2006.01)
A21D 13/02 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A21D 2/36 (2019.08); A21D 13/02 (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2019108652, 26.03.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.03.2019

Дата регистрации:
19.11.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 26.03.2019

(45) Опубликовано: 19.11.2019 Бюл. № 32

Адрес для переписки:

656038, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина,
46, федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Алтайский государственный
технический университет им. И.И. Ползунова"
(АлтГТУ), ОИПС

(72) Автор(ы):

Анисимова Людмила Витальевна (RU),
Солтан Осама Исмаил Ахмед (EG)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Алтайский государственный
технический университет им. И.И.
Ползунова" (АлтГТУ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2435403 C1, 10.12.2011. RU
2480006 C1, 27.04.2013. RU 2498574 C1,
20.11.2013. RU 2433621 C2, 20.11.2011. US
20170303550 A1, 26.10.2017.

(54) Смесь хлебопекарная концентрированная (варианты)

(57) Реферат:

Изобретения относятся к пищевой промышленности. Смесь хлебопекарная концентрированная содержит муку пшеничную хлебопекарную, муку овсяную и дополнительное сырье, причем используют муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта или муку пшеничную хлебопекарную первого сорта, муку овсяную цельнозерновую, а в качестве дополнительного сырья используют семена

пажитника измельченные или ягоды брусники сушеные измельченные и клейковину пшеничную сухую. Все компоненты взяты при определенном соотношении. Изобретения позволяют создать смеси хлебопекарные концентрированные с повышенными антиоксидантными свойствами, пониженной энергетической ценностью, сохраняющие потребительские свойства в процессе хранения. 2 н.п. ф-лы, 8 табл., 2 пр.

RU 2 706 484 C 1

RU 2 706 484 C 1

Приложение В

ТУ-9293-001-21451215-2019 «ОВСЯНАЯ МУКА»

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«АЛТАЙСКАЯ КРУПА»

ОКП 92 9350

Группа Н 31
ОКС 67.060

УТВЕРЖДАЮ

Исполнительный директор
АО «Алтайская крупа»

Ильичев Г.Н.

личная подпись

«9» сентября 2019 г.

ОВСЯНАЯ МУКА

Технические условия
ТУ-9293-001-21451215-2019

Дата введения в действие – 01.12.2019

РАЗРАБОТАНО

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный
технический университет им. И.И. Ползунова»,
кафедра технологии хранения и переработки зерна
личная подпись

О.И.А. Солтан


личная подпись

Л.В. Анисимова

Барнаул
2019

Приложение Г

Акт производственной выработки партии овсяной муки

УТВЕРЖДАЮ

Исполнительный директор
АО «Алтайская крупа»

Ильичев Г.Н.

личная подпись

сентября 2019 г.

АКТ

производственной выработки партии овсяной муки

Мы, нижеподписавшиеся: начальник овсозавода АО «Алтайская крупа» Р.Н. Газиев; доцент кафедры «Технология хранения и переработки зерна» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (далее – АлтГТУ), к.т.н. Анисимова Л.В.; ассистент лектора Университета Эль-Минья (Арабская Республика Египет), аспирант кафедры ТХПЗ АлтГТУ Солтан О.И.А., составили настоящий акт по результатам производственной выработки на АО «Алтайская крупа» партии овсяной муки в количестве 200 кг по технологии и в соответствии с техническими условиями, разработанными Солтаном О.И.А. в рамках выполнения диссертационной работы.

Производство овсяной муки осуществляли следующим образом. Зерно подвергали очистке, пропуская через воздушно-ситовой сепаратор и камнеотборник. Очищенный от примесей овёс поступал в устройство для интенсивного увлажнения зерна, разработанное на кафедре «Технология хранения и переработки зерна» АлтГТУ им. И.И. Ползунова. Увлажнение осуществляли при наборе вакуума с остаточным давлением 0,045 МПа и подаче воды в течение 30 с. Влажность зерна после увлажнения составляла $(22,0 \pm 0,5) \%$. Отволаживание зерна осуществляли в бункере в течение 6 часов, после чего овёс подвергали сушке в сушилке при температуре агента сушки $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ до влажности $(12,5 \pm 0,2) \%$.

После сушки овес направляли в аспиратор для охлаждения. Перед подачей в шелушители овес разделяли на воздушно-ситовым сепараторе на

мелкую и крупную фракции, которые отдельно направляли через магнитные сепараторы на центробежные шелушители. Продукты шелушения просеивали на буратах для выделения мучки и дробленки, а затем провеивали на аспираторе с замкнутым циклом воздуха для отделения лузги. Ядро от нешелушеного зерна овса отделяли на дисковых триерах-овсюгоотборниках. Далее ядро контролировали на падди-машине, провеивали в аспираторе и подавали в бункер. Затем ядро подвергали магнитному сепарированию и направляли на измельчение в вальцовый станок. На измельчение также подавали выделенное после дополнительного просеивания на бурате и провеивания в аспираторе дробленое ядро. Продукты измельчения просеивали в рассеве. Овсяную муку получали проходом через сито № 07. Далее после магнитной очистки овсяную муку подавали в накопительный бункер. Затем готовый продукт был направлен на фасовку.

Установлено, что качество полученной овсяной муки соответствует требованиям разработанной нормативной документации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам производственных испытаний и оценки качества полученных образцов рекомендовать к внедрению на АО «Алтайская крупа» производство овсяной муки по предложенной технологии с целью расширения ассортимента продукции.

Начальник овсозавода
АО «Алтайская крупа»

 Р.Н. Газиев

Доцент кафедры
ТХПЗ АлтГТУ им. И.И. Ползунова, к.т.н.

 Л.В. Анисимова

Ассистент лектора Университета
Эль-Минья (Арабская Республика Египет),
аспирант кафедры ТХПЗ АлтГТУ

 О.И.А. Солтан

Приложение Д

Акт производственной проверки способа производства хлеба с добавлением
МКС № 1 и МКС № 2

УТВЕРЖДАЮ:



АКТ

производственной проверки способа производства хлеба с добавлением МКС № 1 (с измельченными семенами пажитника на основе овсяной муки) и МКС № 2 (с измельченными сушеными ягодами брусники на основе овсяной муки) взамен пшеничной муки высшего сорта

Мы, нижеподписавшиеся, аспирант Алтайского государственного технического университета имени И.И. Ползунова Солтан О.И.А., директор ИП «Клибадзе Созари Чичикоевич» Клибадзе С. Ч., доцент каф. ТХПЗ Алтайского государственного технического университета имени И.И. Ползунова Анисимова Л.В., составили настоящий акт по результатам производственной проверки способа производства хлеба с МКС № 1 и № 2, разработанного в лабораторных условиях на кафедре ТХПЗ Алтайского государственного технического университета имени И.И. Ползунова.

Способ осуществляли следующим образом: Сначала готовили МКС № 1 с измельченными семенами пажитника и МКС № 2 с измельченными сушеными ягодами брусники на основе овсяной муки. Мучные хлебопекарные смеси, использованные для выпечки образцов хлеба с добавлением МКС, готовили с заменой 15 % пшеничной муки высшего сорта МКС № 1 или МКС № 2.

В качестве контрольного образца выпекали хлеб из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта.

Замес теста осуществляли на тестомесильной машине периодического действия. Брожение теста происходило при температуре 30 °С, общая продолжительность брожения 90 мин. Выброженное тесто делили на куски, после округления помещали в формы и подвергали окончательной расстойке в течение 45 минут в расстойном шкафу. Выпекали хлеб в ротационной печи в течение 40 минут.

Анализ выпеченного хлеба показал, что оба образца хлеба с МКС несколько уступают по удельному объему и пористости мякиша контрольному образцу. При этом хлеб с добавлением МКС № 2 (с брусникой) по удельному объему и пористости мякиша ближе к контрольному образцу. Кислотность мякиша хлеба с МКС № 2 самая высокая, что объясняется повышенной кислотностью одного из компонентов МКС – сушеных измельченных ягод брусники. Вместе с тем, все оцениваемые показатели соответствуют требованиям нормативной документации к хлебобулочным изделиям из пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта (ГОСТ Р 56631-2015).

Таким образом, в производственных условиях на оборудовании ИП «Клибадзе Созари Чичикоевич» проведена проверка способа производства хлеба с МКС № 1 и № 2, разработанного в Алтайском государственном техническом университете имени И.И.

Ползунова. Результаты проверки показали, что полученный хлеб с добавлением МКС № 1 (с измельченными семенами пажитника на основе овсяной муки) и с МКС № 2 (с измельченными сушеными ягодами брусники на основе овсяной муки) имел хорошие органолептические и физико-химические показатели качества. При производстве хлеба с МКС № 1 и № 2 классическая технология приготовления хлеба из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта не претерпевает каких-либо существенных изменений. Комиссия считает эффективным внедрение предлагаемого способа производства хлеба с МКС № 1 (с измельченными семенами пажитника на основе овсяной муки) и с МКС № 2 (с измельченными сушеными ягодами брусники на основе овсяной муки), тем более что установки дополнительного оборудования не требуется.

Директор производитель
хлебобулочных изделий
ИП «Клибадзе Созари Чичикоевич»

Доцент каф. ТХПЗ АлтГТУ

Аспирант АлтГТУ



Клибадзе С. Ч.

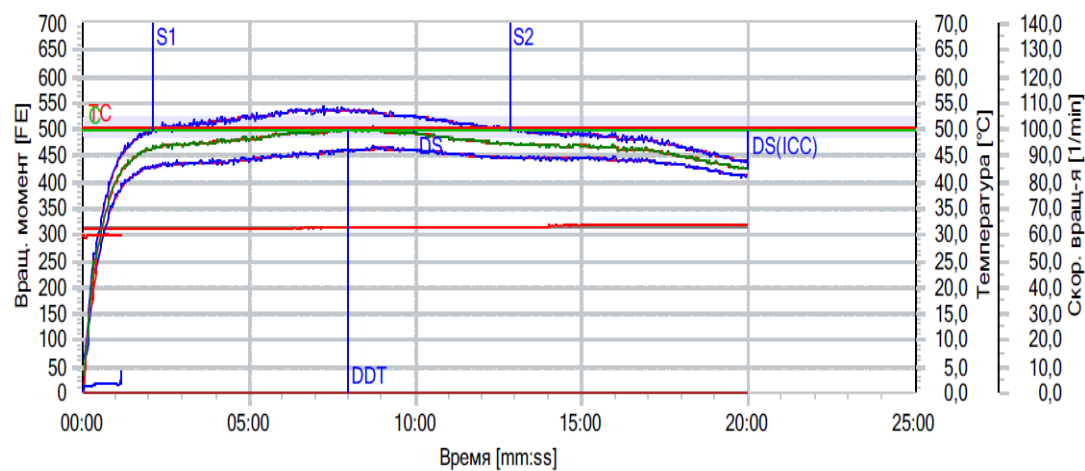
Анисимова Л.В.

Солтан О.И.А

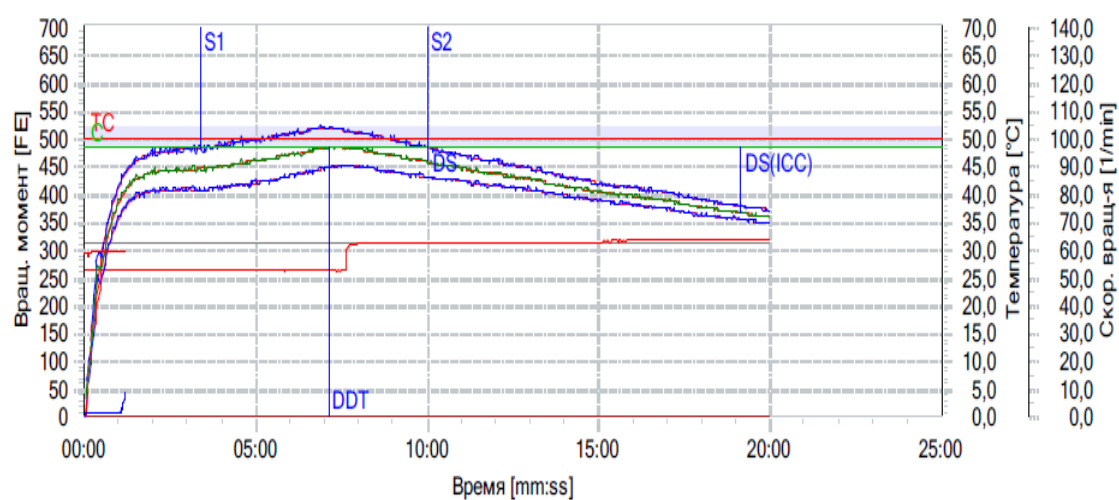
Приложение Е

Фаринограммы теста из муки пшеничной хлебопекарной и МКС

Тесто из муки пшеничной хлебопекарной
высшего сорта – 85%; МКС № 1 (с
пажитником) – 15 %



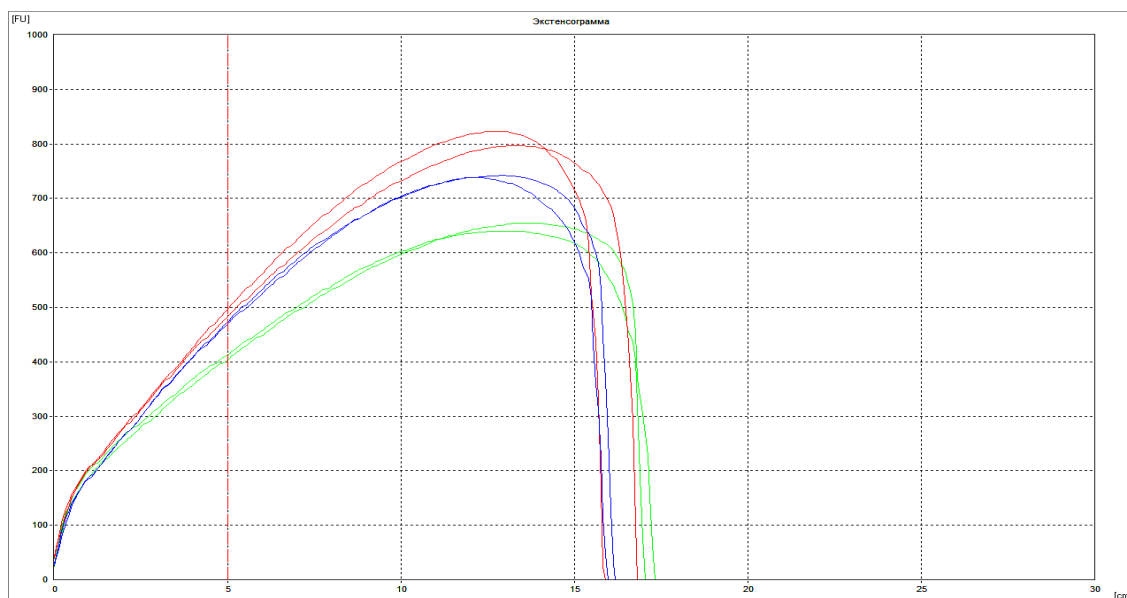
Тесто из муки пшеничной хлебопекарной
высшего сорта – 85%; МКС № 2 (с
брусникой) – 15 %



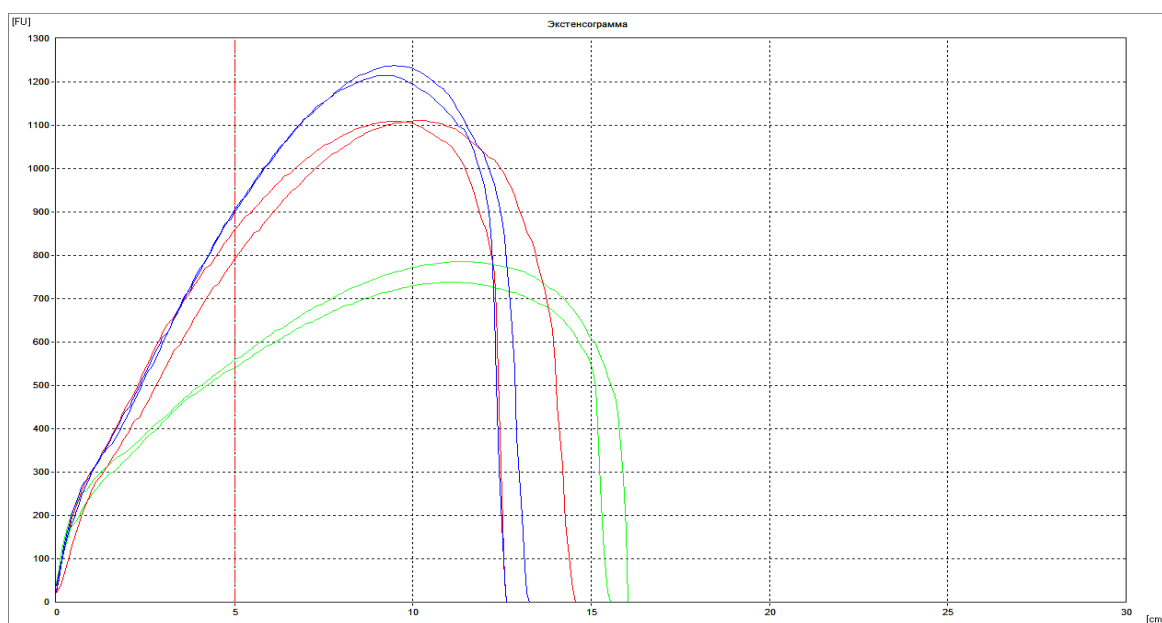
Приложение Ж

Экстенсограммы теста из муки пшеничной хлебопекарной и смесей муки
пшеничной и овсяной муки и муки пшеничной и МКС

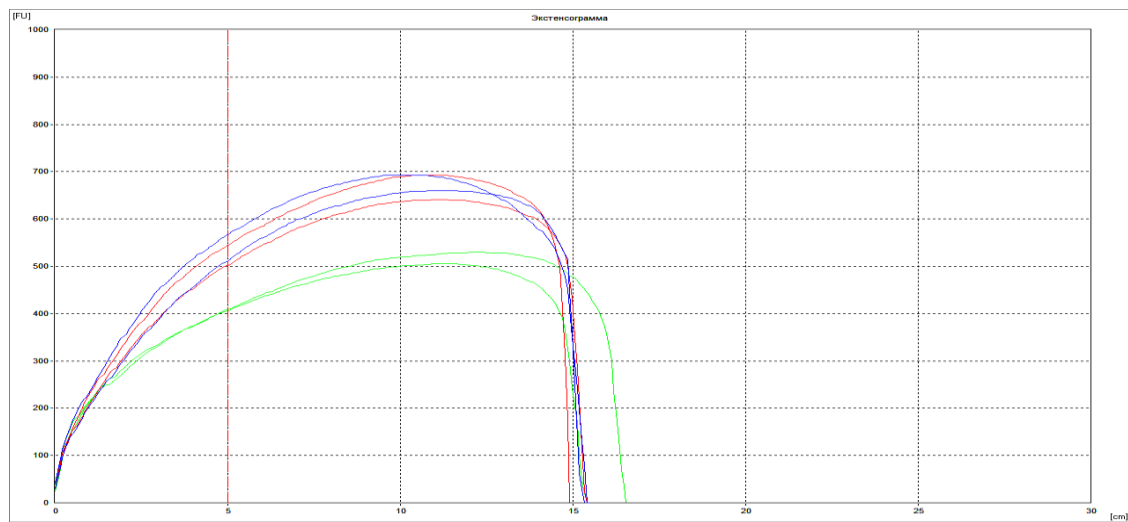
Тесто из муки пшеничной хлебопекарной
высшего сорта



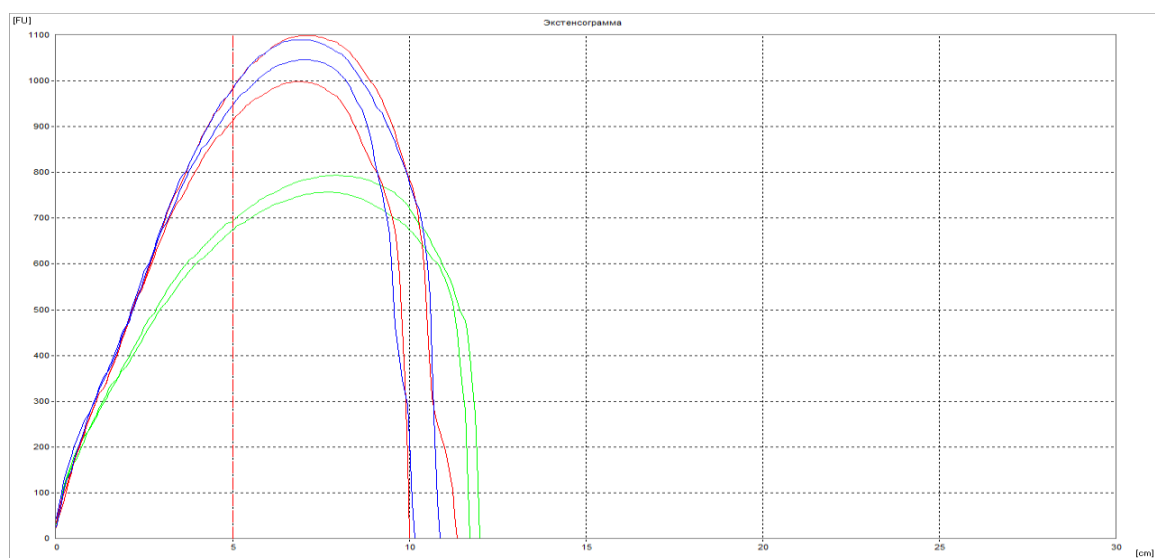
Тесто из муки пшеничной хлебопекарной
высшего сорта – 90 %; овсяная мука – 10 %



Тесто из муки пшеничной
хлебопекарной высшего сорта – 85 %;
МКС № 1 (с пажитником) – 15 %



Тесто из муки пшеничной хлебопекарной
высшего сорта – 85 %; МКС № 2 (с
брусникой) – 15 %



Приложение И

Протокол испытаний безопасности овсяной муки

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ВETERИНАРНОМУ И ФИТОСАНИТАРНОМУ НАДЗОРУ
(РОССЕЛЬХОЗНАДЗОР)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ОЦЕНКИ
БЕЗОПАСНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ»

Испытательная лаборатория Алтайского филиала ФГБУ «Центр оценки качества зерна»

Аккредитована Федеральной службой по аккредитации, аттестат аккредитации № РОСС
RU.0001.21ПК56

дата внесения в реестр аккредитованных лиц Федеральной службой по аккредитации 22.07.2015 г.
Аккредитована в качестве Аналитика Ассоциации торговли зерном и кормами (GAFTA)

Юридический адрес: 123308, г. Москва, пр-т Маршала Жукова, д. 1
Адрес осуществления деятельности: 656056, г. Барнаул, пр. Комсомольский, д. 80г
Тел/факс: 8 (385-2) 503-404, 503-407



УТВЕРЖДАЮ:

Директор Алтайского филиала
ФГБУ «Центр оценки качества зерна»
М.М. Шостак

МП

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 7196

от «06» сентября 2018 года

Наименование пробы (образца)	Мука овсяная с ГТО
Происхождение	-
Наименование заказчика	Частное лицо Солтан Осама Исмазил Ахмед
Адрес заказчика	Россия, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Папанинцев, 125, кв. 107
Наименование изготовителя	
Адрес изготовителя	
Отбор пробы (образца) произведен	заказчиком (при отборе пробы (образца) исполнителем или Управлением Россельхознадзора заполняются дата отбора, кем произведен отбор, место отбора, НД на метод отбора)
Регистрационный номер пробы (образца)	7169
Дата поступления пробы (образца)	03.09.2018
Дата проведения испытаний	03-06.09.2018
Масса (объем) партии	- (заполняется при отборе пробы (образца) исполнителем или Управлением Россельхознадзора)
Масса (объем) пробы (образца)	2,0 кг
Сопроводительные документы	Заявка № 3561 от 03.09.2018
Цель испытаний	Соответствие требованиям: ТР ТС 021/2011 (токсичные элементы, микотоксины, пестициды, ГМО)
Дополнительная информация	-

Испытательная лаборатория Алтайского филиала ФГБУ «Центр оценки качества зерна»	Страница 2 из 2
Протокол испытаний № 7196	Издание: 3
Ф СМК ИЛ 02-12	Дата введения: 09.01.2017 Актуализирован (Приказ от 24.01.2018 № 6)

Показатели безопасности:

№ п/п	Наименование показателей	Единицы измерения	Результаты испытаний	Нормы по НТД	НТД на методы испытаний	Наименование показателей
1	2	3	4	5	6	7
1	Кадмий	мг/кг	0,050	Не более 0,1	0,003	ГОСТ 33824-2016
2	Свинец	мг/кг	0,047	Не более 0,5	0,02	
3	Мышьяк	мг/кг	0,022	Не более 0,2	0,02	
4	Ртуть	мг/кг	Менее 0,0025	Не более 0,03	0,0025	ГОСТ 31628-2012
5	Афлатоксин В ₁	мг/кг	Менее 0,003	Не более 0,005	0,003	ГОСТ Р 54639-2011
6	Т-2 токсин	мг/кг	Менее 0,05	Не более 0,1	0,05	ГОСТ 30711-01
7	Охратоксин А	мг/кг	Менее 0,0001	Не более 0,005	0,0001	МУ 3184-84
8	ГХЦГ: (α, β, γ - изомеры)	мг/кг	Менее 0,002	Не более 0,5	0,002	МУ 2142-80
9	ДДТ и его метаболиты	мг/кг	Менее 0,004	Не более 0,02	0,004	
10	2,4-Д кислота, ее соли и эфиры	мг/кг	Не обнаружены при пределе обнаружения 0,02	Не допускаются	0,02	МУ 1541-76
11	Ртутьорганические пестициды	мг/кг	Не обнаружены при пределе обнаружения 0,005	Не допускаются	0,005	МУ 1350-75
12	Активность Цезий 137	Бк/кг	Менее 3,0	Не более 180	3,0	ГОСТ 32161-2013
13	Качественный анализ содержания ГМИ	-	в анализируемой пробе материал, являющийся производным ГМО, не обнаружен	-	-	ГОСТ Р 53214-2008 (ИСО 24276:2006) МУК 4.2.2304-07

Заведующий испытательной лабораторией

 Е.В. Кальная

Примечание:

Условия испытаний (указать в случае отклонения от установленных требований): соответствуют установленным требованиям.
 Данный протокол испытаний относится только к пробе (образцу), подвергнутой этим испытаниям. В случае отбора пробы (образца) исполнителем или Управлением Россельхознадзора результаты испытаний распространяются на всю массу (объем) партии.
 Протокол испытаний не может быть полностью или частично воспроизведен без письменного разрешения Алтайского филиала ФГБУ «Центр оценки качества зерна».

Протокол составил

 О.А. Штоколова

Приложение К

Протокол испытаний безопасности МКС № 1

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ВЕТЕРИНАРНОМУ И ФИТОСАНИТАРНОМУ НАДЗОРУ
(РОССЕЛЬХОЗНАДЗОР)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ОЦЕНКИ
БЕЗОПАСНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ»

Испытательная лаборатория Алтайского филиала ФГБУ «Центр оценки качества зерна»

Аккредитована Федеральной службой по аккредитации, аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.21ПК56
дата внесения в реестр аккредитованных лиц Федеральной службой по аккредитации 22.07.2015 г.
Аккредитована в качестве Аналитика Ассоциации торговли зерном и кормами (GAFTA)

Юридический адрес: 123308, г. Москва, пр-т Маршала Жукова, д. 1
Адрес осуществления деятельности: 656056, г. Барнаул, пр. Комсомольский, д. 80г
Тел/факс: 8 (385-2) 503-404, 503-407



Gafta

УТВЕРЖДАЮ
Директор Алтайского филиала
ФГБУ «Центр оценки качества зерна»
М.М. Шостак

МП



ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 984

от «07» февраля 2018 года

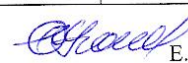
Наименование пробы (образца)	Мучная композитная смесь с овсяной мукой, пажитником, СПК и мукой пшеничной
Происхождение	-
Наименование заказчика	Частное лицо: Солтан Осама Исмаил Ахмед
Адрес заказчика	Россия, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Папанинцев, 125, кв 107
Наименование изготовителя	-
Адрес изготовителя	-
Отбор пробы (образца) произведен	заказчиком (при отборе пробы (образца) исполнителем или Управлением Россельхознадзора заполняется дата отбора, кем произведен отбор, место отбора, НД на метод отбора)
Регистрационный номер пробы (образца)	984
Дата поступления пробы (образца)	05.02.2018
Дата проведения испытаний	05-07.02.2017
Масса (объем) партии	- (заполняется при отборе пробы (образца) исполнителем или Управлением Россельхознадзора)
Масса (объем) пробы (образца)	2,0 кг
Сопроводительные документы	Заявка № 456 от 05.02.2018
Цель испытаний	Соответствие требованиям ТР ТС 021/2011
Дополнительная информация	-

Испытательная лаборатория Алтайского филиала ФГБУ «Центр оценки качества зерна»	Страница 2 из 2
Протокол испытаний №984	Издание: 2
Ф 02-12	Дата введения: 09.01.2017 Актуализирован (Приказ от 06.10.2017 № 57)

Показатели безопасности:

№ п/п	Наименование показателей	Единицы измерения	Результаты испытаний	Нормы по НТД	Нижний предел количественного обнаружения	НТД на методы испытаний
1	2	3	4	5	6	7
1	Кадмий	мг/кг	0,041	Не более 0,1	0,003	ГОСТ 33824-2016
2	Мышьяк	мг/кг	0,035	Не более 0,2	0,02	ГОСТ 31628-2012
3	Свинец	мг/кг	0,12	Не более 0,5	0,02	ГОСТ 33824-2016
4	Ртуть	мг/кг	Менее 0,0025	Не более 0,03	0,0025	ГОСТ Р 54639-2011
5	Афлатоксин В ₁	мг/кг	Менее 0,003	Не более 0,005	0,003	ГОСТ 30711-01
6	Т-2 токсин	мг/кг	Менее 0,05	Не более 0,1	0,05	МУ 3184-84
7	Охратоксин А	мг/кг	Менее 0,0001	Не более 0,005	0,0001	МУК 4.1.2204-07
8	Дезоксиниваленол	мг/кг	Менее 0,15	Не более 0,7	0,15	МУ 5177-90
9	Зеараленон	мг/кг	Менее 0,06	Не более 0,2	0,06	
10	ГХЦГ (α,β,γ - изомеры)	мг/кг	Менее 0,002	Не более 0,5	0,002	МУ 2142-80
11	ДДТ и его метаболиты	мг/кг	Менее 0,004	Не более 0,02	0,004	
12	Гексахлорбензол	мг/кг	Менее 0,002	Не более 0,01	0,002	
13	2,4-Д кислота, ее соли и эфиры	мг/кг	Не обнаружена при пределе обнаружения 0,02	Не допускаются	0,02	МУ 1541-76
14	Ртутьорганические пестициды	мг/кг	Не обнаружены при пределе обнаружения 0,005	Не допускаются	0,005	МУ 1350-75
15	Активность Цезий 137	Бк/кг	Менее 3,0	Не более 60	3,0	ГОСТ 32161-2013
16	Качественный анализ содержания ГМИ	-	В анализируемой пробе материал, являющийся производным ГМО, не обнаружен	-	-	ГОСТ Р 53214-2008 (ИСО 24276:2006) МУК 4.2.2304-07

Заведующий испытательной лабораторией

 Е.В. Кальная

Исполнители:

главный специалист
главный специалист
главный специалист
главный специалист

 Д.В. Фисенко
 П.С. Голятин
 А.Г. Стахурлова
 М.Н. Куимова

Примечание:

Условия испытаний (указать в случае отклонения от установленных требований): соответствуют установленным требованиям. Данный протокол испытаний относится только к пробе (образцу), подвергнутому этим испытаниям. Протокол испытаний не может быть полностью или частично воспроизведен без письменного разрешения Алтайского филиала ФГБУ «Центр оценки качества зерна».

Протокол составил

 О.А. Штоколова

Приложение Л

Протокол испытаний безопасности МКС № 2

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ВETERИНАРНОМУ И ФИТОСАНИТАРНОМУ НАДЗОРУ
(РОССЕЛЬХОЗНАДЗОР)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ОЦЕНКИ
БЕЗОПАСНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ»

Испытательная лаборатория Алтайского филиала ФГБУ «Центр оценки качества зерна»

Аккредитована Федеральной службой по аккредитации, аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.21ПК56
дата внесения в реестр аккредитованных лиц Федеральной службой по аккредитации 22.07.2015 г.
Аккредитована в качестве Аналитика Ассоциации торговли зерном и кормами (GAFTA)

Юридический адрес: 123308, г. Москва, пр-т Маршала Жукова, д. 1
Адрес осуществления деятельности: 656056, г. Барнаул, пр. Комсомольский, д. 80г
Тел/факс: 8 (385-2) 503-404, 503-407



УТВЕРЖДАЮ:
Директор Алтайского филиала
ФГБУ «Центр оценки качества зерна»
М.М. Шостак
МП



ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 985

от «07» февраля 2018 года

Наименование пробы (образца)	Мучная композитная смесь с овсяной мукой, брусничкой, СПК и мукой пшеничной
Происхождение	-
Наименование заказчика	Частное лицо: Солтан Осама Исмаил Ахмед
Адрес заказчика	Россия, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Папанинцев, 125, кв 107
Наименование изготовителя	-
Адрес изготовителя	-
Отбор пробы (образца) произведен	заказчиком (при отборе пробы (образца) исполнителем или Управлением Россельхознадзора заполняется дата отбора, кем произведен отбор, место отбора, НД на метод отбора)
Регистрационный номер пробы (образца)	985
Дата поступления пробы (образца)	05.02.2018
Дата проведения испытаний	05-07.02.2017
Масса (объем) партии	- (заполняется при отборе пробы (образца) исполнителем или Управлением Россельхознадзора)
Масса (объем) пробы (образца)	2,0 кг
Сопроводительные документы	Заявка № 456 от 05.02.2018
Цель испытаний	Соответствие требованиям ТР ТС 021/2011
Дополнительная информация	-

Испытательная лаборатория Алтайского филиала ФГБУ «Центр оценки качества зерна»	Страница 2 из 2
Протокол испытаний №985	Издание: 2
Ф 02-12	Дата введения: 09.01.2017 Актуализирован (Приказ от 06.10.2017 № 57)

Показатели безопасности:

№ п/п	Наименование показателей	Единицы измерения	Результаты испытаний	Нормы по НТД	Нижний предел количественного обнаружения	НТД на методы испытаний
1	2	3	4	5	6	7
1	Кадмий	мг/кг	0,044	Не более 0,1	0,003	ГОСТ 33824-2016
2	Мышьяк	мг/кг	0,057	Не более 0,2	0,02	ГОСТ 31628-2012
3	Свинец	мг/кг	0,15	Не более 0,5	0,02	ГОСТ 33824-2016
4	Ртуть	мг/кг	Менее 0,0025	Не более 0,03	0,0025	ГОСТ Р 54639-2011
5	Афлатоксин В ₁	мг/кг	Менее 0,003	Не более 0,005	0,003	ГОСТ 30711-01
6	Т-2 токсин	мг/кг	Менее 0,05	Не более 0,1	0,05	МУ 3184-84
7	Охратоксин А	мг/кг	Менее 0,0001	Не более 0,005	0,0001	МУК 4.1.2204-07
8	Дезоксиниваленол	мг/кг	Менее 0,15	Не более 0,7	0,15	МУ 5177-90
9	Зеараленон	мг/кг	Менее 0,06	Не более 0,2	0,06	
10	ГХЦГ (α,β,γ - изомеры)	мг/кг	Менее 0,002	Не более 0,5	0,002	МУ 2142-80
11	ДДТ и его метаболиты	мг/кг	Менее 0,004	Не более 0,02	0,004	
12	Гексахлорбензол	мг/кг	Менее 0,002	Не более 0,01	0,002	
13	2,4-Д кислота, ее соли и эфиры	мг/кг	Не обнаружена при пределе обнаружения 0,02	Не допускаются	0,02	МУ 1541-76
14	Ртутьорганические пестициды	мг/кг	Не обнаружены при пределе обнаружения 0,005	Не допускаются	0,005	МУ 1350-75
15	Активность Цезий 137	Бк/кг	Менее 3,0	Не более 60	3,0	ГОСТ 32161-2013
16	Качественный анализ содержания ГМИ	-	В анализируемой пробе материал, являющийся производным ГМО, не обнаружен	-	-	ГОСТ Р 53214-2008 (ИСО 24276:2006) МУК 4.2.2304-07

Заведующий испытательной лабораторией


 Е.В. Кальная

Исполнители:

 главный специалист
 главный специалист
 главный специалист
 главный специалист


 Д.В. Фисенко

 П.С. Голятин

 А.Г. Стахурлова

 М.Н. Куимова

Примечание:

Условия испытаний (указать в случае отклонения от установленных требований): соответствуют установленным требованиям. Данный протокол испытаний относится только к пробе (образцу), подвергнутому этим испытаниям. Протокол испытаний не может быть полностью или частично воспроизведен без письменного разрешения Алтайского филиала ФГБУ «Центр оценки качества зерна».

Протокол составил


 О.А. Штоколова

Приложение М

Внешний вид хлеба из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и
муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и МКС



Хлеб из муки пшеничной
хлебопекарной высшего
сорта - контроль

Хлеб из муки пшеничной
хлебопекарной высшего
сорта и МКС № 1
(с пажитником)

Хлеб из муки пшеничной
хлебопекарной высшего
сорта и МКС № 2
(с брусникой)

Приложение Н

Балльная оценка органолептических показателей качества хлеба

Наименование показателя	Количество баллов				
	5	4	3	2	1
1 Характеристика формы изделия	Соответствующая наименованию хлеба, без вмятин, с ровными краями	Имеются участки с незначительными деформированными краями	Более выраженная деформация и количество неровных участков	Сильно выраженная деформация с вмятинами	Неправильная форма, с вмятинами, не соответствует данному наименованию
2 Состояние поверхности	Гладкая или шероховатая, без трещин и подрывов	Наличие незначительных подрывов.	Количество подрывов несколько больше	Поверхность немного подгорелая с небольшими трещинами и загрязнениями	Поверхность не характерная, подгорелая, с большими трещинами, подрывами и загрязнениями
3 Цвет корки	Интенсивный коричневый (желто-коричневый), для хлеба с МКС – возможен сероватый оттенок	Коричневый (желто-коричневый), для хлеба с МКС – возможен сероватый оттенок	Светло-коричневый (желтовато-коричневый), для хлеба с МКС – возможен сероватый оттенок	Светло-желтый, для хлеба с МКС – возможен сероватый оттенок	Бледный, для хлеба с МКС – возможен сероватый оттенок
4 Состояние мякиша	Пропеченный, без следов непромеса, с развитой равномерной пористостью	Достаточно хорошо пропеченный, пористость достаточно равномерная.	Недостаточно пропечённый, пористость менее равномерна.	Удовлетворительно развитая пористость	Непропечённый, со следами непромеса и выраженной неравномерной пористостью.
5 Запах и вкус	Свойственный изделию	Менее выраженный, характерный для данного вида изделия.	Слабо выраженный.	Характерные запах и вкус отсутствуют	Неприятные вкус и запах

Приложение П
Дипломы, сертификаты и грамоты



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный
технический университет им. И. И. Ползунова»

*Благодарственное
письмо*

**СОЛТАНУ ОСАМЕ
ИСМАЭИЛУ АХМЕДУ,**

аспиранту гр. 0ПэБио – 61

за успехи в научной и инновационной
деятельности АлтГТУ им. И.И. Ползунова
и в связи с Днем российской науки

Ректор



А.М. Марков

Барнаул, 2019 г.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный
технический университет им. И. И. Ползунова»

Благодарственное письмо

СОЛТАН ОСАМА ИСМАЭИЛ АХМЕД

аспиранту группы ОПэБио-61
отдела сопровождения подготовки
кадров высшей квалификации

За успехи в научной и инновационной
деятельности АлтГТУ им. И.И. Ползунова
и в связи с празднованием Дня Российской науки

Ректор



А.М. Марков

Барнаул, 2020 г.

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



ДИПЛОМ

награждается

Солтан Осама Исмаэил Ахмед

аспирант кафедры ТХПЗ
направление аспирантуры

19.06.01. Промышленная экология и биотехнологии

занявший I место

в XIV Всероссийской научно-технической
конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых

«Наука и молодежь - 2017»

секция «Пищевая промышленность»
подсекция «Технология хранения и переработки
зерна и технология хлеба, макаронных и
кондитерских изделий» (30 мая 2017 года)

Директор ИнБиоХим

Председатель подсекии
заведующий кафедрой ТХПЗ

А.А. Беушев

В.С. Лузев





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



ГРАМОТА

награждается

Солтан Осама Исмаэл Ахмед

аспирант

занявший 1 место

в XIV Всероссийской научно-технической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
«Наука и молодёжь»,
посвящённой 75-летию АлтГТУ

Конкурс секции «Пищевая промышленность»

Конкурс подсекции

«Технология хранения и переработки зерна
и технология хлеба, макаронных
кондитерских изделий»

Проректор по НИР



В.А. Федоров

Барнаул, 2017 год



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Правительство Алтайского края
Алтайский государственный университет
Российский фонд фундаментальных исследований

СЕРТИФИКАТ УЧАСТНИКА

Всероссийской научно-практической конференции
«БИОТЕХНОЛОГИЯ И ОБЩЕСТВО В XXI ВЕКЕ»

Барнаул, 24-26 сентября 2018 г.

Солтан
Осман Исмаилович Ахмед



Проректор по НИР АГУ

Е.С. Попов

BIOasia Altai 2018



II Межрегиональная
научно-практическая конференция
**«От биопродуктов
к биоэкономике»**

Сертификат

подтверждает, что

**Солтан
Осама Исмаэил Ахмед**

выступил (а) с темой доклада:

*«Разработка мучных композитных
смесей повышенной пищевой ценности»*

Начальник управления Алтайского края
по пищевой, перерабатывающей,
фармацевтической промышленности
и биотехнологиям



Т.А. Зеленина



АЦКР
АЛТАЙСКИЙ
ЦЕНТР
КЛАСТЕРНОГО
РАЗВИТИЯ







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



СЕРТИФИКАТ

ВЫДАН

Солтану Осаме

Исмаилу Ахмеду

участнику XX Международной
научно-практической конференции
«Современные проблемы техники
и технологии пищевых производств»
(г. Барнаул, 14-15 марта 2019 года)

Директор
ИнБиоХим



А.А. Беушев

