

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

Федорович
Ирина Владимировна

КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ТЕКСТУРИРОВАННЫХ
ЗЕРНОПРОДУКТОВ И МУКИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ХРАНЕНИЯ

Научная специальность 4.3.3. Пищевые системы

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук, доцент
Янова Марина Анатольевна

Красноярск – 2025

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1 Современное состояние изученности вопросов качества и хранения текстурированных зернопродуктов и муки	10
1.1 Теоретические аспекты и требования к процессу хранения	10
1.1.1 Характеристика условий хранения в научно-исследовательском поле	15
1.1.2 Условия хранения, обозначенные в нормативно-правовой сфере.....	27
1.2 Анализ нормативной документации в сфере хранения и контроля качества зернопродуктов.....	32
1.3 Характеристика зерноперерабатывающей отрасли в Красноярском крае.....	38
Глава 2 Объекты, методика и условия исследований.....	41
2.1 Организация работы и схема проведения исследований.....	41
2.2 Объекты исследований	43
2.3 Методы исследований	43
Глава 3 Экспериментальная часть	49
3.1 Аппаратурно-технологические схемы технологий тарного и бестарного типов хранения	49
3.2 Качество ячменной и овсяной муки при хранении различными способами..	54
3.2.1 Характеристика химического состава в процессе хранения	54
3.2.1.1 Динамика содержания белка.....	54
3.2.1.2 Динамика содержания крахмала и сахара	57
3.2.1.3 Динамика содержания жира.....	60
3.2.1.4 Динамика содержания золы	62
3.2.1.5 Аминокислотный состав.....	65
3.2.2 Динамика кислотного числа жира.....	71
3.2.3 Безопасность и микробиологические показатели.....	74
3.2.4 Органолептические показатели	78
3.2.5 Функционально-технологическая характеристика.....	79
3.3 Качество текстурированных продуктов из ячменя и овса при хранении различными способами.....	82

3.3.1 Характеристика химического состава в процессе хранения	82
3.3.1.1 Динамика содержания белка.....	82
3.3.1.2 Динамика содержания крахмала и сахара	85
3.3.1.3 Динамика содержания жира.....	89
3.3.1.4 Динамика содержания золы	91
3.3.1.5 Аминокислотный состав.....	94
3.3.2 Динамика кислотного числа жира.....	98
3.3.3 Безопасность и микробиологические показатели.....	103
3.3.4 Органолептические показатели	108
3.3.5 Функционально-технологическая характеристика.....	109
3.4 Обоснование оптимальных сроков и способов хранения.....	114
Глава 4 Экономическая оценка способов хранения	122
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	129
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	131
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	132
ПРИЛОЖЕНИЯ	157
Приложение А Содержание аминокислот в образцах муки и текстурированных зернопродуктов.....	158
Приложение Б Результаты математической обработки экспериментальных данных.....	163
Приложение В Относительные показатели качества	212
Приложение Г Технологическая инструкция на хранение тарным и бестарным способом продуктов переработки зерна	215
Приложение Д Технологический регламент	216
Приложение Е Акт внедрения и производственных испытаний	217
Приложение Ж Акт внедрения в учебный процесс	219

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Выращиваемое зерно и производимые из него зернопродукты для любого государства являются стратегически важнейшим пищевым сырьем, определяющим его пищевую безопасность. Как в рамках Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года, так и в Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации целью является обеспечение качества пищевой продукции, как важнейшей составляющей жизни населения.

Сырье, полученное из экструдата зерновых культур, обладает определенными органолептическими и физико-химическими свойствами, обусловленными в первую очередь самой технологией, что позволяет отнести его к новому виду пищевых продуктов – текстурированным углеводным продуктам. Введение в рецептуры пищевых добавок в виде текстурированных зернопродуктов, является достаточно частым явлением, базирующемся на широком круге исследований. Учитывая то, что данное пищевое сырье достаточно широко используются в хлебопекарной и кондитерских отраслях, выбор способа хранения на основе комплексного изучения различных показателей в сравнении с мучным сырьем, как наиболее близким по содержанию макронутриентов, является актуальной задачей, требующей своего решения.

Степень разработанности темы. В развитие основ теории и практики экструзии вклад внесли российский и зарубежные ученые и исследователи: О.В. Абрамов, В.Н. Василенко, В.Г. Карпов, В.А. Коваленок, Г.О. Магомедов, А.Н. Остриков, Ю.Ф. Росляков, А.С. Рудометкин, М.А. Янова, Е.С. Bernhardt, G.H. Jepson, Z. Tadmor и многие другие. Вопросами технологии хранения муки и зернопродуктов, их качества были посвящены работы ученых Л.А. Трисвятского, Н.П. Козьминой, специалистов Всероссийского научно-исследовательского института зерна и продуктов его переработки (в т.ч. Л.Г. Приезжевой, Е.П. Мелешкиной, В.Ф. Сорочинского и т.д.), Т.П. Турчаниновой – в области бестарного хранения муки, К.Б. Гурьевой – в области длительного хранения, Суворова О.А. – при изучении

вопросов качества, безопасности и хранения продовольственного сырья и продуктов, Анисимовой Л.В. – при изучении стойкости при хранении овсяной и ячменной муки и др. Однако, следует отметить, что, не смотря на неуклонный рост рынка пищевых текстурированных зернопродуктов, потенциал их использования в производстве хлебобулочных изделий, исследований способов их хранения, с учетом особенностей сырья, в настоящее время проведено не достаточно.

Цель диссертационной работы – исследование показателей качества текстурированных зернопродуктов и муки из ячменя и овса для обоснования способа хранения.

Для достижения поставленной цели были определены следующие **задачи**:

1. провести анализ нормативно-правовых документов Российской Федерации в области контроля качества и хранения муки и текстурированных зернопродуктов;
2. исследовать химический состав и функционально-технологические характеристики текстурированных продуктов из ячменя и овса, ячменной и овсяной муки в процессе хранения;
3. проанализировать динамику кислотного числа жира, органолептических и микробиологических показателей, безопасности текстурированных продуктов из ячменя и овса, ячменной и овсяной муки при различных способах хранения и видах упаковки;
4. определить влияние способа хранения и вида упаковки на изменение химического состава, кислотного числа жира, водопоглотительной, водо- и жиросодержащих способностей, общей обсемененности (КМАФАнМ, КОЕ/г) текстурированных продуктов из ячменя и овса, ячменной и овсяной муки в процессе хранения;
5. провести оценку уровня качества текстурированных зернопродуктов и муки при различных способах хранения и видах упаковки для обоснования сроков хранения, выбора оптимального способа хранения и вида упаковки;
6. сравнить экономическую эффективность хранения при разных сроках тарным и бестарным способами для рекомендаций профильным предприятиям,

разработать нормативно-техническую документацию на хранение текстурированных зернопродуктов и муки.

Научная новизна. Впервые получены новые данные об изменении химического состава, кислотного числа жира и показателей безопасности текстурированных зернопродуктов и муки при различных способах хранения и видах упаковки.

Диссертационная работа содержит элементы научной новизны в рамках п. 4, 15, 16 паспорта научной специальности 4.3.3.

1. Впервые получены данные о химическом составе текстурированных продуктов из ячменя и овса, ячменной и овсяной муки в процессе хранения. Определены первые лимитирующие аминокислоты: лизин, триптофан и лейцин+изолейцин. Установлено, что индекс незаменимых аминокислот при значении больше 1 не характеризует белок текстурированных зернопродуктов как идеальный за счет большего содержания ряда аминокислот к его содержанию в эталонном белке (*п. 15 паспорта научной специальности 4.3.3.*).

2. Впервые исследовано влияние способа хранения и вида упаковки на химический состав, кислотное число жира, общую обсемененность, функционально-технологические характеристики текстурированных зернопродуктов и муки в процессе хранения. Установлено, что текстурированные зернопродукты обладают большей стойкостью при хранении по сравнению с мукой (окислению жира, более низкой обсемененностью). Определено, что способ хранения и вид упаковки значимо не оказал влияние ($p \geq 0,05$) на гидролитические и окислительные процессы в текстурированных зернопродуктах и муке. Выявлено, что тарный способ хранения значимо ($p \leq 0,05$) оказывает влияние на снижение общей обсемененности (КМАФАнМ, КОЕ/г) при хранении ячменной и овсяной муки (*п. 4 паспорта научной специальности 4.3.3.*).

3. Впервые предложены оптимальные способы хранения и виды упаковки с учетом итоговых оценок уровня качества. Установлено, что уровень качества текстурированных зернопродуктах и муки при хранении в полимерных видах упаковки вследствие их барьерных свойств выше, чем при бестарном способе

хранения. Определено, что при тарном способе хранения текстурированного продукта из ячменя возможно до 18 мес., из овса до 12 мес. (*п. 16 паспорта научной специальности 4.3.3.*).

Теоретическая значимость заключается в применении научно обоснованного подхода к организации хранения муки и текстурированных зернопродуктов. Предлагаемый подход основан на анализе физико-химических процессов, протекающих в данных продуктах при хранении, а также оценке влияния ключевых факторов, включая способы хранения и вид упаковочного материала. Результаты исследования позволили обосновать оптимальные способы хранения, обеспечивающие максимальную сохранность качества, органолептических, микробиологических показателей продукции и безопасности.

Практическая значимость заключается в определении уровня качества текстурированных зернопродуктов и муки при различных сроках, способах хранения и используемых при затаривании видов упаковки, оценке их экономической эффективности.

Результаты проведенного исследования апробированы и используются на предприятии ООО «Зернопродукт» (приложение Е). Разработана и утверждена технологическая инструкция на хранение тарным и бестарным способом продуктов переработки зерна (муки и текстурированных зернопродуктов) ТИ 10.61.-97623423-001-2024 (приложение Г), технологический регламент «Правила хранения текстурированных зернопродуктов и муки из ячменя и овса (приложение Д).

Материалы диссертации используются в учебном процессе на кафедре технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ при реализации основных профессиональных образовательных программ (приложение Ж).

Работа является обобщением результатов методического, теоретического и прикладного характера, полученных лично автором или при его непосредственном участии.

Методология и методы исследования. Методологической основой работы являются труды отечественных и зарубежных ученых в области различных способов

хранения зернопродуктов и установления сроков их безопасного хранения. Для решения поставленных задач применялись общенаучные подходы, при проведении экспериментальных исследований был использован комплекс стандартных методик и методов биохимических исследований, а также специальные методы исследований.

Положения, выносимые на защиту:

- результаты исследования влияния способа хранения и вида упаковки на изменение кислотного числа жира, микробиологических показателей, функционально-технологических характеристик, а также химического состава текстурированных продуктов из ячменя и овса, ячменной и овсяной муки;
- обоснование способа хранения, обеспечивающего максимальную сохранность качества текстурированных зернопродуктов и муки из ячменя и овса в зависимости от срока хранения и используемого вида упаковки;
- использование дифференциального метода для оценки уровня качества текстурированных зернопродуктов и муки при хранении;
- результаты сравнительного анализа эффективности применения тарного и бестарного способов хранения текстурированных зернопродуктов и муки из ячменя и овса.

Степень достоверности. Достоверность подтверждается результатами экспериментальных исследований, большим объемом экспериментальных данных, обработанных с использованием методов статистической обработки (дисперсионный анализ) в программах Microsoft Office Excel и STATISTICA.

Апробация результатов. Основные результаты исследования были доложены и обсуждены на научно-практических конференциях, прошедших в Красноярске (2021, 2022, 2023), Новосибирске (2021), Краснодаре (2023), Тюмени (2023), Москве (2024).

Публикации. По материалам проведенного исследования было опубликовано 10 научных работ, в том числе 3 статьи, опубликованные в ведущих российских периодических изданиях, включенных в Перечень ВАК Минобрнауки РФ, 1 в издании, индексируемом в международной базе.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа включает введение, 4 главы, заключение, список цитируемых литературных источников и приложения. Работа изложена на 219 страницах компьютерного текста, содержит 33 таблицы, 39 рисунков, 182 наименований использованных литературных источников, в том числе 68 – зарубежных авторов и 7 приложений.

Личный вклад соискателя заключается в определении цели и постановке задач исследований, планировании эксперимента, закладке экспериментальных образцов, анализе и обработке полученных данных, обобщении и апробации результатов проведенных исследований, подготовке научных публикаций, написании и оформлении текста диссертационной работы. Автор лично осуществлял статистическую обработку полученных результатов, сформулировал выводы и практические рекомендации.

При проведении исследований и написании статей определенные виды работ были проведены в соавторстве: с М.А. Яновой была разработана программа исследования, проведена интерпретация полученных данных.

Результаты ряда разделов научного исследования (аминокислотный и химический состав муки) получены в ходе выполненной научно-исследовательской работы по тематическому плану-заданию по заказу Минсельхоза РФ за счёт средств федерального бюджета на 2020 год «Установление норм естественной убыли зерна, семян различных культур при хранении в элеваторах применительно к условиям климатических групп, а также естественной убыли продуктов переработки зерна при хранении в складах насыпью» (рег. № НИОКР АААА-А20-120012090016-0).

Благодарности. Автор выражает благодарность доктору биологических наук, профессору Сергею Витальевичу Хижняку за консультацию по математической обработке.

Глава 1 Современное состояние изученности вопросов качества и хранения текстурированных зернопродуктов и муки

1.1 Теоретические аспекты и требования к процессу хранения

Если производственный процесс является основой деятельности любого предприятия, конечным итогом которого является количество произведенного товара, то хранение – это процесс, основной и первостепенной задачей которого является сохранение и обеспечение качественно-количественных характеристик того самого товара. Хранение как технологическая операция является самой продолжительной и одной из наиболее ответственных, условия и организация которой вносят вклад в производственную успешность предприятия. [91]. Хранение какого-либо объекта, в том числе и пищевых продуктов, воспринимается, прежде всего, как процесс, организуемый во времени и пространстве, включающий в себя совокупность условий, обуславливающих их срок годности. Это процесс, носящий комплексный характер, определяющийся широким спектром параметров и условий. Немаловажным является то обстоятельство, что этот процесс начинается сразу после этапа его производства и продолжается до его конечного использования потребителем уже далеко за пределами производственных площадей.

Участниками жизненного цикла любого пищевого продуктов, в частности нами рассматриваемых продуктов переработки зерна, являются несколько субъектов – поставщики зернового сырья, производители муки, крупы и т.д., промежуточное звено в виде организаций и компаний, реализующих произведенные продукты производителя в совокупности с различного рода посредниками, и конечные потребители. И каждый участник на протяжении жизненного цикла организует этот важный этап – хранение. В реальном времени этот этап, прежде всего для производителей, сталкивается с двумя сферами, в пределах которых находится его организация – нормативно-правовая и научно-исследовательская. При этом, научно-исследовательскую сферу можно рассматривать как удобную площадку или модель для обсуждения возможных юридических аспектов и вопросов, связанных с

улучшением организации данного этапа непосредственно на площадках производителей и не только.

Мука и текстурированные зернопродукты как объект хранения. С появлением и апробированием новых способов и технологических решений создаются новые виды пищевых продуктов, сходных по внешнему виду и структуре с уже производимыми, но отличающиеся по своим физико-химическим показателям. В качестве примера такого способа можно привести технологию экструзии, а вида пищевого продукта – экструдат, причем экструзионной обработке можно подвергать как многокомпонентное сырье, так и моносырье, например, зерновые культуры. Моделирование достаточно широкого числа параметров процесса экструзии, таких как температура, давление, влажность и других сил, приводящих к изменению, вплоть до нарушения макромолекулярной структуры используемого сырья, обуславливает и разработку широкого спектра готовых пищевых продуктов (сухие завтраки, макаронные изделия, закуски, текстурированные заменители мяса и т.д.) [134]. Данная технология позиционируется как универсальная, обладающая возможностями различного применения, что определяет ее стабильное место и широкое распространение в перерабатывающих отраслях агропромышленного комплекса [1,4,40,102].

Стоит отметить, что в настоящее время названная выше технология и продукты, полученные с ее помощью, получили достаточно широкое освещение в научно-исследовательском поле. Получаемые экструзионные пищевые продукты представляют собой как готовые изделия, так и промежуточное сырье, используемое для изготовления пищевой продукции. При этом, варьируя различные параметры (например, влажность, тип зернового сырья), можно оказать влияние на индекс растворимости в воде, индекс поглощения воды и степень желатинизации, что определяет их включение в пищевые продукты в качестве загустителей или в тесто, где сохранение влаги важно для поддержания текстуры [152]. Благодаря своим физико-химическим свойствам от полученных экструдированных продуктов ожидалось полезные физиологические эффекты. Например, стратегически подбирая оптимальные условия процесса экструзии, преследовалась цель изготовления

продуктов из ячменя, кукурузы, овса с повышенным содержанием резистентного крахмала, при этом сохраняя β -глюкан в макромолекулярной форме [144,147,165,168].

Введение в рецептуры пищевых добавок в виде текстурированных зернопродуктов, полученных из экструдатов различных культур, является достаточно частым явлением, базирующемся на широком круге исследований [1,28,39,42,74,81,82,89,90,100,109,112,113,114]. Одним из таких продуктов, добавляемых в рецептуры хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, является текстурированный зернопродукт, полученный из экструдата зерновых культур путем его измельчения на различном оборудовании. Принципиальная разница между технологией получения его и муки обуславливает и разный химический состав в части количественных отношений, и свойства получаемого продукта.

Некоторые исследователи обсуждали как раз взаимосвязь между этими двумя характеристиками, показывая, что экструзия обуславливает повышение гидратационных свойств различных продуктов, увеличение степени желатинизации, более высокий уровень индекса водопоглощения (WAI) и растворимости в воде (WSI) вследствие высокого содержания амилопектина. Но для таких культур как пшеница и ячмень, экструзия не так значительно увеличила WSI, а в случае ячменного экструдата наблюдалось его снижение [159,176,182]. При этом для смеси овсяной и рисовой муки температура не являлась значимым параметром для изменения уровня водопоглощения. Было выявлено, что на WAI в основном влияла скорость вращения винта, а более низкие значения были получены при установке винта на низкую скорость, вероятно, из-за минимальной степени желатинизации [167]. При этом исследователи отмечают высокую степень корреляции содержания белка и крахмала с индексом водопоглощения (WAI) – увеличение по мере снижения белка и увеличения крахмала [182].

Экструзия является одной из сложнейших технологий пищевой промышленности, так как в отличие от технологии муки в ее основе лежит течение вязкопластичных неоднородных компонентов, в результате которого происходит

ряд изменений биохимического, физического и структурного характера [40]. При модулировании рабочих переменных в процессе экструзии происходит не только изменение характеристик сырья. Например, установлено, что скорость вращения шнека оказывает большее влияние на расширение экструдатов, чем температура, а температура в свою очередь влияет на объем расширения. Выявлено также влияние экструзионной обработки на микробиологические показатели, выразившееся в снижении обсемененности сырья вплоть до полного устранения бактерий группы кишечной палочки, плесневых грибов и др. патогенов [145]. Ряд исследователей выявили эффективность экструзии как метода физической детоксикации, снижении содержания ряда микотоксинов в таких зерновых культурах как пшеница, кукуруза, а также тритикале. При этом исследователи подчеркивают, что вследствие комбинаторного действия температуры, давления, усилия сдвига и сложного взаимодействия параметров экструзия имеет условно высокий потенциал снижения микотоксинов при условии подбора оптимальных параметров (например, скорость вращения шнека, скорость подачи, содержание влаги в сырье). Экструзия в данном контексте помимо того, что открывает возможность новой обработки традиционного сырья, еще и может являться способом повышения стойкости при хранении [116,136,146,155,167,169,178].

Следует отметить, что продукты, полученные данным путем, являются новыми видами продукта, что обуславливает необходимость понимания, в рамках каких нормативно-правовых документов следует контролировать его производство, хранение и безопасность. Исследуемое сырье, полученное из экструдата зерновых культур, обладает определенными органолептическими и физико-химическими свойствами, обусловленными в первую очередь самой технологией, что позволяет отнести его к новому виду пищевых продуктов – текстурированному продукту.

Употребление понятия «текстурат» или «текстурированный» напрямую связано с одним из важнейших функциональных свойств белков, наравне с такими свойствами, как растворимость, водо и жиросвязывающая способности и т.д. Текстурированные формы являются непосредственным следствием высокотемпературной (термической) экструзии, однако это не единственный

способ. Таким образом, можно определить текстурат как пищевой продукт, полученный одним из способов текстурирования с целью модификации его структуры [45]. В достаточно широком круге источников «текстурат» используется в качестве понятия, определяемого как белковый наполнитель или добавка, с целью частичной замены сырья: как мясного, так и растительного [37,48,73,80,84,101,108,112].

Мука – особый продукт, она также обладает своими определенными особенностями, которые необходимо учитывать при организации процесса хранения. Она не покрыта плотными оболочками, как зерно, которые препятствуют и задерживают проникновение микроорганизмов, а также медленно пропускают воду, в ней не протекают биохимические процессы, которые протекают в зерновом сырье как в живом объекте [144]. Мука более «открыта» для воздействия составляющих ее веществ вследствие их доступности. При этом сорт муки также имеет значение, что обуславливает особенности ее химического состава. Например, цельнозерновая пшеничная мука производится различными методами, что в конечном итоге приводит к разноразмерности частиц ее составляющих, а также большей ферментативной активности (например, липоксигеназы, которым богаты зародыш и оболочка), содержания липидов и антиоксидантов [117,130,132,133,153,163]. Также частицы муки обладают большой относительной поверхностью ее частиц, обуславливающих высокую способность сорбировать пары воды и газа, в том числе и кислорода воздуха, и протекание гидролитических и окислительных процессов в самом сырье. В результате этого происходит воздействие на белки, липиды и другие вещества, что оказывает влияние на ее состав и свойства. Можно отметить, что это справедливо и для текстурированных продуктов, полученных способом, описанным ранее.

Зерно, обладающее своей микрофлорой, оказывает также прямое влияние на процессы, протекающие в муке при хранении, так как при помоле она переходит в данное сырье. Процессы, протекающие в нем, могут иметь как положительный, так и отрицательный характер, что в конечном итоге определит его потребительские свойства. Созревание муки будет оказывать положительный эффект, тогда как

перезревание, прогоркание, заплесневение, развитие насекомых, самосогревание несет только отрицательное влияние. Период отлежки для муки является одним из самых важных моментов, оказывающим влияние на ее созревание, определяющимся как установленными условиями хранения, так и свойствами исходного зернового сырья. При этом вопросы, касающиеся необходимости созревания текстурата, в настоящий момент среди доступных научных исследований не освещены.

В целом, по мнению ряда исследователей, причины, определяющие порчу муки, можно свести к следующим группам происхождения [140] (рисунок 1):

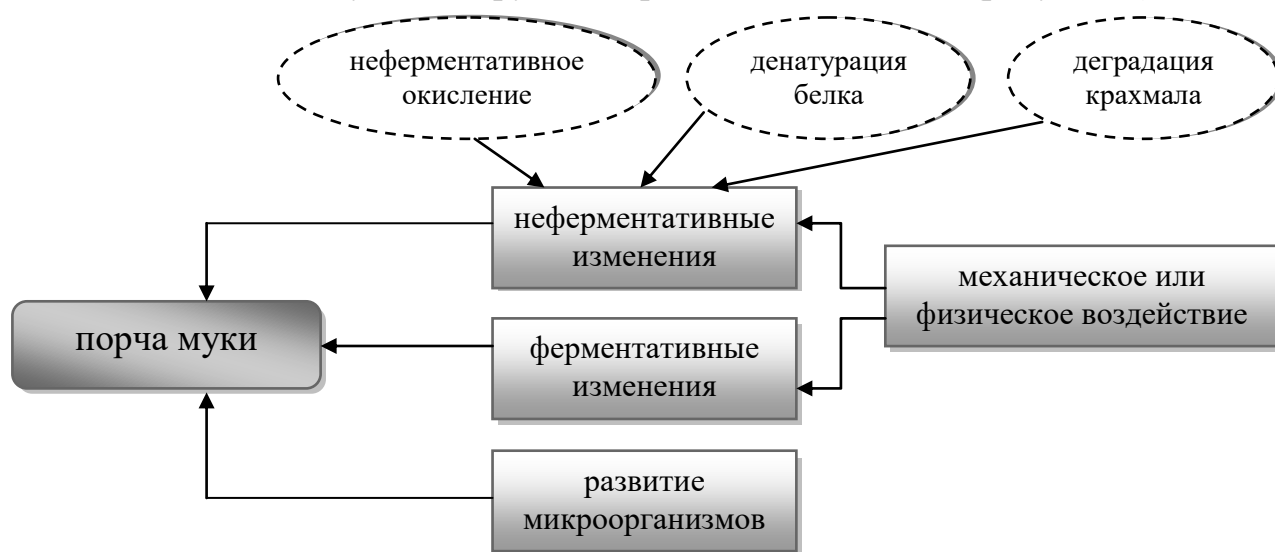


Рисунок 1 – Группы причин порчи муки

Все вышеизложенное указывает на сложность и муки, и текстурированного продукта как объектов хранения, а также обозначает необходимость организации и четкого поддержания определённых условий и параметров процесса хранения, в противном случае качество мучного сырья будет не соответствовать требуемым нормам и стандартам [44]. Хранение, по сути, является залогом успешной реализации и эффективного использования, в том числе хлебопекарного потенциала [153].

1.1.1 Характеристика условий хранения в научно-исследовательском поле

Ранее был отмечен комплексный характер процесса хранения, что приводит к выводу о его определении широким спектром параметров и условий. Условия в

различных пределах имеют определенные границы воздействия на качество производимого сырья, которое выражается изменением качественных и иных показателей.

Здесь необходимо указать на то обстоятельство, что выводы специалистов, действующих в научно-исследовательском поле, в последующем могут переходить в ранг принимаемых нормативных документов федерального уровня. В частности, с целью определения сроков безопасного хранения и годности мучного сырья специалистами ФГБНУ «ВНИИЗ» была разработана методика определения показателя «кислотное число жира» (далее – КЧЖ), что в дальнейшем нашло свое отражение при разработке и утверждении ряда межгосударственных стандартов для различных видов муки. Норму годности различных видов муки определяет диапазон значения данного показателя, выход за пределы которого означает не соответствие его стандартным требованиям, а, следовательно, и его негодность [15,17,19,20,21,22, 56,60,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,103,105,106].

В зависимости от влияющего фактора на объект исследования, рассматриваемого в той или иной работе, можно сделать ряд обобщений.

Температура. Хранение муки при температурах свыше 10-15 °С увеличивает ее титруемую кислотность и показатель КЧЖ, определяющий пригодность данного вида сырья к хлебопечению, а также его годность в принципе. Понижение же температуры в процессе хранения до 0 °С тормозит гидролиз жира, что также отражается на данном показателе. Также температура оказывает влияние на процесс созревания муки, варьируя ее интенсивность и продолжительность, регулируя которую можно воздействовать и на сроки хранения данного с целью прогнозирования подготовительных операций с данным сырьем. В соответствии с другим исследованием установлено, что продолжительность безопасного хранения пшеничной муки высшего сорта зависит в основном от двух факторов – исходного значения КЧЖ и температуры хранения [12,44,80,166]. Повышение температуры ускоряет скорость реакций (химических, биологических и микробиологических), способствующих ухудшению качества сырья [177]. Но не для всех зерновых культур и всех элементов химического состава температура играет важную роль. Например,

рядом исследователей в отношении сорго (зерно, мука, отруби) был сделан вывод, что температура хранения (4 °C, 25 °C, 40 °C) не оказала влияния на цвет, общее содержание антоцианов и общее содержание фенолов, тогда как время хранения наоборот, дало выраженный эффект [158].

Зарубежными исследователями проводились опыты долгосрочного хранения пшеничной муки (30 мес.) в бумажной упаковке и водонепроницаемом непрозрачном контейнере при двух вариантах температур (20 °C и -20 °C) по результатам которых были сделаны ряд выводов и рекомендаций, в частности [149]:

- отмечено, что при низких температурах образцы показали лучшую устойчивость к окислению и меньшую склонность к прогоранию соответственно;

- при условии хранения в бумажной упаковке изменение содержания воды в муке носило более выраженный характер, чем содержание белка, крахмала и золы (наблюдалось увеличение содержания воды примерно на 1,5 % по сравнению с первыми тремя месяцами хранения муки в бумажных мешках при температуре -20 °C с последующим ростом до 4% и стабилизацией после 6 мес. хранения, хранение же при комнатной температуре (20 °C) обеспечило противоположный эффект – снижение содержания воды в экспериментальных образцах);

- указывается на первостепенное значение для целей длительного хранения выбора упаковки непроницаемой для кислорода и влажности в холодном помещении;

- рекомендуется хранение муки при отрицательной температуре в герметичной таре при условии хранения 6 мес., альтернативой которого может служить хранение муки при температуре -20 °C в бумажной упаковке.

В других исследованиях экструдированную муку из овса, сои, льняного семени и премикса (сахар, соль, моринга и пажитник) закладывали на хранение в бумажные, полиэтиленовые и полипропиленовые мешки на хранение при различных температурах (-18, 25, 35, 45 °C). В результате было установлено, что на физико-химические и органолептические свойства достоверно оказало влияние температура и упаковочный материал на протяжении всего периода хранения. Исследователи указали прогнозируемые сроки годности в количестве 17 мес. для образцов,

хранящихся в полиэтиленовой упаковке при 25 °С, и 6,2 мес. для образцов, хранящихся в полипропиленовом мешке при 45 °С [135].

Исследованиями Резниченко Н.С., Попцовой А.И., Козьминой Н.П. установлено, что при хранении пшеничной муки в различных температурно-влажностных условиях клейковина укрепляется за счёт образования комплекса свободных жирных кислот и белков клейковины [58]. При пониженной температуре хранения пшеничной муки (10 и 0 °С) выпеченный из неё хлеб имел высокие хлебопекарные и органолептические показатели в течение 42 мес. При отрицательной температуре (–10 °С) высокие органолептические показатели сохранялись в течение 48 мес., а хлебопекарные на протяжении всего периода хранения – до 60 мес. [57].

Другими исследователями было определено, что продолжительность безопасного хранения пшеничной муки высшего сорта в течение 12 мес. обеспечивается при температуре 5-8 °С и также температура оказывает большее влияние, чем упаковка на сохранение сырья. Имеются данные о том, что хранение при температуре +5 °С уменьшает популяцию и типы плесеней пшеничной муки [34,121]. Указывается, что сохранность муки пшеничной хлебопекарной при длительном хранении может обеспечить понижение температуры хранения до +10 °С [54]. Как правило, в точках продажи, а также домашних условиях температура хранения муки далеко выходит за пределы 8 °С, соответственно, роль упаковки здесь резко возрастает и задача поиска оптимального материала, обеспечивающего более продолжительный срок хранения, выходит на первый план.

Влажность. Известно, что прогоркание достигает максимальной скорости при 30-35°С и интенсивнее в более сухой муке. А при влажности 15-16% происходит его замедление, что объясняется тем, что влага защищает муку от воздействия кислорода воздуха, но с другой стороны может способствовать развитию микроорганизмов, для которых данный параметр влажности – оптимальное условие для их активной жизнедеятельности [12,44]. В связи с этим температуру и влажность относят к одним из основополагающих параметров, определяющих успешность процесса хранения [149].

Условия выращивания и операции с зерном. Период уборки зерна также является немаловажным фактором. В совокупности с качеством самого зерна они вносят вклад как в качество выработанной муки, так и в дальнейший срок ее хранения. Отмечалось, что хлеб из муки, произведенной из зерна, выращенного при интенсивной системе земледелия по сравнению с биологической, был меньшего объема, но более высокого качества (пористость была мелкой, поверхность гладкая, цвет мякиша светлый с желтым оттенком, вкус и запах более приятный, что стало причиной более высокой (на 0,1...0,2 балла) его общей оценки при лабораторной выпечке [12,44,52].

Анисимова Л.В. и Выборнов А.А. отмечают существенное увеличение стойкости ячменной муки, полученной с использованием при ее производстве гидротермической обработки зерна (ГТО), включающей операции увлажнения, отволаживания и сушки, что также отмечают и другие исследователи, но для муки других культур [122]. Рекомендуемые сроки хранения данного вида муки: 5 мес. – для муки, полученной из зерна без ГТО, 9 мес. – для муки из зерна, прошедшего ГТО с увлажнением при атмосферном давлении, отволаживанием и сушкой, 12 мес. – для муки из зерна, прошедшего ГТО с увлажнением под вакуумом, отволаживанием и сушкой [3,14]. В исследовании, касающемся овсяной муки, проведенном Л.В. Анисимовой и О.И. Солтан, также указывается на повышение стойкости при хранении при ГТО зерна, включающей операции увлажнения зерна в вакуумной установке, отволаживание и сушку. Исследователи рекомендуют следующие сроки хранения овсяной муки: 150 суток – для муки, выработанной с использованием исследуемого способа ГТО, 50 суток – для муки из зерна, не подвергавшегося ГТО [2,79]. Зарубежные исследователи отмечали, что овес необходимо подвергать термической обработке с целью инактивации ферментов, разрушающих липиды. Одним из вариантов была рассмотрена как раз экструзионная обработка, которая как предполагалась, могла заменить традиционную при производстве цельного овса. В результате исследования были получены данные, что путем экструзии даже при низкой температуре 70 °С ферментативное окисление липидов можно было предотвратить, даже возможно

было повышение температуры экструзии до 110 °С, не подвергая липиды не ферментативному окислению [148,172].

Термическая обработка является наиболее распространенным методом для инактивации липоксигеназы и в соевых бобах, она также инактивирует антипитательные факторы, такие как ингибитор трипсина. Однако, помимо нее одним из перспективных методов, обеспечивающих более длительное хранение зернобобовых культур, в том числе и экструдированных зерен, по сообщениям исследователей Казахстана, является ионноозонокавитационная обработка, способствующая снижению численности микроорганизмов (дрожжей, грибов). Другим исследованием отмечено даже повышение содержание лизина и треонина в зерне. Данная технология является одной из числа технологических решений по хранению в контролируемой газовой среде, рассматривающаяся в качестве замены фумигантов. Но не только положительное действие могут оказать отмеченные технологические решения, последствия могут выразиться и в разрушающем воздействии на питательные вещества, что подчеркивает необходимость подбора и установления именно правильных параметров процесса [5,128,156,171,175].

Взаимодействие с кислородом воздуха и среда хранения. Данный фактор определяется множеством как качественных, так и пространственных условий: барьерные свойства упаковочных материалов, используемых при затаривании и хранении мучного сырья в принципе, способ размещения и хранения (тарный и бестарный способы), размер штабелей мешков, плотность их укладки, вакуумирование, создание специальной газовой среды и т.д. Все это определяет аэрацию муки и ее созревание. Кроме того, кислород и (или) углекислый газ могут оказывать влияние на характер аэробного или анаэробного метаболизма микроорганизмов [157].

Мука имеет определенную структуру, характерную маленькими промежутками между частицами ее составляющими, обладает достаточно плохой теплопроводностью, что затрудняет применение ряда методов для ее стерилизации, например, термической обработки, ультрафиолетового излучения, микроволнового и т.д. [150]. В связи с этим были проведены исследования по использованию озона

уже достаточно давно используемого в пищевой отрасли с различным временем обработки для инактивации бактериальных клеток с целью создания новой концепции производства «низкобактериальной пшеничной муки» и продления срока ее хранения. Результаты показали, что обработка озоном может не привести к немедленному уничтожению микроорганизмов в муке по причине органических соединений в ее составе, таких как крахмал и белок, которые могут вступать в реакцию с озоном, снижая ожидаемый эффект стерилизации. Тем не менее, отмечалось значительное снижение численности микроорганизмов, открывая перспективы использования озона в мукомольной промышленности. Авторы сообщают, что в сочетании с низкими температурами при хранении, снижение численности микроорганизмов будет иметь еще более выраженный характер [137,151,160]. Другими исследователями было выдвинуто предположение о влиянии озона на ферменты муки как ингибирующего агента в отношении гидролаз, считающихся основной причиной окисления. Но это имеет место при определенном уровне воздействия, тогда как чрезмерная обработка озоном может привести к повышению содержания свободных жирных кислот [179].

В инертных средах, например, азот, в вакууме, в темноте происходит замедление прогоркания, от которого предохранит также и пониженная температура на площади хранения [12,44].

Хранение может быть как бестарным в специальных хранилищах, имеющих определенную конструкцию, так и с использованием разных видов тары. Каждый из указанных способов имеет свои достоинства и недостатки. Хранение в таре, хоть и обеспечивает сохранение качественных характеристик мучного сырья, имеет особенности, ограничивающие его применение. К ним относятся большое количество сырья и материала на ее изготовление, а также большое количество требуемой упаковки, что приводит к многократному увеличению затрат ручного труда на упаковку, укладку и дальнейшую перевозку. Также после извлечения муки из тары в ней остается какое-то ее количество [13,44]. Но, так или иначе, до конечного потребителя в магазине она доходит именно в упаковке.

Исследованиями Научно-исследовательского института проблем хранения Росрезерва по влиянию упаковочного материала и способа упаковки на изменение качества пшеничной хлебопекарной муки при разных температурах показали, что температура и влага в большей степени влияют на сохранность сырья, чем вид применяемой упаковки. Вакуумная упаковка и многослойные пленки не снижали скорость процессов, оказывающих влияние на качество муки в сторону ее ухудшения, в связи с чем полимерные пленки не рекомендованы для длительного хранения. Однако положительный эффект получен для условий повышенной влажности воздуха, так как материал с барьерными свойствами препятствовал проникновению влаги из окружающей среды при 2-х месячном сроке хранения [32].

При рассмотрении комплекса складских технологических работ, связанных с размещением и хранением мучного сырья были проанализированы отдельные технологические операции, такие как формирование пакетов, пакетирование с помощью средств скрепления, формирование штабелей, стеллажное хранение, организация хранения, контроль состояния и качества продукции в период хранения. Сделан вывод о преимуществах пакетирования муки для целей транспортировки и временного хранения, для целей же длительного хранения – о значении систем дистанционного контроля температурно-влажностного режима [30].

Также ими были проведены исследования белковых компонентов образцов муки пшеничной хлебопекарной в полипропиленовых мешках, заложенных на хранение на четырех складах в разных климатических зонах Российской Федерации (средняя, северная, южная зоны и район Сибири). В качестве вариантов рассматривался полипропиленовый мешок и полипропиленовый мешок с вложенным перфорированным вкладышем из полиолефиновой пищевой пленки (изготовитель ЗАО «Аура Пак»). С точки зрения изменения массовой доли белка при хранении отмечалось следующее: у муки высшего сорта в мешке с перфорированным вкладышем после 3 месяцев хранения был зафиксирован наиболее низкий уровень белка (12,3%), а в мешке без вкладыша массовая доля белка была в пределах 13,3%. В мешках с перфорированным вкладышем

интенсивность снижения массовой доли клейковины была выше, тогда как различий в содержании аминокислот в зависимости от вида упаковки выявлено не было [31].

Другие исследователи отмечают, что полиэтиленовые пакеты с застежкой *zip-lock*, в которых была упакована ячменная мука, позволили замедлить рост кислотности и кислотного числа жира более чем в 1,5 раза, что оказывает благотворное влияние на сроки ее безопасного хранения [14].

Изучаются различные пленочные упаковочные материалы различной структуры и состава: полимерные пленочные материалы на основе полиолефинов (с мелкой, крупной перфорациями, многослойные барьерные пленки), традиционно применяемые полотняные и полипропиленовые мешки серийного производства. Отмечается, что пленки с барьерным эффектом позволяют сохранить качество продукта в течении 12 месяцев и может быть рекомендовано как отдельный вид упаковочного материала для муки в виде пакетов для розничной торговли [8,49,53,55].

Зарубежные исследования показывают, что пластиковые упаковки как дополнительная упаковка являются лучшим вариантом для хранения пшеничной муки в сравнении с такими видами материалов как стекло и сталь. Пластик препятствует проникновению влаги в сырье в процессе хранения, чем объясняется преимущество данного материала. Следует отметить, что это касалось непродолжительного срока хранения: до 30 дней. В отношении роста плесени и заражениям насекомыми пластик также имел преимущество по сравнению с другими материалами до 60-ти дневного срока хранения. При этом, имеют место работы о многослойных алюминиевых/полиэтиленовых пакетах, используемых для хранения. Некоторые исследователи подчеркивают, что проникающая способность пленки, используемой для изготовления тары для хранения, оказывается более важной, чем нарушение целостности упаковки в виде небольших участков. Упаковки из полиэтилена низкой плотности и металлизированного полиэтилена являются наиболее часто используемыми из-за их лучших барьерных свойств, в том числе для ингибирования влагообмена через используемый упаковочный материал. Сообщается, что светонепроницаемые пленочные материалы с низким или

практически отсутствующим уровнем газообмена с окружающей средой значительно снижают скорость перекисного окисления пищевых продуктов. Однако сравнение данных упаковочных решений не показало значительных различий между химическим составом в процессе хранения, в частности для рисовой муки [116,122,123,127,129,131,145,155,181]. Наряду с исследованиями об эффективности использования полимерных пленочных упаковочных материалов встречались результаты о крафтовых мешках как о более действенном упаковочном решении в отношении роста плесени, заражения насекомыми [125]. Помимо используемых традиционных упаковочных материалов исследователи обращают внимание на использование альтернативных материалов экологической направленности, являющихся биоразлагаемыми, но при этом не уступающих по своим барьерным свойствам традиционным и не оказывающих значимого влияния на общее качество пищевого продукта при хранении. В частности, речь шла о многослойных упаковочных материалах: металлизированный ориентированный полипропилен (*metalized orientated polypropylene* (OPP))/бумага, металлизированная полимолочная кислота (*metalized poly-lactic acid* (PLA))/бумага; металлизированный OPP с добавкой прооксиданта этиленвинилацетата (*ethylene vinyl acetate pro-oxidant additive* (EVA-POA))/бумага [164,173,174].

Постановка эксперимента по оценке влияния продолжительности хранения пшеничной муки, состава премикса (без добавления и с сульфатом Fe), температуры, влажности, типа упаковки на сохранность витамина А и окислительный статус показала, что существенных различий в содержании Fe обогащенной муки не выявлено в зависимости от перечисленных факторов, но для витамина А ситуация обратная. В процессе хранения наблюдались довольно быстрые его потери (через 1,5 мес.), причем более резкие снижения наблюдались в бумажном типе упаковки, чем в многослойной упаковке ПЭТ/алюминий/полиэтилен (12 мкм/8 мкм/80 мкм), причем при температуре 40 °С снижение происходило интенсивнее, чем при 25 °С. Исследователи выявили, что время хранения все-таки было основным фактором, влияющим на сохранности витамина А, после которого уже следовали тип упаковки и температура хранения. Подчеркивается также, что

тип упаковки моделировал влияние относительной влажности и времени хранения на образование свободных жирных кислот, а также, что более высокое образование свободных жирных кислот было отмечено в образцах обогащенной муки по сравнению с пшеничной мукой без премикса [143]. Этот же авторский коллектив позднее публикует аналогичное исследование также пшеничной муки, но в отношении сохранности витаминов В9 и В12, где делается вывод, что данные витамины, а также витамин А, чувствительны к одним факторам, а именно, качество упаковочного материала. Существенные потери также наблюдались при хранении в материале с низкими барьерными свойствами – бумажном пакете. Аналогичное заключение сделано и в отношении типа упаковки как фактора, моделирующего влияние относительной влажности. Оба этих исследования подтверждают, что выбор упаковки имеет решающее значение в зависимости от условий среды хранения [142]. Другими учеными не сообщалось о существенной потере добавленной фолиевой кислоты в кукурузной муке при сроке хранения 6 мес., но стоит отметить, что условия опыта были иными – 22 °С, относительная влажность воздуха 65 % [161].

Для муки из пророщенной сои в качестве упаковки, обеспечивающей наиболее долгий срок хранения, отмечали ламинированную алюминиевую фольгу, по сравнению с упаковкой из полиэтилена, при этом срок хранения также сравнительно мал – до 90 дней при условиях 25-35 °С, влажность воздуха 45-55% [130]. Другие исследователи отмечали, что наиболее оптимальным вариантом хранения для целей его продления является для муки пшеничной получение ее при помоле пшеницы на низких скоростях (80 об./мин) и упаковка в вакуумные пакеты, что подтверждалось значительно более низким изменением влажности, свободных жирных кислот и цвета [146].

В других опытах при использовании различных видов упаковок для хранения безглютеновых экструдатов и печенья из муки пророщенной *Chenopodium album* (марь белая) были сделаны выводы, что для экструдатов, упакованных в пакеты из полиэтилена высокого давления (*low density polyethylene* (LDPE)), перекисное число увеличилось больше, чем для этого же вида продукта, упакованного в упаковку,

сочетающую с себе слои различных материалов (в частности, в данном опыте – *polyester-aluminium-polypropylene* (PE-AL-PP). Содержание свободных жирных кислот с большей скоростью увеличивалось в пакетах из полиэтилена высокого давления, чем в пакетах из многослойных материалов, что исследователи связывали с различным уровнем проницаемости воздуха и воды. То же наблюдение касалось численности микроорганизмов (КОЕ/г), что связывали с увеличением содержания влаги вследствие различных барьерных свойствам материалов [136].

При изучении соевой муки в процессе хранения при различных условиях (температуре, продолжительности хранения, упаковочного материала) был сделан ряд выводов: на увеличение жирнокислотного числа соевой муки из пророщенных соевых бобов в большей степени влияла температура хранения, чем влажность; наиболее влиятельным из трех основных факторов условий хранения является продолжительность хранения, за которой следует температура хранения, а затем упаковочный материал, независимо от типа соевой муки (сырой или обжаренной) [118,162].

Некоторые виды муки (овсяная, ячменная, экструдированная) являются обогатителем для ряда мучных кондитерских и хлебобулочных изделий, способствующих повышению их пищевой и биологической ценности, производство которых имеет высокую экономическую эффективность [115,180]. В связи с этим важно сохранить ценность данного продукта до потребителя, и применение той или иной упаковки для организации процесса хранения становится одним из важных условий. Способ хранения, упаковка и ее материал, время и условия хранения – одни из основополагающих факторов, определяющих качество муки [124].

Проведенные исследования в отношении хранения экструдатов и упаковочных материалов показали, что образцы, хранимые в пакетах из полиэтилена высокого давления (*low density polyethylene* (LDPE)), показали повышенное содержание влаги по сравнению с образцами, упакованными в ламинированную алюминиевую упаковку (*aluminum-laminated* (AL) *pouches*) с 3,04 % до 5,12 и 3,7 % соответственно, вследствие более низких барьерных характеристик. Аналогичные результаты были получены и при исследовании хранения безглютеновых

экструдатов в таких же видах упаковки. Также отмечается то обстоятельство, что при хранении в ламинированной алюминиевой упаковке в течение 120 дней наблюдалось незначительное увеличение свободных жирных кислот, что связывали с различной пропускной способностью света упаковочных материалов [120,138].

Помимо рассмотренных факторов стоит отметить, что и вид зерновой культуры, обуславливающий и химический состав производимого пищевого продукта, также будет определять в какой-то степени и последующее время хранения и условия организации данного процесса.

Результаты проведенного обзора позволяют сделать вывод, что многообразие упаковочных материалов, появление новых видов и форм, используемых в производстве, обозначают необходимость проведения исследований в направлении безопасности и сохранения качества мучного сырья. В связи с тем, что мука и текстурированные зернопродукты не являются инертными продуктами, в процессе хранения в сырье могут происходить разнообразные биохимические реакции, влияющие на их качественные показатели и состав, поэтому выбор упаковки приобретает решающее значение, особенно когда необходимо довести до потребителя продукт, сохраняя, прежде всего, его биологическую ценность.

1.1.2 Условия хранения, обозначенные в нормативно-правовой сфере

Следует отметить, то обстоятельство, для продуктов, полученных путем экструзии применим только межгосударственный стандарт ГОСТ 26791-2018, а котором отмечено установление сроков годности изготовителем продукции, обозначены общие требования к хранению [18]. Относительно мучного сырья можно выделить более широкий ряд подзаконных актов, в которых обозначены аспекты хранения в зависимости от вида зерновой культуры, из которой выработана та или иная мука (таблица 1). Важно отметить, что все нормативные документы, в части хранения муки имеют отсылку на межгосударственный стандарт ГОСТ 26791-2018.

Для органов и учреждений Государственной санитарно-эпидемиологической службы РФ, а также для других организаций, аккредитованных на право проведения исследований, испытаний пищевых продуктов, индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, деятельность которых осуществляется в области производства, обращения пищевых продуктов и разработки нормативной и технической документации при обосновании сроков годности пищевых продуктов должны быть соблюдены ряд методологических принципов [46]:

- основой является проведение микробиологических, санитарно-химических исследований, оценка органолептических свойств при предусмотренных нормативной и/или технической документацией;
- превышение срока исследования по продолжительности на время, определяемой коэффициентом резерва (1,15 – для нескоропортящихся продуктов);
- принцип аггравации (повышения) температур.

Условие хранения в крытых складских помещениях, а также в емкостях бестарного хранения на открытых площадках без воздействия солнечных лучей и атмосферных осадков указаны, недопущение хранения вместе с товарами и продуктами, имеющими специфический запах для муки следующих видов [15,16,17,20,26,27]:

- пшенично-тритикалевой-ржаной обойной,
- пшенично-тритикалевой обойной,
- ржаной хлебопекарной,
- пшеничной хлебопекарной,
- ржано-пшеничной и пшенично-ржаной обойной хлебопекарной,
- тритикалевой.

Муку пшеничную блинную, муку пшеничную с добавлением муки из крупяных культур для блинов и оладий хранят в чистых, сухих, хорошо проветриваемых, не зараженных вредителями помещениях для хранения, отдельно от товаров и продуктов, имеющих специфический запах [24,25].

Ранее было указано, что для целей определения сроков безопасного хранения и годности мучного сырья специалистами ФГБНУ «ВНИИЗ» была разработана

методика определения показателя КЧЖ. Данная методика определила пороговые значения при определении годности мучного сырья, которые были учтены при разработке и утверждении ряда межгосударственных стандартов различных видов муки [15,17,19,20,21,22]:

- для продуктов детского питания, выработанных из рисовой, овсяной и гречневой круп (при условии значения КЧЖ для рисовой муки не более 80 мг КОН на 1 г жира, для гречневой муки – не более 15 мг КОН на 1 г жира, для овсяной муки – не более 15 мг КОН на 1 г жира);
- из твердой и мягкой пшеницы для макаронных изделий (при условии значения КЧЖ не более 60 мг КОН на 1 г жира);
- ржаная и пшеничная хлебопекарная (при условии значения КЧЖ не более 80 мг КОН на 1 г жира).

Для муки из мягкой и твердой пшеницы для макаронных изделий установлен следующий срок и режим хранения: не более 6 мес. при температуре окружающей среды не выше 25 °С и относительной влажности воздуха не более 70 % [19,21].

Тритикалевую муку следует хранить в крытых складских помещениях с относительной влажностью воздуха не более 75 % и температурой не выше 25 °С [23].

Хранение муки для детского питания осуществляется при температуре воздуха не выше 20 °С и относительной влажности воздуха не более 70 % со дня выработки для рисовой муки и гречневой муки – не более 6 мес., для овсяной муки – не более 4 мес. Хранение муки для продуктов детского питания, предназначенной для промышленной переработки, осуществляется со дня выработки: для рисовой муки и гречневой муки – не более 4 мес., для овсяной муки – не более 2 мес. Муку для продуктов детского питания на предприятии-изготовителе рекомендуется хранить не более 2-х недель. [22].

Таблица 1 – Режимы, способы и условия в области хранения в соответствии с нормативно-техническими документами Российской Федерации

Наименование	Температура, °С	Влажность, %	КЧЖ, мг КОН на 1 г жира	Требование к помещению	Способ хранения	Срок годности, мес.
продукты переработки зерна (в т.ч. мука, продукты, полученные путем экструзии) ГОСТ 26791-2018	-	-	-	– сухие – хорошо вентилируемые – не зараженные и не загрязненные вредителями хлебных запасов – отсутствие воздействия прямых солнечных лучей – исключение попадания атмосферных осадков – с соблюдением санитарных правил и требований – недопущение хранения вместе с товарами и продуктами, имеющими специфический запах	– крытые складские помещения	
пшенично-тритикалево- ржаная обойная ГОСТ Р 59717-2021	-	-	-	– отсутствие воздействия прямых солнечных лучей – исключение попадания атмосферных осадков – недопущение хранения вместе с товарами и продуктами, имеющими специфический запах	– крытые складские помещения – в емкостях бестарного хранения на открытых площадках	
пшенично-тритикалевая обойная ГОСТ Р 59716-2021	-	-	-			
ржаная хлебопекарная ГОСТ 7045-2017	-	-	не более 80			
пшеничная хлебопекарная ГОСТ 26574-2017	-	-	не более 80			
ржано-пшеничная и пшенично-ржаная обойная хлебопекарная ГОСТ 12183-2018	-	-	-			
тритикалевая ГОСТ 34142-2017	не выше 25	не более 75	-			

Продолжение таблицы 1

Наименование	Температура, °С	Влажность, %	КЧЖ, мг КОН на 1 г жира	Требование к помещению	Способ хранения	Срок годности, мес.
мука пшеничная блинная ГОСТ 34816-2021	-	-	-	– чистые – сухих, – хорошо проветриваемые – не зараженные вредителями – недопущение хранения вместе с товарами и продуктами, имеющими специфический запах	-	
мука пшеничная с добавлением муки из крупяных культур для блинов и оладий ГОСТ 34817-2021	-	-	-		-	
мука для продуктов детского питания (ГОСТ 31645-2012), выработанная из:						
рисовой крупы	не выше 20 ¹	не более 70 ¹	не более 80	-	-	не более 6 ¹ не более 4 ²
овсяной крупы			не более 15	-	-	не более 4 ¹ не более 2 ²
гречневой крупы			не более 15	-	-	не более 6 ¹ не более 4 ²
мука из твердой и мягкой пшеницы для макаронных изделий ГОСТ 31463-2012 ГОСТ 31491-2012	не выше 25	не более 70	не более 60	-	-	не более 6

¹ со дня выработки² для муки для продуктов детского питания, предназначенной для промышленной переработки со дня выработки

1.2 Анализ нормативной документации в сфере хранения и контроля качества зернопродуктов

Безопасность пищевой отрасли определяется разнообразными факторами и процессами, находящимися под воздействием экономических, организационных и нормативно-правовых рычагов. Пищевая безопасность – характеристика отрасли, являющаяся актуальной вне времени и локализации, так как это важнейшая составляющая жизни населения. Интересы конечных потребителей в той или иной степени связаны с качеством и безопасностью получаемых продуктов, что напрямую находит отражение в деятельности производителя. Угрозы, несущие риски для потребителя, в пищевых продуктах могут появиться на любом из этапов и стадий производства или хранения, что может повлечь за собой выпуск продукта, не соответствующего предусмотренным требованиям и нормативам. Все указанное представляет опасность как для конечного потребителя, так и для самого предприятия, осуществляющего выпуск того или иного продукта.

Область сведения до минимума и полного исключения указанных рисков находится в поле двух сторон воздействия: нормативно-правовое поле, в котором находятся, в том числе и контрольно-надзорные органы, и непосредственный контроль самого предприятия на всех этапах жизненного цикла (от получения сырья до использования продукта конечным потребителем) [107]. Нормативно-правовое регулирование отрасли осуществляется посредством издания документов, устанавливающих обязательные требования к производству, хранению и транспортировке продуктов питания. По иерархии нормативно-правовые акты можно разделить на документы, принимаемые на международном, федеральном уровнях, а также на подзаконные нормативные акты, принимаемые и действующие на уровне данного конкретного предприятия. Документы международного уровня представлены межгосударственными стандартами, международными стандартами ИСО и МЭК, федеральные документы представлены национальными стандартами Российской Федерации (ГОСТ), техническими регламентами. Регулирование выработки того или иного продукта на предприятии обеспечивается требованиями

технологического регламента (инструкции), принятом на его уровне, с соблюдением требований, установленных документами предыдущего уровня [75].

Нормотворческая деятельность в той или иной области достаточно часто возникает как ответ на необходимость установления стандартов производства качественно новых продуктов и технологических решений. В результате данного процесса достигается основная цель – установление границ допустимых значений для обеспечения безопасности жизни и здоровья граждан, защиту окружающей среды и т.д. Развитие и появление новых технологий и способов создания новых видов продуктов неизменно подводит к их разностороннему исследованию и постепенному распространению, в связи с чем обеспечение нормативными документами федерального уровня выходит на первый план, особенно если они выходят на уровень производства в различных регионах страны. Помимо производственных вопросов, касающихся установления определенного уровня качества и безопасности, а также производственных аспектов, немаловажным является вопрос хранения того или иного произведенного продукта.

Как было отмечено ранее, вектор развития новых пищевых технологий обуславливает и развитие нормотворческой деятельности данной отрасли. Как было отмечено ранее текстурированная мука, полученная экструзионными методами обработки зерна, имеет достаточно большой потенциал применения ее в хлебопечении и кондитерской отрасли, добавляясь в тесто или, например, входя в состав многокомпонентной смеси [47,77,90,100,114]. Можно отметить, что рынок пищевых растительных текстуратов, выступающих и как замена части сырья, и как самостоятельная единица, характеризуется неуклонным ростом [40]. В связи с тем, что текстурированные зернопродукты обладают возможностью использования в производстве хлебобулочных изделий наравне с мучным сырьем, вопросы их хранения приобретают все большую актуальность.

Анализ нормативной документации позволяет отметить, что вопросы хранения мучного сырья (продукта переработки зерна) и продуктов, полученных путем экструзии из зернового сырья, отмечены и регулируются рядом подзаконных актов (таблица 2).

Несмотря на, казалось бы, определенную степень распространенности и использования текстурированных зернопродуктов, анализ нормативной документации (подзаконных актов Российской Федерации) позволяет отметить тот факт, что для продуктов, полученных путем экструзии, применим только межгосударственный стандарт ГОСТ 26791-2018, в то время как для мучного сырья стандартов в области регулирования качества, сроков годности (хранения) и стандартов производства гораздо больше. Следует также отметить, что хранение включает в себя не только условия, предъявляемые к организации данного процесса, например, требования к транспортировке, к помещениям и упаковке, хранение с другими видами пищевых продуктов, установленные сроки годности, но и контроль качества на протяжении установленного периода хранения, откуда вытекают требования безопасности и производственной санитарии, а также методы контроля.

Следует указать, что для овсяной муки, достаточно широко используемой в кондитерском производстве, не предусмотрены отдельные нормативные документы как для муки из таких зерновых культур как пшеница, рожь, тритикале.

Таблица 2 – Нормативно-технические документы Российской Федерации, регулирующие хранение муки и мучного сырья

№ п/п	Наименование подзаконного акта	Целевая группа продуктов
1.	Межгосударственный стандарт ГОСТ 26791-2018 Продукты переработки зерна. Упаковка, маркировка, транспортировка и хранение	мучное сырье и продукты, полученные путем экструзии
2.	Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 59717-2021 Мука пшенично-тритикалево-ржаная обойная. Технические условия	мучное сырье
3.	Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 59716-2021 Мука пшенично-тритикалевая обойная. Технические условия	мучное сырье
4.	Межгосударственный стандарт ГОСТ 31645-2012 Мука для продуктов детского питания. Технические условия	мучное сырье
5.	Межгосударственный стандарт ГОСТ 34816-2021 Мука пшеничная блинная. Технические условия	мучное сырье
6.	Межгосударственный стандарт ГОСТ 31463-2012 Мука из твердой пшеницы для макаронных изделий. Технические условия	мучное сырье

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Наименование подзаконного акта	Целевая группа продуктов
7.	Межгосударственный стандарт ГОСТ 34817-2021 Мука пшеничная с добавлением муки из крупяных культур для блинов и оладий. Технические условия	мучное сырье
8.	Межгосударственный стандарт ГОСТ 31491-2012 Мука из мягкой пшеницы для макаронных изделий. Технические условия	мучное сырье
9.	Межгосударственный стандарт ГОСТ 7045-2017 Мука ражаная хлебопекарная. Технические условия	мучное сырье
10.	Межгосударственный стандарт ГОСТ 26574-2017 Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия	мучное сырье
11.	Межгосударственный стандарт ГОСТ 12183-2018 Мука ржано-пшеничная и пшенично-ржаная обойная хлебопекарная. Технические условия	мучное сырье
12.	Межгосударственный стандарт ГОСТ 34142-2017 Мука тритикалевая. Технические условия	мучное сырье

Сравнительный анализ нормативно-правовых документов Российской Федерации в области контроля качества и хранения муки и продуктов, полученных путем экструзии, позволяет выделить следующее:

1. в межгосударственном стандарте ГОСТ 26791-2018 отсутствует прямое указание на методы контроля в виде отдельно выделенного раздела в отличие от других стандартов;
2. в основном стандарты составлены на муку, выработанную из определенного вида зерновой культуры (пшеница, рожь, пшеница-тритикале и т.д.);
3. в части стандартов отражается целевое назначение используемого вида мучного сырья (для блинов и оладий, для макаронных изделий, для детского питания, хлебопекарная).

В части указаний о порядке и периодичности контроля следует указать ряд обстоятельств:

1. во всех стандартах, за исключением ГОСТ 26791-2018, указано, что порядок и периодичность контроля содержания токсичных элементов, микотоксинов, пестицидов, радионуклидов, зараженности и загрязнения муки вредителями хлебных запасов устанавливает изготовитель в программе

производственного контроля в соответствии с требованиями законодательства государства, принявшего стандарт;

2. в ряде стандартов, помимо указанных в предыдущем пункте видов контролируемых наименований, есть указание о контроле за содержанием ГМО, металломагнитной и минеральной примесей опять же с установлением порядка и периодичности контроля изготовителем продукции (ГОСТ 59717-2021, ГОСТ 59716-2021, ГОСТ 34816-2021, ГОСТ 34817-2021, ГОСТ 7045-2017, ГОСТ 26574-2017, ГОСТ 12183-2018) – данное обстоятельство характерно для стандартов, зарегистрированных в 2017 году и позднее;

3. в стандарте, касающемся муки для продуктов детского питания (ГОСТ 31645-2012) дополнительно среди контролируемых наименований, указанных в п. 1, дается указание о контроле остаточных количеств бенз(а)пирена, металломагнитной и минеральной примесей, микробиологическими, органолептическими и физико-химическими показателями.

Дополнительным документом в области обеспечения выполнения требований безопасности, включая санитарно-эпидемиологические и гигиенические, к рассматриваемым видам пищевой продукции является Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Данный подзаконный акт устанавливает различные категории показателей безопасности пищевой продукции (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели безопасности по группам (видам) пищевых продуктов

№ п/п	Наименование показателя	Группа (вид) пищевого продукта
1.	патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы	– пищевая продукция для детского питания для детей раннего возраста (мука и крупа, требующая варки)
2.	количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов	– для сухих крупяных продуктов экструзионной технологии – для муки соевой в т.ч. для детского питания, муки соевой текстурированной – мука и крупа, требующие варки (для детского питания для детей раннего возраста, производимая (изготавливаемая) на молочных кухнях) – мука рисовая, гречневая, овсяная, ржаная обработанная – мука злаковых необработанная (при (производстве) изготовлении специализированной пищевой продукции для детского питания)

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Наименование показателя	Группа (вид) пищевого продукта
3.	бактерии группы кишечных палочек (колиформы)	– для сухих крупяных продуктов экструзионной технологии – для муки соевой, муки соевой текстурированной – мука и крупа, требующие варки (для детского питания для детей раннего возраста, производимая (изготавливаемая) на молочных кухнях) – мука злаковых обработанная и необработанная (при (производстве) изготовлении специализированной пищевой продукции для детского питания)
4.	плесени	– для сухих крупяных продуктов экструзионной технологии – мука соевая, мука соевая текстурированные – мука и крупа, требующие варки (для детского питания для детей раннего возраста, производимая (изготавливаемая) на молочных кухнях) – мука злаковых обработанная – мука рисовая, гречневая, овсяная, ржаная необработанная (при (производстве) изготовлении специализированной пищевой продукции для детского питания)
5.	бактерия <i>Bacillus cereus</i>	– для сухих крупяных продуктов экструзионной технологии
6.	бактерии <i>Staphylococcus aureus</i> (золотистый стафилококк)	– мука соевая, мука соевая текстурированные – мука злаковых обработанная (при (производстве) изготовлении специализированной пищевой продукции для детского питания)
7.	сульфитредуцирующие клостридии	– мука соевая, мука соевая текстурированные
8.	дрожжи	– мука соевая, мука соевая текстурированные – мука и крупа и мука и крупа, требующие варки (для детского питания для детей раннего возраста, производимая (изготавливаемая) на молочных кухнях) – мука злаковых обработанная и необработанная (при (производстве) изготовлении специализированной пищевой продукции для детского питания)

Данный подзаконный акт определяет допустимые уровни различных видов показателей, определяющих безопасность пищевой продукции: микробиологические нормативы безопасности (патогенные микроорганизмы, плесени, дрожжи и т.д.), токсичные элементы (свинец, мышьяк, кадмий, ртуть), микотоксины, пестициды, загрязненность и зараженность вредителями хлебных запасов, возбудителями «картофельной болезни». Регламентом помимо указанных конкретных категорий регулирования также определяются обобщающие положения, определяющие деятельность изготовителя в рамках производства пищевого

продукта, его хранения, перевозки (транспортирования) и реализации. Эти документы составляют единый пул процессов в области контроля, объединенных с целью обеспечения пищевой безопасности непосредственных конечных потребителей.

1.3 Характеристика зерноперерабатывающей отрасли в Красноярском крае

Виды зерновых культур, возделываемых в Российской Федерации, достаточно многообразны. По причине нахождения значительной части страны в зоне рискованного земледелия, которая не предполагает выращивание большей части многолетних культурных растений, порядка 59 % в 2023 г. и 57 % в 2024 г. посевных площадей страны заняты именно зерновыми и зернобобовыми культурами (по данным Федеральной службы государственной статистики). Анализ структуры производства основных видов сельскохозяйственной продукции в Российской Федерации за 2019-2023 гг по категориям хозяйств, в частности, по зерну в 2019-2021 гг и зерновым культурам в 2022-2023 гг, показывает снижение производства зерна сельскохозяйственными организациями и повышение хозяйствами населения и крестьянскими (фермерскими) хозяйствами (таблица 4). Для Красноярского края также наблюдается снижение увеличение удельного веса производства зерна и зернобобовых культур сельскохозяйственными организациями (82,4 % в 2022 г., 81,6 % в 2023 г.), и некоторое его увеличение крестьянскими (фермерскими) хозяйствами (17,5 % в 2022 г., 18,2 % в 2023 г.) [76].

Таблица 4 – Структура производства зерна по категориям хозяйств (в % от объема производства в хозяйствах всех категорий)

Категория хозяйств	Год				
	2019	2020	2021	2022	2023
Сельскохозяйственные организации	70,1	69,8	68,6	68,6	68,0
Хозяйства населения	0,7	0,7	1,1	1,1	1,1
Крестьянские (фермерские) хозяйства (включая индивидуальных предпринимателей)	29,2	29,5	30,3	30,2	30,9

Таблица 5 – Наличие зерна (зерновые и зернобобовые культуры) в заготовительных и перерабатывающих организациях, миллионов тонн

	На 01.04.2022	На 01.01.2023	На 01.04.2023	На 01.01.2024
Российская Федерация	10,4	19,4	18,0	20,8
Красноярский край	0,35	0,41	0,46	0,46

По данным статистического бюллетеня Федеральной службы государственной статистики за рассматриваемый период для переработки зерна на муку, крупу, комбикорма и другие цели характерна тенденция увеличения, запас на начало года также растет (таблица 5). При этом спектр целей, для которых возделываются те или иные виды зерновых культур, довольно разнообразен. Несмотря на то обстоятельство, что в России возделываются практически все виды зерновых культур, не все они имеют одинаковую долю в посевных площадях. Основная же доля принадлежит таким культурам как пшеница, ячмень и овес [7].

В разрезе Сибирского федерального округа Красноярский край занимает не последнее место на внутреннем рынке страны, являясь одним из крупных сельскохозяйственных регионов, способным обеспечить население основными продуктами питания [76].

Для края в целом характерна тенденция увеличения производства сельскохозяйственной продукции, в том числе и зерна, что позволяет увеличивать запланированный экспорт. Министерством сельского хозяйства Красноярского края в 2020 г. отмечался ввод новых мощностей по производству муки: на предприятии АПК региона ООО «Зернопродукт» Минусинского района – более 36 тыс. тонн зерна в год; открытие комплекса по переработке зерна в муку, крупы и комбикорм в Курагинском районе ООО «Саянмолоко (производственные мощности предприятия – 100 тыс. тонн в год) [43,50].

По данным Министерства сельского хозяйства Красноярского края в период с 2020 по 2022 гг более 20 предприятий осуществляли на территории региона деятельность по производству муки, одно из которых (ООО «Колос») помимо этого осуществляет закупку, приемку, подработку и хранение зерна и масличных культур. Было выявлено, что 50 % от своих мощностей в 2020 г. использовали 7 предприятий, в 2021 г. и 2022 г. – 6. Большинство из данных предприятий

локализуются в г. Ачинске и Ачинском районе, а также в г. Минусинске и Минусинском районе. Стабильно использующим более 60 % своих мощностей из года в год из данного списка является предприятие Ужурского района ООО «Колос». При этом, если сравнить объем переработанного сырья, можно сделать вывод, что предприятие хоть и использует свои мощности в указанном объеме, оно не имеет их в достаточном количестве для переработки гораздо большего объема сырья, например в 2-х кратном размере.

Резюме. Проведенный анализ потенциала текстурированной муки, полученной экструзионным методом обработки различных видов зерна, а также перспективы ее использования, позволяют отметить, что исследования отражают чаще всего либо технологический процесс, т.е. технологию получения (способ производства), либо их включение в рецептурный состав того или иного изделия. Не смотря на достаточно большой период их исследования, широкий спектр совершенствования технологических операций, вариативность рецептур, вопрос нормативно-правового обеспечения вопросов хранения, производства и контроля качества текстурированных продуктов не так широко обозначен среди научно-исследовательских разработок и тем более подзаконных нормативных актов. В связи с этим актуальность приобретает обозначение вектора исследований и разработки нормативно-правовых документов в области регулирования качества, сроков годности и технологических аспектов хранения текстурированных зернопродуктов.

Сырьевой потенциал зерноперерабатывающей отрасли Красноярского края, использование мощностей и объемы выпуска сельскохозяйственной продукции, в том числе и зерна основных злаковых культур, намечают не только перспективы использования зерна не только пшеницы, но и ячменя и овса для производства текстурированных зернопродуктов, но также и обозначают стратегически важную задачу сохранения переработанного урожая зерновых, обладающего определенным уровнем качества.

Результаты анализа, приведенные в главе 1, опубликованы в соавторстве в научных работах [92,93,99,110].

Глава 2 Объекты, методика и условия исследований

2.1 Организация работы и схема проведения исследований

Организация и проведение экспериментальных исследований осуществлялось в Инжиниринговом центре при ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, где были заложены экспериментальные образцы текстурированных зернопродуктов и муки на хранение. Экспериментальные данные (химический состав, функционально-технологические показатели, органолептическая оценка, кислотное число жира, микробиологические показатели и содержание влаги) образцов, заложенных на хранение, были получены в научно-исследовательском испытательном центре и межкафедральной инновационной лаборатории аграрных и пищевых технологий ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, в лаборатории технологической оценки зерна Красноярского научно-исследовательского института сельского хозяйства – обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН.

Общая схема проведения исследования представлена на рисунке 2.

На первом этапе исследования была проанализирована нормативно-правовая документация в области хранения зернопродуктов, а также теоретические аспекты, касающиеся организации процесса хранения, включая информацию о применяемых режимах и способах хранения, что позволило определить направления исследований, сформулировать цель и задачи.

Второй этап включал в себя проведение экспериментальных исследований: определение кислотного числа жира, показателей химического состава, органолептических и функционально-технологических характеристик, а также микрофлоры экспериментальных образцов текстурированных зернопродуктов и муки.

Третий этап проведения исследований представлял собой обработку экспериментальных данных методами математической статистики с целью определения влияния способа хранения и вида упаковки на химический состав, кислотное число жира, микробиологические показатели текстурированных зернопродуктов и муки.



Рисунок 2 – Структурная схема проведения исследования

На заключительном этапе работы было проведено обоснование способа хранения и вида упаковки для рассматриваемых видов текстурированных зернопродуктов и муки, сделан анализ экономической эффективности применения тарного и бестарного способов хранения.

2.2 Объекты исследований

Объектами исследования являлись текстурированные продукты из ячменя и овса, ячменная и овсяная мука. Образцы текстурированного продукта из ячменя (рис. 3а) были произведены по ТУ 10.61.22-002-97623423-2017 из ячменя сорта Ача, текстурированного продукта из овса (рис. 3б) по ТУ 10.61.22-003-97623423-2017 из овса сорта Саян. Зерно подвергалось обработке на экструдере зерновом марки ЭК – 100 и последующим измельчением экструдата на мельнице пальцевой.



а

б

Рисунок 3 – Образцы текстурированного продукта из ячменя (а) и овса (б)



а

б

Рисунок 4 – Образцы ячменной (а) и овсяной муки (б)

Образцы ячменной (рис. 4а) и овсяной муки (рис. 4б) были произведены на агропромышленном предприятии ООО «Зернопродукт» Минусинского района Красноярского края по ТУ 10.61.22-005-97623423-2018 и ТУ 10.61.22-006-97623423-2018 соответственно из тех же сортов, что и текстурированные зернопродукты.

2.3 Методы исследований

Образцы текстурированных зернопродуктов и муки были заложены на хранение в Инжиниринговом центре ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ с

использованием следующих видов упаковки: крафтовый пакет из бумаги высокой плотности (далее – БП); полиэтиленовый пакет (ПВД) с застежкой *zip-lock* плотностью 50 мкм (далее – ПВД (*zip-lock*)); пакет Дой-Пак (Doypack) с застежкой *zip-lock* металлизированный непрозрачный (ПЭТ мет/ПЭ) плотностью 12мкм/80мкм (далее – Doypack, мет. (*zip-lock*)); полиэтиленовый пакет (ПВД) в вакуумной упаковке (далее – ПВД в вакуум.); полипропиленовый мешок (далее – ПП). Образцы муки для исследования бестарного способа хранения (далее – БХ), были отобраны для анализа непосредственно на предприятии. Для каждого варианта упаковки опытные образцы текстурированных зернопродуктов и муки были заложены на хранение в трехкратной повторности по 1 кг., которые были помещены в гофрокороб на стеллаж. Хранение бестарным способом осуществлялась в бункере без использования другой тары.

Хранение экспериментальных образцов осуществлялось при следующих условиях: температура не более 20 °С при относительной влажности не выше 70-75 %, образцы не подвергались воздействию прямых солнечных лучей, находясь в сухом вентилируемом помещении. Периодичность отбора проб текстурированных зернопродуктов для исследований составила 1, 6, 12, 18 мес. хранения, муки – 1, 3, 6, 9, 12 мес.

Анализ кислотного числа жира, химического состава, определение безопасности продукции и количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ, КОЕ/г), энтеропатогенных эшерихий (*Escherichia coli*) и патогенных (в т.ч. *Salmonella*) проводилось в Научно-исследовательском испытательном центре ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ.

В экспериментах были использованы стандартные, общепринятые методы исследования:

- отбор проб проводился по ГОСТ 27668-88 «Мука и отруби. Приемка и методы отбора проб»;
- определение содержание белка по методу Кьельдаля по ГОСТ 10846-91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка»;

- определение содержания крахмала по ГОСТ 10845-98 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала»;
- определение зольности по ГОСТ 27494-2016 «Мука и отруби. Методы определения зольности»;
- определение жира по ГОСТ 29033-91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира»;
- определение кислотного числа жира по ГОСТ 31700-2012 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения кислотного числа жира»;
- определение влажности по ГОСТ 9404-88 «Мука и отруби. Метод определения влажности»;
- определение органолептических показателей по ГОСТ 27558-87 «Мука и отруби. Методы определения цвета, запаха, вкуса и хруста»;
- определение токсичных элементов: содержание свинца по ГОСТ 26932-86, мышьяка по ГОСТ 26930-86, кадмия по ГОСТ 26933-86, ртути по ГОСТ 26927-86, афлатоксина В1 по ГОСТ 30711-2001 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения содержания афлатоксинов В1 и М1», Т-2 токсина по МУ 3184-84 «Методические указания по обнаружению, идентификации и определению содержания Т-2 токсина в пищевых продуктах и продовольственном сырье», охратоксина А по МУК 4.1.2204-07 «Методические указания. Обнаружение, идентификация и количественное определение охратоксина А в продовольственном сырье и пищевых продуктах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии», дезоксиниваленола и зеараленона по МУ 5177-90 «Методические указания по обнаружению, идентификации и определению содержания дезоксиниваленола (вомитоксина) и зеараленона в зерне и зернопродуктах»;
- определение вредных и опасных веществ: ГХЦГ (α , β , γ - изомеры), ДДТ и его метаболиты, гексахлорбензол по МУ 2142-80 «Методические указания по определению хлорорганических пестицидов в воде, продуктах питания, кормах и табачных изделиях хроматографией в тонком слое», 2,4-Д кислота, ее соли и эфиры по МУ 1541-76 «Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде», ртутьорганические пестициды по МУ 5178-90

«Методические указания по обнаружению и определению содержания общей ртути в пищевых продуктах методом беспламенной атомной абсорбции», радионуклидов по МУК 2.6.1.1194-03 «Радиационный контроль. Стронций-90 и цезий-137. Пищевые продукты. Отбор проб, анализ и гигиеническая оценка»;

- определение зараженности и загрязненности по ГОСТ 27559-87 «Мука и отруби. Метод определения зараженности и загрязненности вредителями хлебных запасов»;

- определение микробиологических показателей по ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов»;

- определение аминокислотного состава проводилось с использованием поверенной системы капиллярного электрофореза «Капель-105М» в соответствии с ГОСТ Р 55569-2013 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение протеиногенных аминокислот методом капиллярного электрофореза» (сущность метода заключается в разложении пробы для анализа кислотным гидролизом с переводом аминокислот в свободные формы, получении ФТК-производных аминокислот, дальнейшем их разделении и количественном определении методом капиллярного электрофореза);

- статистическая обработка экспериментальных данных и расчет различных показателей, построение графиков и диаграмм проводились с использованием программ MS Excel и STATISTICA.

Пересчет белка, крахмала, сахара, золы и жира на сухое вещество производился по формуле (1).

$$P = \frac{P_w \cdot 100}{(100 - W)} \cdot \sum P_w, \% \quad (1)$$

где: P – содержание компонента в сухом материале, %;

W – содержание влаги, %;

P_w – содержание компонента во влажном материале, %;

Σ – сумма содержания компонентов в пробе по данным анализа, %.

Определение аминокислотного сора, введенного в 1973 г. решением Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ, или WFO) и Всемирной продовольственной организации (ВПО, или FAO), проводилось по формуле (2).

$$AKCx = \frac{\text{г АКх на 100 г белка}}{\text{г АКх на 100 г эталона}} \quad (2)$$

Определение индекса незаменимых аминокислот (ИНАК) проводился по формуле (3), предложенной Р.Л. Осером.

$$ИНАК = \sqrt[n]{\frac{Lys}{Lys_э} \cdot \frac{(Met + Cys)}{(Met + Cys)_э} \cdot \frac{Trp}{Trp_э} \cdot \frac{Val}{Val_э} \cdot \frac{(Leu + Ile)}{(Leu + Ile)_э} \cdot \frac{Thr}{Thr_э} \cdot \frac{(Phe + Tyr)}{(Phe + Tyr)_э}} \quad (3)$$

где: n – число аминокислот;

$э$ – содержание аминокислоты в эталонном белке, г на 100 г белка.

Определение реологических свойств замешиваемого теста из текстурированных зернопродуктов и муки производилось с использованием межгосударственного стандарта ГОСТ ISO 5530-1-2013 на фаринографе Brabender.

Для оценки функционально-технологических характеристик определяли водопоглотительную способность (ВПС), водоудерживающую способность (ВУС) и жирудерживающую способность (ЖУС) [51,114].

При определении ВПС в мерную пробирку вносили навеску исследуемого материала массой 1 г, добавляли дистиллированную воду с температурой 20 °С в количестве от 1 до 10 г с интервалом в 1 г, тщательно перемешивали в течении 5 минут до полного соединения навески с водой. Далее образцы центрифугировали в течение 10 минут при 1500 об/мин. ВПС определяли по количеству поглощенной воды, в г/г. [51,114].

Для определения ВУС навески образцов массой в 1 г помещали в конические стеклянные пробирки, заливали дистиллированной водой, объемом 5, 7 и 9 мл, тщательно перемешивали в течении 5 минут до получения однородной массы и помещали на водяную баню на 30 минут, при температуре 80 °С. Далее содержимое пробирок центрифугировали в течении 10 минут при 1500 об/мин. За величину ВУС принимали максимальное количество добавленной воды, при котором не

наблюдалось бы отделения водной фазы в процессе центрифугирования, в пересчете на 1 г образца [51,114].

Для определения ЖУС в стеклянные пробирки емкостью по 30 мл помещали по 2 г образца и добавляли от 0,5 до 2,5 г рафинированного подсолнечного масла с интервалом в 0,5 г. Содержимое пробирок перемешивали в течение 10 мин, после чего пробирки с суспензиями исследуемого образца выдерживали в термостате при температуре 74-76 °С в течение 15 мин. После термостатирования пробирки охлаждали холодной водой до комнатной температуры и центрифугировали при 1500 об/мин в течение 15 мин. За величину ЖУС принимали максимальное количество поглощенного масла, при котором не наблюдалось отделения масляной фазы в процессе центрифугирования, в пересчете на 1 г образца [51,114].

Глава 3 Экспериментальная часть

3.1 Аппаратурно-технологические схемы технологий тарного и бестарного типов хранения

В настоящее время в практике работы предприятий хлебопекарной промышленности применяется 2 способа перевозки и хранения муки: в таре (мешках) и без тары (насыпью). В качестве разработок, касающихся бестарного хранения муки, предлагаются не только различные конструкции силосов и бункеров, а полноценные интеллектуальные комплексы для адаптивного управления параметрами микроклимата процессов хранения и повышения эффективности управления технологическими процессами хранения муки за счет использования интеллектуальных технологий (нейронной сети) [154]. Следует отметить, что на действующих хлебозаводах средней и большой мощности оборудованы установки для бестарного хранения муки, при этом загрузка мучного сырья в них может осуществляться как механически (из мешков), так и посредством применения пневматического или аэрозольного транспорта.

Общие аппаратурно-технологические схемы технологий тарного и бестарного типов хранения показаны на рисунках 5,6. При бестарном типе (рис. 5) пищевое сырье на хранение в бункера (2) по трубам подается посредством аэрозольтранспорта, работа которого обеспечивается компрессором (1), а подача сырья из бункера бестарного хранения в систему пневмотранспорта посредством сжатого воздуха с помощью шлюзового питателя (6). По мере необходимости из бункеров (2), в которых осуществляется хранение, пищевое сырье с помощью питателей через циклон-разгрузитель (3) поступает в просеиватель (4) и на автоматические весы (5), где отмеривается необходимое количество. После этого заданное отмеренное количество хранимого пищевого сырья подается в производственный бункер (7) и далее происходит бестарный отпуск на автомобильный или железнодорожный транспорт.

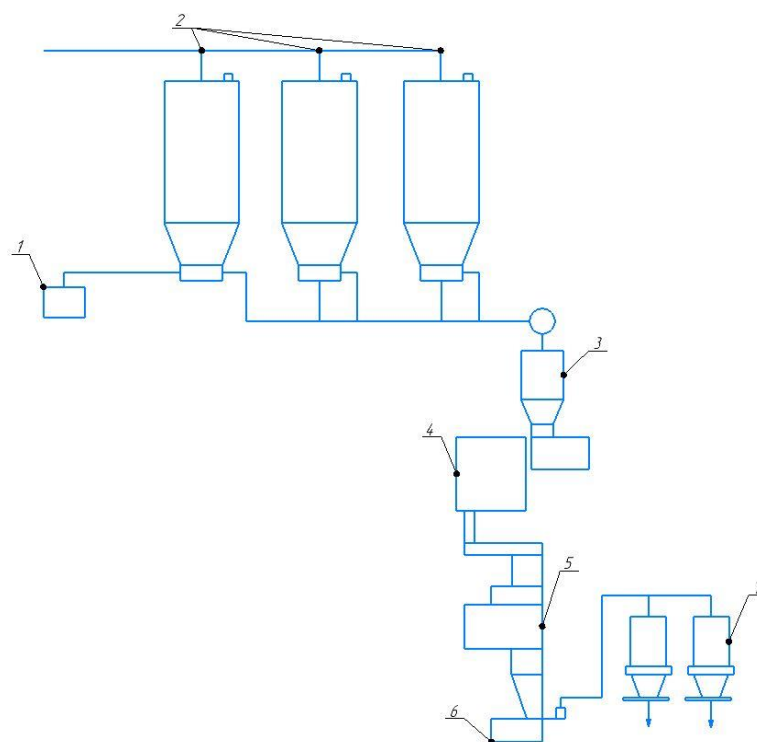


Рисунок 5 – Аппаратурно-технологическая схема бестарного хранения
(1 – компрессор, 2 – бункер, 3 – циклон-разгрузитель, 4 – просеиватель, 5 – весы автоматические, 6 – питатель шлюзовой роторный, 7 – бункер производственный)

При тарном типе хранения (рис. 6) пищевое сырье из вымольной машины (1) перед упаковкой в потребительскую тару предварительно просеивают на расसेве (2), упаковывают в индивидуальную упаковку на фасовочной машине (3). Упакованное пищевое сырье группируются блоками, которые могут быть завернуты в полимерную термоусадочную пленку на машине для групповой упаковки и отпущены на склад для промежуточного хранения перед транспортировкой в торговую сеть (4,5).

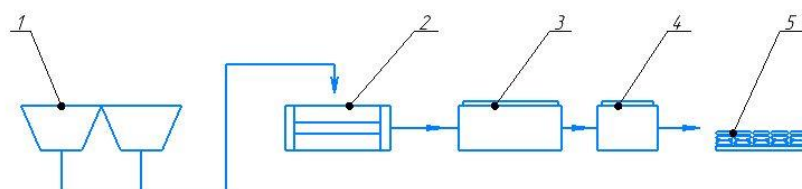


Рисунок 6 – Аппаратурно-технологическая схема тарного хранения
(1 – вымольная машина, 2 – рассев, 3 – фасовочная машина, 4 – машина для групповой упаковки, 5 – расфасованный продукт в индивидуальных упаковках)

Каждый из рассматриваемых способов хранения обладает своими преимуществами, склоняя в пользу того или иного варианта для конкретного производителя (таблица 6) [9,10,72,85,87,88].

Таблица 6 – Способы перевозки и хранения муки

№ п/п	Способ перевозки/хранения	Преимущества	Недостатки
1.	в таре	– относительно простая организация технологических операций – меньшая зависимость перемещения сырья от электроэнергии	– большая зависимость сохранности сырья от температурно-влажностных факторов среды – более низкий коэффициент использования складской площади – трудоемкие погрузочно-разгрузочные операции
2.	без тары	– герметичность сырья, предотвращение возможность появления мучных вредителей – перемещение сырья посредством пневмотранспортных путей сложной пространственной конфигурации – возможность полной автоматизации процесса – более высокий коэффициент использования складской площади – снижение технологических потерь (распыла, выбивания мешков) сырья – возможность дистанционного контроля сырья – ликвидация тары и трудоемких погрузочно-разгрузочных операций	– высокий удельный расход энергии – сложность технологического оборудования – высокая стоимость эксплуатации – повышение уровня взрывоопасности – повышенный риск слеживания хранимого сырья

При проведении исследования в производственных условиях на предприятии режим хранения пищевого сырья (муки и текстурированных зернопродуктов) включал в себя ряд условий, закрепленных как нормативно-правовыми актами, так и результатами, полученными опытно-исследовательским путем, к настоящему времени освещенными, в том числе, и в учебной литературе [9,10,19,21,30,35,72]:

1. рекомендуемая температура хранения не превышала 10-15 °С;
2. изменение местами нижних и верхних мешков в штабеле при тарном хранении или перегрузка муки из одного бункера в другой не менее 1 раза в месяц;
3. влажность воздуха в помещении не превышала 70 %;

4. укладка мешков тройниками на поддоны или подтоварники;
5. расстояние от штабеля до стены не менее 0,5-0,7 м, между проходами – не более 1,2 м, ширина проходов между штабелями – не менее 0,75 м, ширина проездов при транспортировке затаренных объектов хранения на тележках – не менее 1,5 м, при транспортировке на электропогрузчике – не менее 4 м;
6. высота склада от пола до выступающих частей перекрытия при укладке затаренных объектов хранения – не менее 0,6 м;
7. склады для хранения были сухими, чистыми, хорошо освещенными и вентилируемыми, не зараженными вредителями хлебных запасов, отдельно от остро пахнущих и скоропортящихся товаров, а также без воздействия солнечных лучей и атмосферных осадков.

Как было отмечено ранее, при длительном хранении в силосных хранилищах различных сыпучих материалов к числу недостатков относится риск слеживаемости. Помимо этого, особенности конструкции исключают возможность одновременного хранения разносортного сыпучего материала. Для решения этих задач был разработан бункер для хранения сыпучих материалов (рисунок 7), в конструкции которого была предусмотрена возможность хранения одновременно нескольких разносортных объектов с их перемещением между секциями для исключения слеживаемости. Обеззараживание загружаемого объекта хранения или в случае его движения между секциями происходит благодаря ультрафиолету.

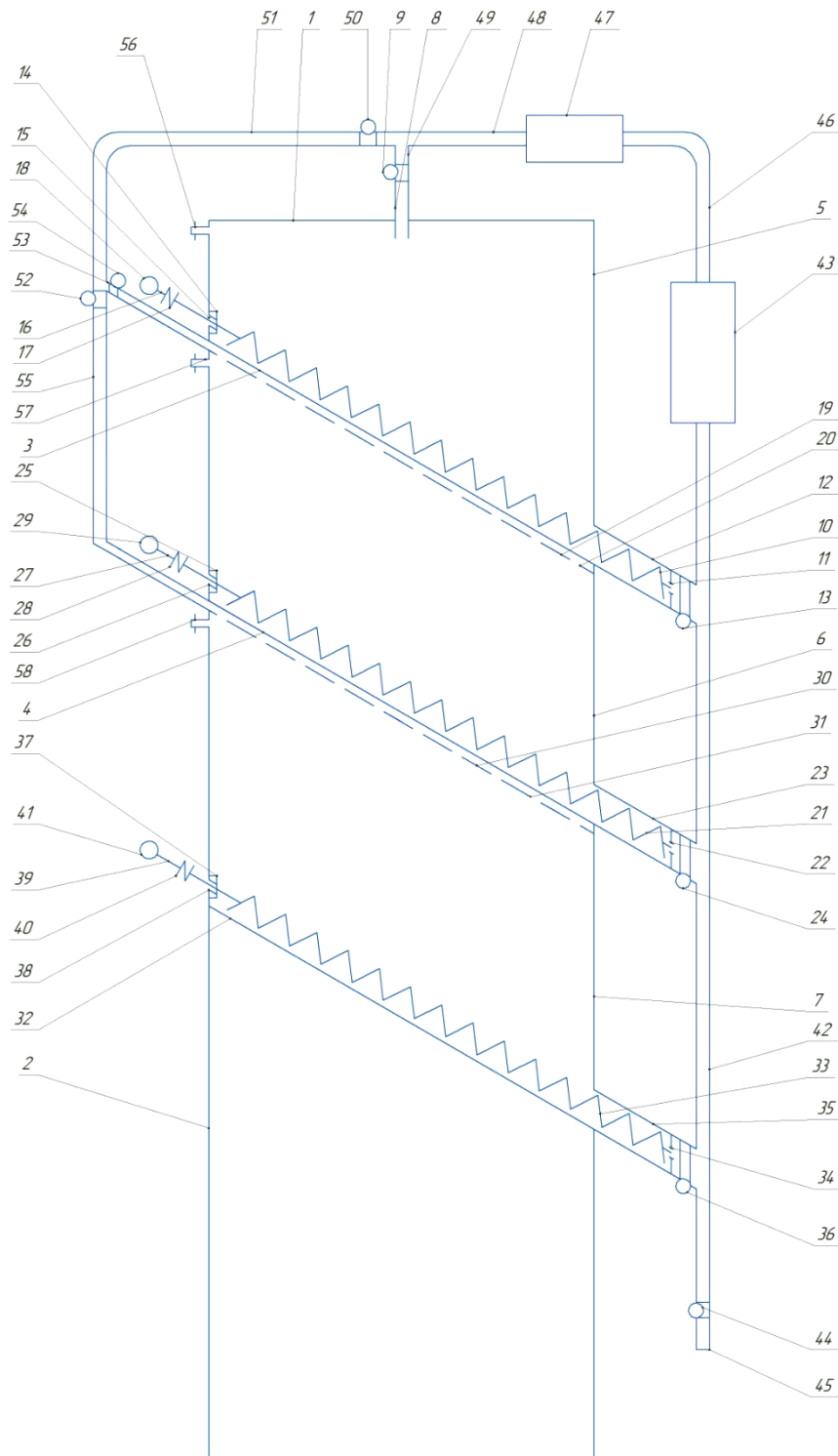


Рисунок 7 – Бункер для хранения сыпучих материалов

(1 – корпус, 2 – опоры, 3,4 – наклонные перегородки, 5,6,7 – секции, 8,19,30 – патрубок загрузки, 9,13,24,36,44,50,52,54 – клапан, 10,21,33 – шнек, 11,22,34 – четырехлучевая опора, 12,23,35 – отводящий патрубок, 14,25,37 – опорный корпус, 15,20,26,31,38 – отверстие, 16,27,39 – вал, 17,28,40 – муфта, 18,29,41 – мотор-редуктор, 32 – наклонное дно, 42,46,48,51,55 – трубопровод, 43 – циклон, 45 – патрубок, 47 – камера обеззараживания, 49,53 – отвод, 56,57,58 – устройство очистки и сброса воздуха)

Конструкция бункера включает в себя корпус 1, который установлен на опорах 2. Корпус разделен наклонными перегородками 3,4 на секции 5,6 и 7. В целом строение секций можно описать следующим образом: в верхней части секции расположен патрубок загрузки, имеющий клапан; в нижней части находится шнек над наклонной перегородкой; верхним концом шнек установлен в опорном корпусе, закрепленном на стенке секции; нижним концом шнек установлен в четырехлучевой опоре, которая закреплена в отводящем патрубке, также имеющим клапан; в месте крепления опорного корпуса в стенке секции есть отверстие для соединения шнека валом через муфту с мотор-редуктором. Работа бункера строится следующим образом: к патрубку подключается транспортирующее устройство; для заполнения секции открываются определенные клапаны, включается камера обеззараживания и происходит запуск пневматической установки с циклоном; происходит подъем сыпучего материала по трубопроводу и его перемещение для обеззараживания. Подана заявка на полезную модель.

Резюме. Анализируя преимущества и недостатки различных способов хранения можно сделать вывод, что выбор технологической схемы хранения для предприятия имеет прямую зависимость от его мощности, оборота производимой им продукции, локализацией относительно источника сырья, требуемого для производства, а также экономической целесообразностью строительства, покупки и обслуживания соответствующего оборудования для организации хранения.

3.2 Качество ячменной и овсяной муки при хранении различными способами

3.2.1 Характеристика химического состава в процессе хранения

3.2.1.1 Динамика содержания белка

Анализируя содержание белка в овсяной муке, следует отметить, что его уровень в анализируемых образцах находится на уровне справочных данных по химическому составу муки для детского питания в соответствии с ГОСТ 31645-2012 – 13 % (рис. 8). Это указывает на качество используемого сырья, а также подтверждает соблюдение технологических условий на производственном

предприятия. Первое аналитическое приближение позволяет отметить наличие тенденции снижения содержания белка в процессе хранения муки. Это свидетельствует о соблюдении рекомендуемых сроков и режимов хранения мучного сырья.

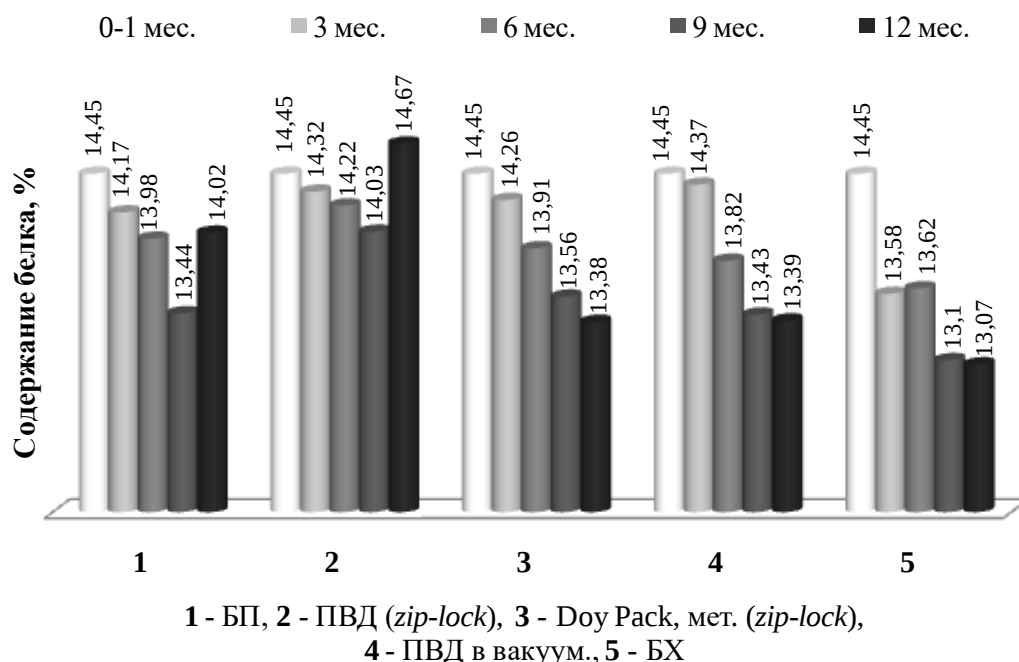


Рисунок 8 – Динамика содержания белка (%) в овсяной муке в процессе хранения

В процессе хранения в течение 12 мес. изменение содержания белка в отобранных образцах овсяной муки происходило в пределах 0,5-9,5 %. Так как мука находилась в одной таре, без перемещения экспериментального образца следует предположить о протекании естественных процессов в муке. В частности, для образцов, хранящихся в бумажном пакете, и бестарного типа хранения такими процессами могут выступать адсорбция белками большей части влаги, приводящей к набуханию.

Следует отметить, что при хранении в варианте ПВД (zip-lock) зафиксированы наименьшие колебания разницы содержания белка в образце (на 0,9-2,9 %). При этом, хранение в варианте ПВД в вакуум. сопровождалось большей разницей в содержании белка относительно первого срока хранения (1 мес.). Это может свидетельствовать об условии необходимости наличия воздушной прослойки и поддержания газовой среды для целей хранения.

Содержание белка в опытных образцах ячменной муки находилось выше средних значений пищевой ценности по данному показателю ячневой крупы (> 10 (г в 100 г)).

Можно также отметить наличие тенденции снижения содержания белка в процессе хранения ячменной муки (рис. 9). В период процесса хранения изменение содержания белка в отобранных образцах происходило в пределах 0,3-7,9 % относительного первого срока определения показателя.

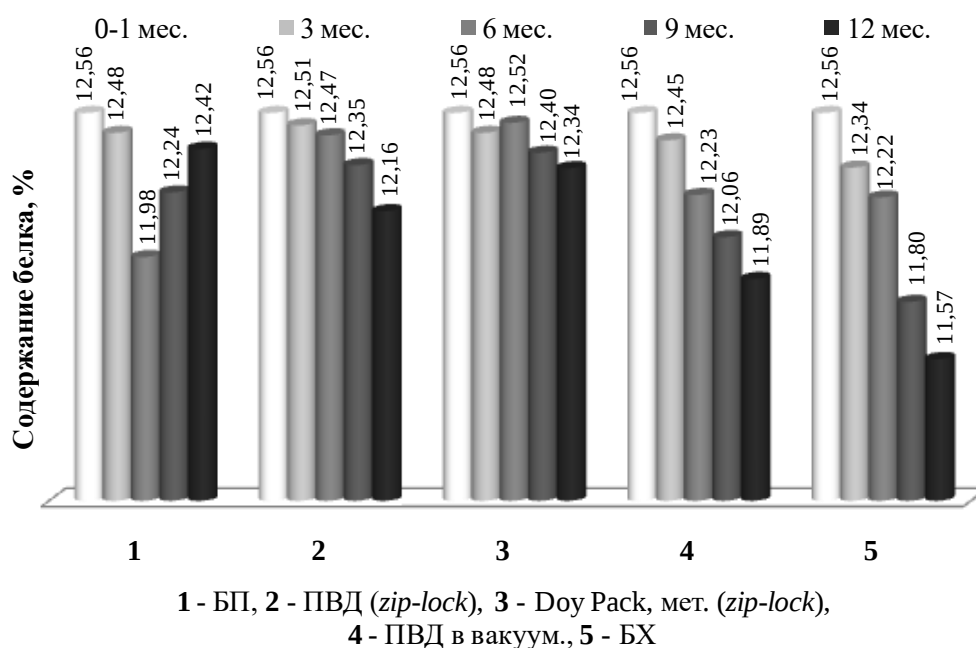


Рисунок 9 – Динамика содержания белка (%) в ячменной муке в процессе хранения

Следует отметить, что при хранении в вариантах БП, ПВД (zip-lock), Doy Pack, мет. (zip-lock) зафиксированы наименьшие колебания разницы содержания белка в образцах (на 0,9-4,6 %). При этом, хранение в вариантах ПВД в вакуум. и БХ сопровождалось большей разницей в содержании белка относительно первого срока – 1 мес. Это может свидетельствовать об условии необходимости наличия воздушной прослойки и поддержания газовой среды для целей хранения на определенном уровне.

Дисперсионный анализ содержания белка в ячменной и овсяной муке показывает:

1. Статистически значимое влияние вида муки на содержание белка ($p < 0,001$). Ячменная мука имеет более низкое содержание белка (рис. Б.1, табл. Б.1-Б.2 приложения Б).

2. Наличие статистически значимых различий между вариантом хранения бестарным способом (БХ) и ПВД (*zip-lock*) (рис. Б.2, табл. Б.3-Б.4 приложения Б). При бестарном способе хранения (БХ) образцы ячменной и овсяной муки характеризуются в среднем более низким содержанием белка.

3. Наличие статистически значимых различий ($p < 0,05$) по содержанию белка между сроками хранения 1 мес. и 9 и 12 мес., а также между 3 мес. и 9 мес. хранения (рис. Б.3, табл. Б.5-Б.6 приложения Б), что подтверждает более низкое содержание белка на поздних сроках хранения по сравнению с первым определением.

3.2.1.2 Динамика содержания крахмала и сахара

Крахмал и сахара, входящие в состав зерен и семян, играют важную роль в технологических процессах переработки зерна, а также необходимы для хлебопечения, так как сахара являются питательной средой для дрожжей в тесте, а крахмал, определяющий структуру текста, также влияет и на качество хлеба. Известно, что наибольшее количество углеводов содержат злаки, прежде всего пшеница, рожь, ячмень [41].

Анализируя изменения содержания крахмала в образцах ячменной и овсяной муки (рис. 10-11) можно отметить его увеличение в процессе хранения. Все элементы химического состава, в т.ч. крахмал и сахар, находятся во взаимосвязи и взаимодействии с другими составляющими под действием ферментов, кислорода воздуха, влаги и других факторов, что может находить свое отражение в изменении их содержания. В связи с нахождением экспериментальных образцов в одних и тех же условиях, без перемещения, следует предположить также о возможном влиянии на процессы, протекающие в сырье, внешних факторов, не относящихся к элементам химического состава, например, микробиологических показателей. Ведь рассматриваемый нами пищевой продукт содержит микроорганизмы, попавшие в

процессе помола, которые при различных условиях могут начать развиваться и вызывать различные процессы, в т.ч. и порчу. К тому же, мука не утрачивает способность к биохимическим изменениям, ведь содержит живые клетки, сохраняющие способность к газообмену, заметному вначале и постепенно затухающему в последующем [38].

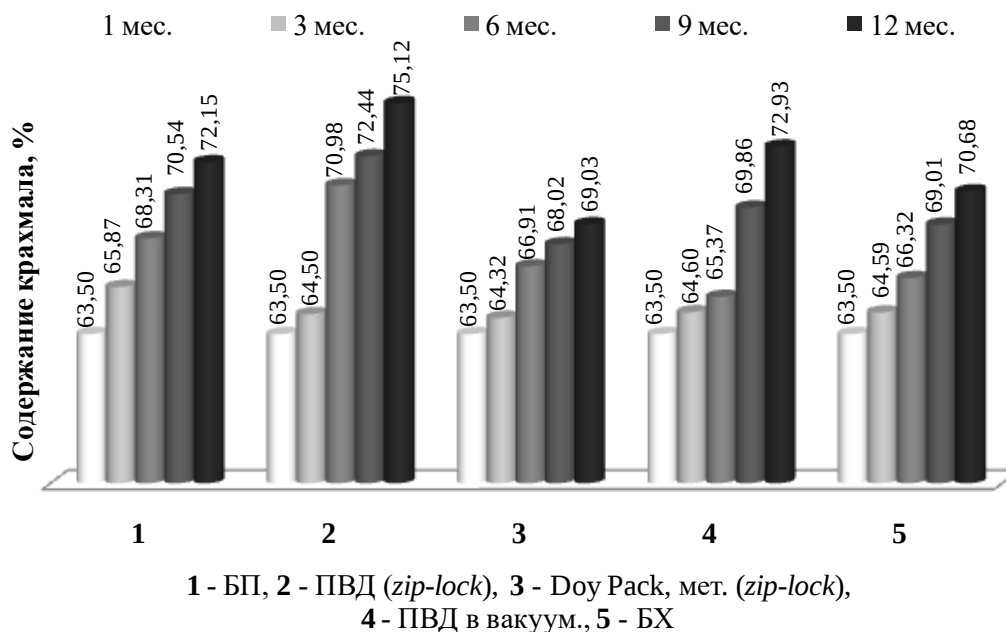


Рисунок 10 – Динамика содержания крахмала (%) в овсяной муке в процессе хранения

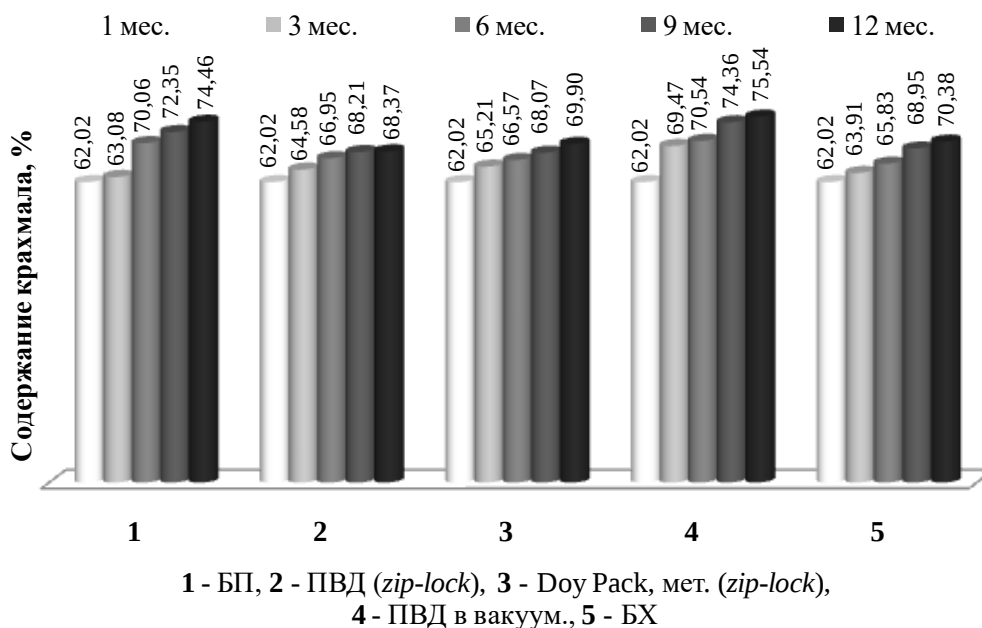


Рисунок 11– Динамика содержания крахмала (%) в ячменной муке в процессе хранения

Проведенный анализ данных содержания сахара образцов овсяной муки в зависимости от вида упаковки и срока хранения указывает в целом на наличие тенденции снижения содержания сахара в процессе хранения (рис. 12). При этом для ячменной муки кроме варианта хранения бестарным способом можно отметить тенденцию снижения содержания сахара на периоде хранения от 1 мес. до 6 мес. и дальнейшее его увеличение (рис. 13).

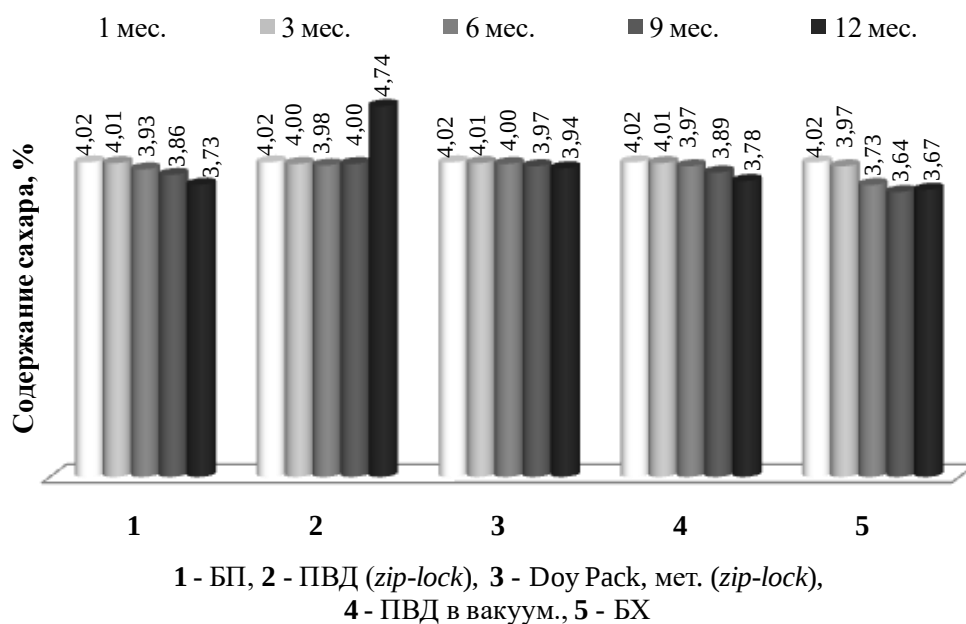


Рисунок 12– Динамика содержания сахара (%) в овсяной муке в процессе хранения

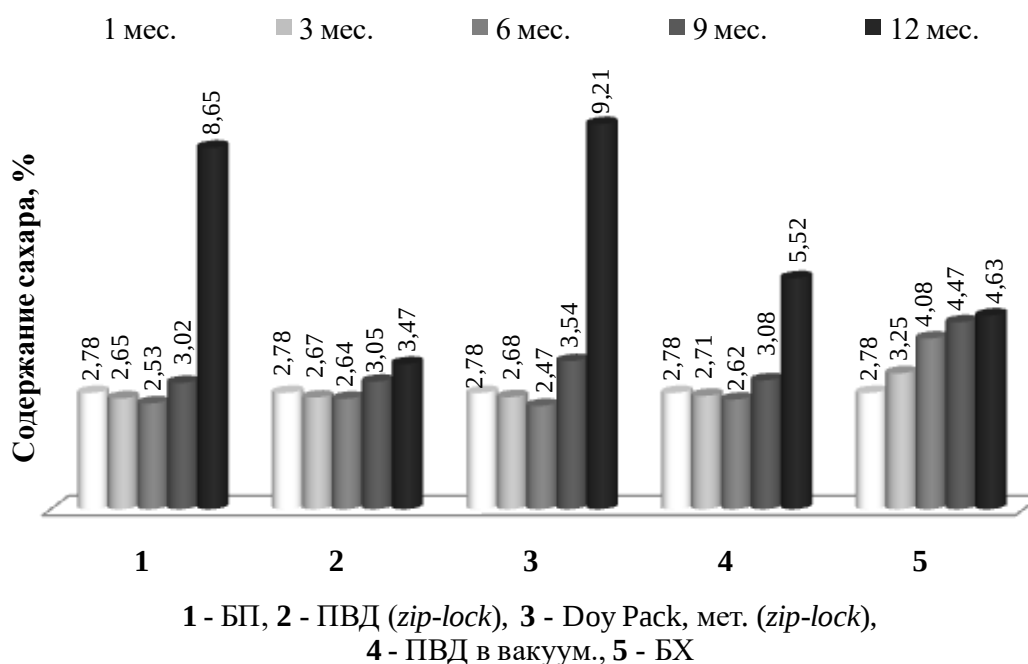


Рисунок 13– Динамика содержания сахара (%) в ячменной муке в процессе хранения

Дисперсионный анализ содержания крахмала в ячменной и овсяной муке

показывает:

1. Вид муки не оказал статистически значимого влияния на содержание крахмала ($p > 0,05$).

2. Наличие статистически значимых различий между вариантом хранения в ПВД в вакуум., бестарным способом (БХ) и Doу Pack, мет. (*zip-lock*), а также вариантами хранения в Doу Pack, мет. (*zip-lock*) и БП (рис. Б.4, табл. Б.7-Б.8 приложения Б). В образцах, хранимых в варианте в ПВД в вакуум. содержание крахмала было выше, чем при хранении бестарным способом и Doу Pack, мет. (*zip-lock*). При хранении в БП содержание крахмала было выше, чем при хранении в Doу Pack, мет. (*zip-lock*).

3. Наличие статистически значимых различий ($p < 0,05$) по содержанию крахмала между сроками хранения 1 мес. и 6,9,12 мес., 3 мес. и 9,12 мес., 6 мес. и 12 мес. хранения (рис. Б.5, табл. Б.9-Б.10 приложения Б), свидетельствует о том, что содержание крахмала в среднем при сроке хранения 1 мес. и 3 мес. выше, чем в интервале 9-12 мес. хранения, при сроке хранения 6 мес. ниже, чем при сроке 12 мес.

Дисперсионный анализ содержания сахара в ячменной и овсяной муке

показывает:

1. Вид муки, способ хранения и вариант упаковки не оказал статистически значимого влияния на содержание сахара ($p > 0,05$).

2. Наличие статистически значимых различий ($p < 0,05$) по содержанию сахара между сроками хранения 12 мес. и всеми остальными (1-9 мес.) (рис. Б.6, табл. Б.11-Б.12 приложения Б), свидетельствующее о том, что содержание сахара в среднем при сроке хранения 12 мес. выше, чем в интервале 1-9 мес. хранения.

3.2.1.3 Динамика содержания жира

Исходя из полученных данных для образцов ячменной и овсяной муки, можно отметить четкое линейное увеличение содержания жира при бестарном способе в

процессе хранения, что может быть обусловлено большей степенью доступа воздуха к мучному сырью, способствующему окислению жиров (рис. 14-15).

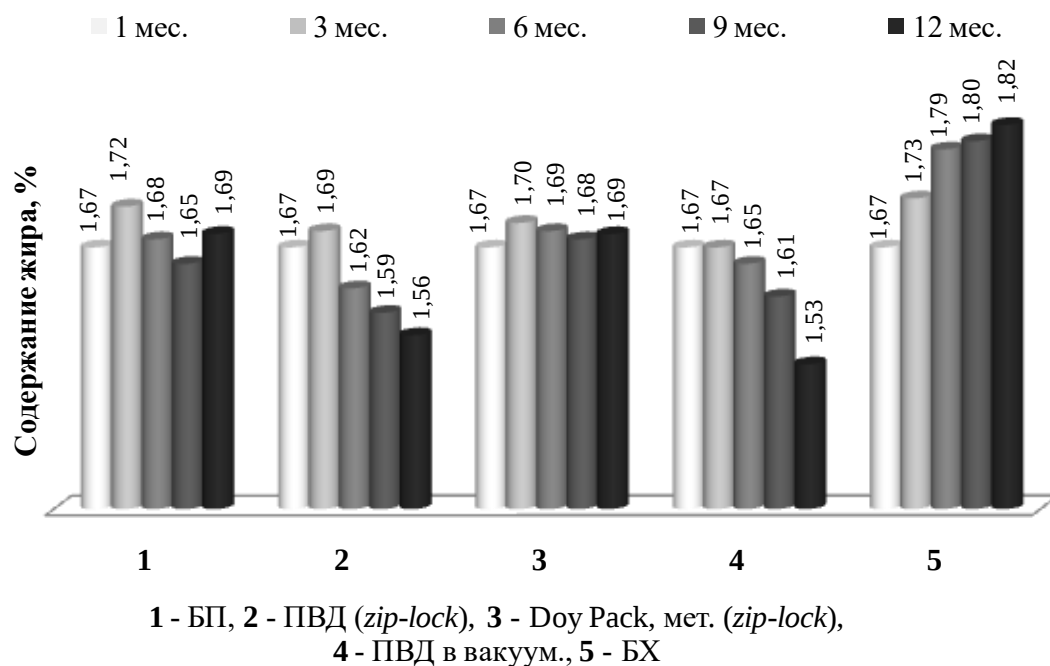


Рисунок 14 – Динамика содержания жира (%) в ячменной муке в процессе хранения

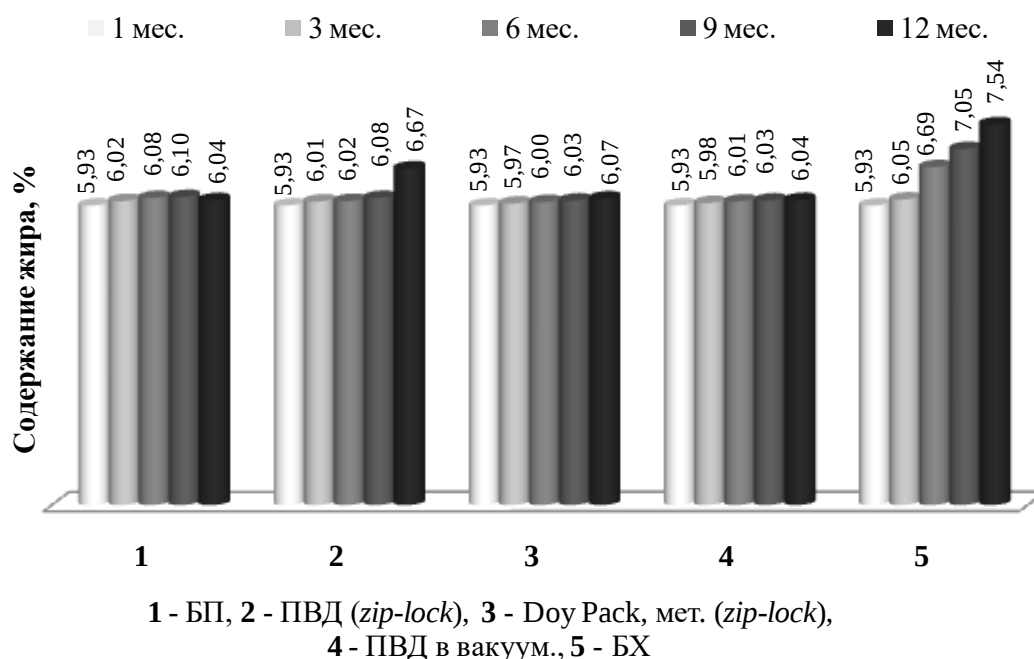


Рисунок 15 – Динамика содержания жира (%) в овсяной муке в процессе хранения

Наличие гидролитических процессов с участием липаз муки в липидной фракции обуславливает накопление свободных жирных кислот [59]. Учитывая то обстоятельство, образцы не перемещались в течение срока хранения, следует предположить о влиянии другого (внешнего) фактора на изменение содержания

жира, который в затаренных образцах вызывал уменьшение его содержания, например, микробиологический показатель.

По результатам *дисперсионного анализа ячменной и овсяной муки* выявлено, что содержание жира в разных видах муки статистически значимо ($p < 0,001$) различаются. Овсяная мука характеризуется большим содержанием жира, чем ячменная (рис. Б.7, табл. Б.13, Б.14, Б.17 приложения Б).

Выявлено наличие статистически значимых различий между бестарным способом хранения (БХ) и остальными вариантами упаковки за исключением хранения в ПВД (*zip-lock*) (рис. Б.8, табл. Б.15, Б.16, Б.17 приложения Б): в образцах, хранимых бестарным способом содержание жира в среднем выше по сравнению с затаренными образцами с применением всех видов упаковки, кроме ПВД (*zip-lock*).

Срок хранения не оказал статистически значимого влияния на содержание жира ($p > 0,05$).

3.2.1.4 Динамика содержания золы

В отношении ячменной и овсяной муки (рис. 16-17) можно отметить увеличение его содержания при варианте хранения в БП (крафтовом пакете из бумаги высокой плотности).

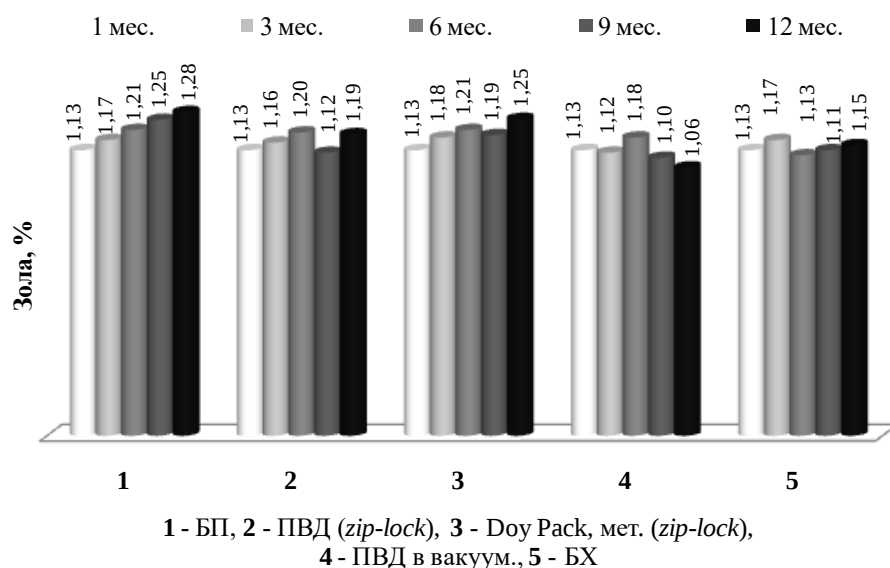


Рисунок 16 – Динамика содержания золы (%) в ячменной муке в процессе хранения

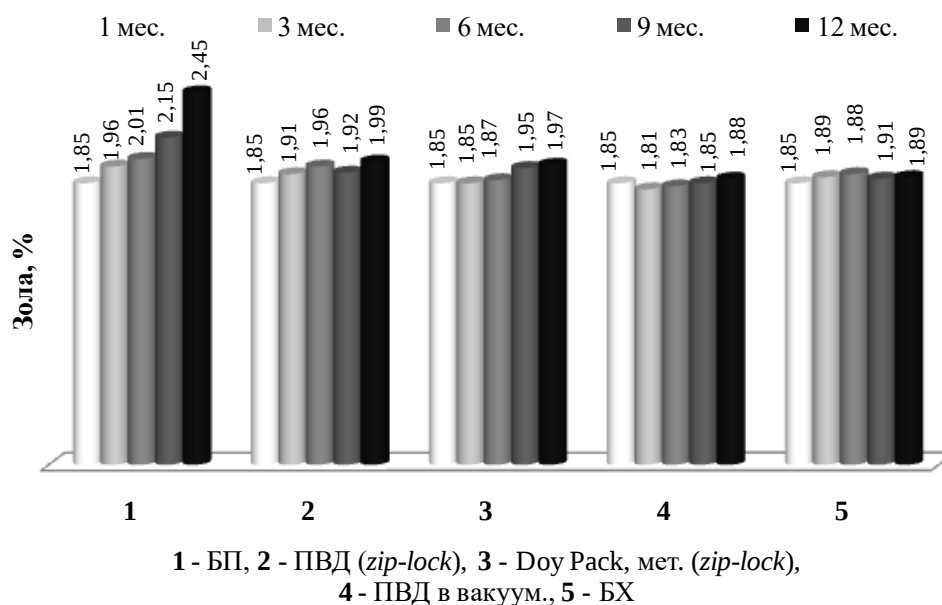


Рисунок 17 – Динамика содержания золы (%) в овсяной муке в процессе хранения

По остальным же вариантам отсутствовала четко выраженная линейная направленность изменений, а разница в содержании золы, находилась в достаточно узком интервале либо изменению не подвергалось.

По результатам *дисперсионного анализа ячменной и овсяной муки* выявлено, что *содержание золы* в разных видах муки статистически значимо ($p < 0,001$) различаются. Овсяная мука отличается от ячменной большим содержанием золы (рис. Б.9, табл. Б.18-Б.19 приложения Б). Выявлено наличие статистически значимых различий между вариантом хранения в БП (крафтовом пакете из бумаги высокой плотности) и вариантами хранения в ПВД в вакуум. и бестарным способом хранения (БХ) (рис. Б.10, табл. Б.20-Б.22 приложения Б): в образцах, хранимых в БП содержание золы в среднем выше по сравнению с затаренными образцами в указанных видах упаковки. Срок хранения не оказал статистически значимого влияния на зольность ($p > 0,05$) (табл. Б.23 приложения Б).

Резюме. Анализируя совокупность результатов дисперсионного анализа между способами хранения и вариантами упаковки (табл. 7), следует отметить, для ячменной и овсяной муки при бестарном способе хранения и всеми видами упаковки за исключением хранения в ПВД (zip-lock) по содержанию жира имеются значимые отличия, а, следовательно, способ хранения оказывает влияние на данный показатель, влияющий на кислотное число жира, определяющий годность

рассматриваемого вида пищевого сырья. Значимость различий между способами хранения и видами упаковки по другим элементам химического состава не выделяются единым пулом, что не позволяет учитывать их при определении оптимального способа хранения.

Таблица 7 – Статистически значимые различия ($p < 0,05$) между способами хранения и видами упаковки по элементам химического состава ячменной и овсяной муки

Способ хранения/ вид упаковки	БХ	БП	ПВД (zip-lock)	Doy Pack, мет. (zip-lock)	ПВД в вакуум.
БХ					
БП	$\mathbf{Ж}(p=0,044589),$ $\mathbf{З}(p=0,021169)$				
ПВД (zip-lock)	$\mathbf{Б}(p=0,035465)$	-			
Doy Pack, мет. (zip-lock)	$\mathbf{Ж}(p=0,032585)$	$\mathbf{К}(p=0,041001)$			
ПВД в вакуум.	$\mathbf{К}(p=0,014145),$ $\mathbf{Ж}(p=0,016456)$	$\mathbf{З}(p=0,002765)$		$\mathbf{К}(p=0,009124)$	

Показатели: **Б** – содержание белка; **К** – содержание крахмала; **С** – содержание сахара; **З** – зола; **Ж** – содержание жира

Таблица 8 – Статистически значимые различия ($p < 0,05$) между сроками хранения по элементам химического состава ячменной и овсяной муки

Срок хранения, мес.	1 мес.	3 мес.	6 мес.	9 мес.	12 мес.
Содержание белка, % (ячменная и овсяная мука)					
1 мес.					
3 мес.	-				
6 мес.	-	-			
9 мес.	0,000645	0,035966	-		
12 мес.	0,001815	-	-	-	
Содержание крахмала, % (ячменная и овсяная мука)					
1 мес.					
3 мес.	-				
6 мес.	0,000211	-			
9 мес.	0,000000	0,000143	-		
12 мес.	0,000000	0,000002	0,002695	-	
Содержание сахара, % (ячменная и овсяная мука)					
1 мес.					
3 мес.	-				
6 мес.	-	-			
9 мес.	-	-	-		
12 мес.	0,002215	0,002153	0,002138	0,012153	

Продолжение таблицы 8

Срок хранения, мес.	1 мес.	3 мес.	6 мес.	9 мес.	12 мес.
Содержание жира, % (ячменная и овсяная мука)					
1 мес.					
3 мес.	-				
6 мес.	-	-			
9 мес.	-	-	-		
12 мес.	-	-	-	-	
Зола, % (ячменная и овсяная мука)					
1 мес.					
3 мес.	-				
6 мес.	-	-			
9 мес.	-	-	-		
12 мес.	-	-	-	-	

Совокупность результатов дисперсионного анализа экспериментальных данных по изменению элементов химического состава при различных сроках хранения муки разных видов (табл. 8) позволила сделать вывод, что содержание крахмала для всех видов муки является значимым показателем с точки зрения пищевой ценности между интервалами 9-12 мес. и 1-3 мес., содержание сахара всех видов муки – между 12 мес. и интервалом 1-6 мес. хранения.

Результаты анализа, приведенные в разделах 3.2.1-3.2.4, опубликованы в соавторстве в научных работах [95,96].

3.2.1.5 Аминокислотный состав

Условия хранения муки являются важнейшими с точки зрения последующего производства конечного продукта для конечного потребителя, определяющими его качество и безопасность. Но следует отметить, что не менее важным является его аминокислотный состав, что определяет его биологическую ценность, соответствие состава белка потребностям биологического организма [11]. В связи с этим значимым является оценка его качественного состава, а именно содержание незаменимых аминокислот.

Проведенные научные исследования ученых указывают на общую тенденцию изменения в процессе хранения массовой доли белка в сторону его снижения,

которая зависит от сорта муки, упаковки и условий хранения. Массовая доля белка в среднем снижалась с 13,1 до 12,4%, было отмечено значительное молекулярное перераспределение белков, сделано заключение о гидролитических процессах белков в период хранения, что отражалось на количестве клейковины и ее качестве, определено снижение степени аминокислот в зависимости от используемых вариантов упаковки [31,35]. На основании важности определения аминокислотного состава мучного сырья, учитывая различную продолжительность хранения его на предприятиях, а также используемые виды зерновых культур, изучение данного вопроса в различных временных срезах представляет собой актуальную для настоящего времени проблему, как для предприятий (непосредственных производителей), так и для конечных потребителей данных продуктов.

Содержание незаменимых аминокислот в том числе определяет состояние белкового обмена, соответственно, расчет сбалансированности белкового состава по аминокислотному скору покажет биологическую ценность экспериментальных образцов, а анализ его изменения при хранении различными способами и с использованием различных вариантов упаковки может внести вклад в обоснование как сроков и способа хранения. Исходные данные (содержание аминокислот) для расчета аминокислотного скору и индекса незаменимых аминокислот (ИНАК) представлены в приложении А. Расчет сбалансированности белкового состава по аминокислотному скору представлен в таблицах 9-10.

Для овсяной муки вне зависимости от варианта упаковки и срока и способа хранения лимитирующими аминокислотами были лейцин+изолейцин и триптофан, при этом лизин являлся таковой при сроке хранения 12 мес. (табл. 9). Выделить какие-то тенденции в зависимости от вида упаковки не представляется возможным ввиду ее отсутствия. В отношении ячменной муки одной из лимитирующих аминокислот по всем вариантам и срокам хранения является лизин (табл. 10). На сроке хранения 3 мес. в качестве лимитирующей аминокислоты можно выделить треонин, 6 мес. – валин, 9 и 12 мес. лейцин+изолейцин и триптофан.

Таблица 9 – Оценка биологической ценности овсяной муки

Наименование аминокислоты	Способ хранения/вид упаковки	Срок хранения, мес.									
		1		3		6		9		12	
		АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %
овсяная мука											
Лизин	БП	4,0	72,22*	3,3	59,67	2,0	36,81*	4,6	83,20*	3,9	71,39*
	ПВД (zip-lock)			3,1	56,50	2,2	40,53	3,5	64,28*	3,3	60,85*
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			4,3	78,41	3,7	67,58	5,2	95,33	4,7	85,84*
	ПВД в вакуум.			3,0	55,42*	1,8	31,84*	4,1	74,60	3,3	60,75*
	БХ			4,0	72,57	3,4	61,14	3,6	65,93*	3,6	64,83*
Метионин+ цистин	БП	6,9	196,14	7,9	225,83	8,0	229,10	8,6	245,11	7,2	206,94
	ПВД (zip-lock)			6,6	189,74	6,8	193,09	7,5	214,23	7,1	203,11
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			7,8	222,00	9,0	255,73	9,7	277,92	8,8	251,57
	ПВД в вакуум.			7,3	207,18	7,6	217,90	8,4	241,25	7,4	210,45
	БХ			7,1	203,24	7,1	201,59	7,8	224,21	6,9	195,87
Триптофан	БП	0,2	15,92*	0,3	30,35*	0,5	51,50	0,1	11,90*	0,3	29,38*
	ПВД (zip-lock)			0,2	21,65*	0,2	16,88*	0,1	14,97*	0,2	20,04*
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			0,2	21,74*	0,3	25,88*	0,2	19,91*	0,2	19,36*
	ПВД в вакуум.			0,4	36,88*	0,4	44,14*	0,2	20,85*	0,3	25,47*
	БХ			0,1	8,84*	0,1	8,08*	0,1	13,74*	0,2	20,66*
Валин	БП	4,0	80,14	4,0	80,17	2,6	51,07	5,0	100,30	4,5	89,62
	ПВД (zip-lock)			2,6	51,54*	1,8	36,15	4,2	83,25	3,9	77,73
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			3,6	72,65	2,5	49,75*	4,4	88,35*	5,2	104,23
	ПВД в вакуум.			3,8	76,69	3,6	71,49	4,2	84,44	3,9	77,57
	БХ			4,1	81,59	2,3	46,55*	4,3	85,80	4,2	83,86
Лейцин+ изолейцин	БП	5,8	53,16*	5,5	50,36*	3,9	35,70*	6,3	57,16*	5,3	48,01*
	ПВД (zip-lock)			6,1	55,42*	3,9	35,03*	6,8	61,69*	4,9	44,18*
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			4,9	44,50*	4,2	37,97*	5,9	53,30*	6,1	55,57*
	ПВД в вакуум.			5,3	48,40*	4,9	44,99*	6,3	57,67*	4,4	40,29*
	БХ			4,9	44,99*	4,5	41,32*	5,7	51,42*	5,4	49,25*

Продолжение таблицы 9

Наименование аминокислоты	Способ хранения/вид упаковки	Срок хранения, мес.									
		1		3		6		9		12	
		АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %
овсяная мука											
Треонин	БП	3,3	81,83	1,8	44,81*	1,1	27,90*	3,7	92,63	3,9	97,39
	ПВД (zip-lock)			2,5	63,55	1,4	34,63*	4,3	106,74	3,8	96,04
	Dou Pack, мет. (zip-lock)			2,7	67,67*	2,1	52,84	3,6	88,86	4,9	123,39
	ПВД в вакуум.			2,4	60,02	2,1	53,00	2,8	70,55*	3,0	75,52
	БХ			2,6	64,06*	2,1	52,13	3,2	79,58	4,4	109,60
Фенилаланин+ тирозин	БП	8,5	140,95	7,0	115,97	6,2	103,84	9,5	158,23	8,4	139,91
	ПВД (zip-lock)			8,1	135,01	4,9	81,69	8,6	142,91	7,2	120,75
	Dou Pack, мет. (zip-lock)			7,9	131,37	8,8	147,14	8,6	143,81	8,3	138,50
	ПВД в вакуум.			7,4	124,10	6,8	112,88	7,0	116,53	7,3	121,37
	БХ			7,5	125,31	6,8	112,95	7,8	130,41	7,8	130,45
ИНАК	БП	1,14		1,14		1,13		1,15		1,15	
	ПВД (zip-lock)			1,13		1,11		1,15		1,14	
	Dou Pack, мет. (zip-lock)			1,14		1,14		1,16		1,16	
	ПВД в вакуум.			1,14		1,13		1,15		1,14	
	БХ			1,14		1,13		1,14		1,14	

Примечание: * – первая, вторая и третья лимитирующие аминокислоты

Таблица 10 – Оценка биологической ценности ячменной муки

Наименование аминокислоты	Способ хранения/вид упаковки	Срок хранения, мес.									
		1		3		6		9		12	
		АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %
ячменная мука											
Лизин	БП	3,1	57,2*	2,8	50,1*	1,4	24,6*	2,5	45,5*	2,2	40,5*
	ПВД (zip-lock)			3,0	54,8*	2,2	39,5*	3,2	58,7*	3,0	53,9*
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			2,9	53,6*	2,1	37,5*	2,9	53,1*	2,6	47,0*
	ПВД в вакуум.			2,6	48,0*	1,8	32,0*	2,3	41,0*	2,4	43,0*
	БХ			2,7	49,2*	1,4	25,7*	2,4	42,8*	2,2	40,7*
Метионин+ цистин	БП	3,5	100,8	4,1	118,1	4,7	134,5	9,7	276,1	9,1	261,4
	ПВД (zip-lock)			4,3	122,4	4,8	137,5	5,2	148,3	5,8	167,1
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			3,7	105,8	3,9	111,6	4,2	120,3	4,9	139,1
	ПВД в вакуум.			4,3	122,5	4,4	127,1	5,1	145,2	6,6	189,5
	БХ			3,8	109,5	4,1	116,7	8,5	243,1	7,8	224,2
Триптофан	БП	1,0	97,1	0,8	77,7	1,2	115,2	0,4	36,8*	0,3	28,7*
	ПВД (zip-lock)			0,8	83,9	0,8	77,0	0,3	28,3*	0,2	21,0*
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			0,8	83,3	0,7	65,5*	0,4	41,1*	0,2	21,4*
	ПВД в вакуум.			0,7	69,1	0,5	47,4*	0,2	20,7*	0,1	10,3
	БХ			0,7	71,3	0,9	94,9	0,3	29,7*	0,2	19,0*
Валин	БП	4,1	82,3	2,9	57,4*	1,5	29,7*	4,2	83,7	3,8	76,4
	ПВД (zip-lock)			3,3	66,3*	3,2	63,8*	5,0	99,9	4,4	87,8
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			3,8	76,1	3,3	66,0	4,5	89,5	3,4	67,3
	ПВД в вакуум.			3,9	77,8	2,8	56,4*	4,2	84,9	3,5	69,2
	БХ			3,4	68,9	1,5	29,1*	3,9	77,1	3,3	66,2
Лейцин+ изолейцин	БП	8,7	79,3*	7,6	68,9	6,6	60,0*	4,8	43,4*	3,5	32,0*
	ПВД (zip-lock)			7,8	71,0	6,5	58,9*	6,1	55,4*	5,5	49,9*
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			6,5	59,3*	6,2	56,6*	4,9	44,4*	4,0	36,5*
	ПВД в вакуум.			7,6	69,0*	7,0	63,6	4,9	44,2*	4,0	36,7*
	БХ			6,6	60,0*	5,3	48,0*	3,8	34,7*	3,0	26,9*

Продолжение таблицы 10

Наименование аминокислоты	Способ хранения/вид упаковки	Срок хранения, мес.									
		1		3		6		9		12	
		АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %
ячменная мука											
Треонин	БП	2,9	71,3*	1,8	45,1*	2,6	65,7	3,2	79,2	2,9	72,8
	ПВД (zip-lock)			2,6	64,9*	2,7	67,8	3,3	82,2	2,5	63,7
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			2,7	66,5*	2,8	70,7	3,2	81,0	3,2	79,2
	ПВД в вакуум.			2,4	59,0*	2,6	64,4	2,7	66,5	2,3	56,5*
	БХ			1,8	44,2*	2,7	68,7	2,7	67,2	2,5	61,8
Фенилаланин+ тирозин	БП	7,1	118,2	5,9	97,9	4,7	77,9	6,4	106,8	5,9	98,8
	ПВД (zip-lock)			6,6	109,8	5,6	93,6	7,3	121,3	9,0	150,2
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			6,9	115,1	6,6	110,4	7,4	123,4	6,9	114,2
	ПВД в вакуум.			6,9	114,7	6,5	108,2	6,9	114,6	7,0	117,1
	БХ			5,4	89,8	4,3	71,9	5,2	86,0	5,8	96,1
ИНАК	БП	1,14		1,12		1,12		1,15		1,14	
	ПВД (zip-lock)			1,13		1,13		1,14		1,14	
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			1,13		1,12		1,13		1,12	
	ПВД в вакуум.			1,13		1,12		1,12		1,13	
	БХ			1,12		1,11		1,13		1,13	

Примечание: * – первая, вторая и третья лимитирующие аминокислоты

Рассчитанный индекс незаменимых аминокислот (ИНАК, или индекс Осера) представляет собой среднее геометрическое значение скоров. Можно отметить его значение по срокам и способам хранения больше 1. При подробном анализе можно сделать вывод, что этот показатель приобретает такое значение за счет большего содержания ряда аминокислоты к его значению в эталонном белке.

Резюме. Полученные данные позволяют отметить в числе лимитирующих аминокислот, характерных для всех видов рассматриваемых видов и сортов муки, сроков и способов хранения - лейцин+изолейцин, триптофан. Также одной из лимитирующих аминокислот, характерной для всех видов муки, является лизин. Индекс незаменимых аминокислот (ИНАК) хотя и имеет значение больше 1, не характеризует белок муки как идеальный, приобретая такое значение за счет большего содержания ряда аминокислот к его содержанию в эталонном белке, что характерно для ячменной и овсяной муки.

Результаты анализа, приведенные в разделе 3.2.5, опубликованы в соавторстве в научной работе [93].

3.2.2 Динамика кислотного числа жира

Специалистами ФГБНУ «ВНИИЗ» установлено, что в процессе хранения объективным показателем изменения качества зернопродуктов является «кислотное число жира» (далее – КЧЖ), связанное с накоплением свободных жирных кислот. Он отражает изменение органолептических свойств, пищевой ценности, а также является средством определения его безопасного хранения [67,70,80]. В ряде межгосударственных стандартов установлены пороговые значения для различных видов муки по данному показателю (для продуктов детского питания, выработанных из рисовой, овсяной и гречневой круп; из твердой и мягкой пшеницы для макаронных изделий; ржаной и пшеничной хлебопекарной).

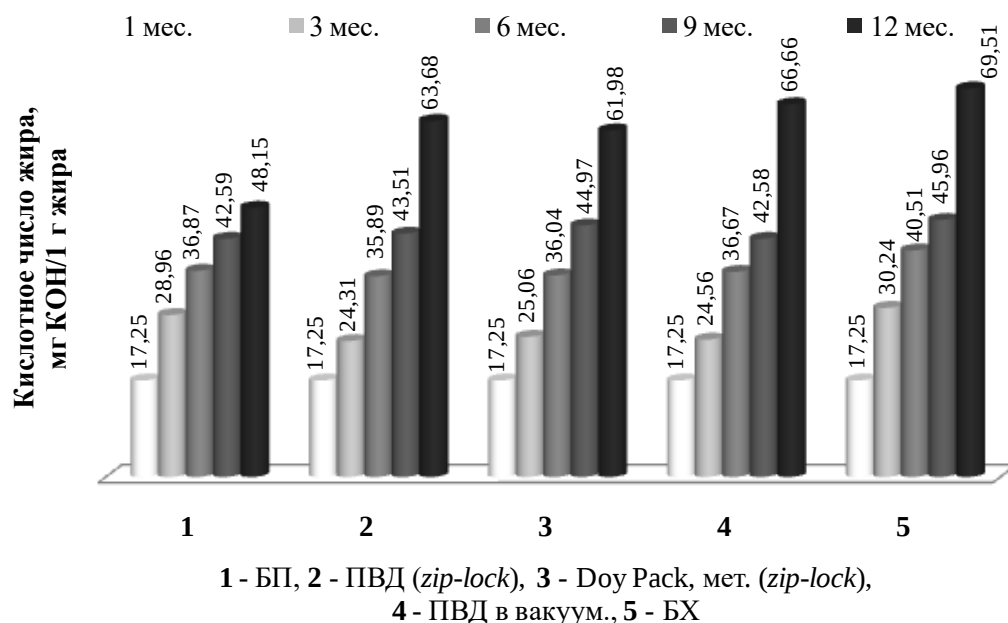


Рисунок 18 – Динамика КЧЖ в ячменной муке в процессе хранения

Для ячменной муки (рис. 18) отмечается линейное увеличение показателя КЧЖ в процессе хранения по всем способам и видам упаковки, гидролиз жиров в данном случае происходит не так интенсивно по сравнению с овсяной мукой вследствие меньшего содержания жира, что в конечном итоге приводит не к такому быстрому прогарканию муки. При бестарном способе хранения в целом показатель КЧЖ на каждом сроке был выше в сравнении с другими вариантами. Самой низкой интенсивностью нарастания КЧЖ характеризуется вариант хранения в БП.

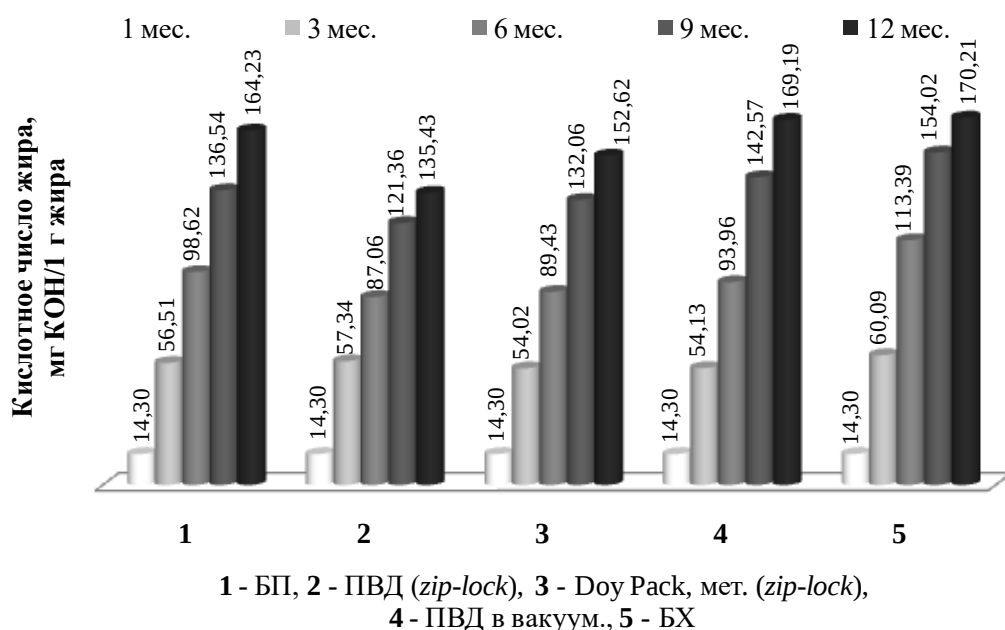


Рисунок 19 – Динамика КЧЖ в овсяной муке в процессе хранения

Рассматриваемый показатель овсяной муки (рис.19) перед закладкой опыта был на уровне требуемого в соответствии с ГОСТ 31645-2012 для продуктов детского питания (не более 15,0), подтверждая требуемый уровень проведения технологических операций на предприятии. При этом при достижении срока хранения 3 мес. данный показатель увеличился более чем в 3 раза по всем вариантам хранения, а наибольшее значение его на данном сроке хранения достигается при бестарном типе – более чем в 7,5 раза, что объясняется повышенным содержанием жира в ее составе, воздействием кислорода воздуха.

Дисперсионный анализ КЧЖ в ячменной и овсяной муке показывает:

1. Статистически значимое влияние вида муки на КЧЖ ($p < 0,001$). Ячменная мука имеет в среднем более низкое КЧЖ (рис. Б.21, табл. Б.54-Б.55 приложения Б).

2. Наличие статистически значимых различий ($p < 0,001$) по КЧЖ между сроками хранения: в процессе хранения показатель КЧЖ растет с увеличением срока (рис. Б.22, табл. Б.56-Б.57 приложения Б).

3. Обнаружен статистически значимый ($p < 0,001$) эффект взаимодействия факторов «Вид муки» и «Срок хранения» (рис. Б.23, табл. Б.58-Б.59 приложения Б): у овсяной муки КЧЖ в процессе хранения растет интенсивнее, чем у ячменной муки, так как показатель КЧЖ овсяной муки при сроке хранения 3 мес. статистически значимо не отличается от показателя КЧЖ ячменной муки в интервале 6-12 мес.

Способ хранения не оказал статистически значимого влияния на КЧЖ в процессе хранения ($p > 0,05$) (табл. Б.60 приложения Б).

Резюме. Совокупность результатов дисперсионного анализа экспериментальных данных по изменению показателя КЧЖ при различных сроках хранения муки разных видов позволила сделать вывод, как для овсяной, так и ячменной муки каждый интервал хранения является важным, сопровождающийся значимым изменением данного показателя (табл. 11). Результаты дисперсионного анализа изменения КЧЖ в процессе хранения ячменной и овсяной муки позволяют рассматривать его в целом как фактор, определяющий оптимальный срок хранения.

Таблица 11 – Статистически значимые различия ($p < 0,05$) между сроками хранения по КЧЖ ячменной и овсяной муки

Срок хранения, мес.	1 мес.	3 мес.	6 мес.	9 мес.	12 мес.
1 мес.					
3 мес.	0,000000				
6 мес.	0,000000	0,000000			
9 мес.	0,000000	0,000000	0,000001		
12 мес.	0,000000	0,000000	0,000000	0,000043	

Анализируя совокупность результатов дисперсионного анализа между способами хранения и вариантами упаковки, следует отметить, что для всех сортов и видов муки способ хранения и вид упаковки не оказывал влияния на КЧЖ.

Результаты анализа, приведенные в разделе 3.2.6, опубликованы в соавторстве в научной работе [111].

3.2.3 Безопасность и микробиологические показатели

Если безопасность сырья – это основополагающий фактор, определяющий дальнейшее его использование, то одной из ключевых ролей в порче и снижении качества зерна являются микроорганизмы, которые могут не только разрушать его питательные вещества, но и являться причиной приобретения им токсических свойств [78]. А микрофлора зерна определяет и микрофлору муки как исходное сырье определяет свойства готового продукта, в связи с чем, исследование гигиенической безопасности и микробиологических показателей в процессе хранения в данном конкретном исследовании имеет основополагающее значение.

Содержание токсичных элементов, микотоксинов, пестицидов и радионуклеидов в муке не должно превышать допустимые уровни, установленные требованиями Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции и соответствовало значениям, указанным в таблице 12.

Таблица 12 – Гигиенические показатели безопасности и допустимые уровни радионуклидов муки

Наименование показателя	Ячменная мука	Овсяная мука
токсичные элементы (мг/кг, не более):		
– свинец	0,5	
– мышьяк	0,2	
– кадмий	0,1	
– ртуть	0,03	
микотоксины (мг/кг, не более):		
– афлатоксин В1	0,005	
– дезоксиниваленол	1	—*
– Т-2 токсин	0,1	
– зеараленон	0,2	—*
– охратоксин А	0,005	
пестициды (мг/кг, не более):		
– ГХЦГ (α, β, γ- изомеры)	0,5	
– ДДТ и его метаболиты	0,02	
– 2,4-D кислота, ее соли и эфиры	не допускаются	
– гексахлорбензол	—*	
– ртутьорганические пестициды	не допускаются	
зараженность и загрязненность:		
– зараженность вредителями хлебных запасов (насекомые, клещи)	не допускается	
– загрязненность вредителями хлебных запасов (насекомые, клещи), суммарная плотность	не допускается	
– зараженность возбудителями «картофельной болезни» хлеба	—*	
допустимые уровни радионуклидов:		
– удельная активность цезия-137, Бк/кг(л)	60	
– удельная активность стронция-90, Бк/кг (л)	—	

Примечание: * – не установлены требованиями ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции

Анализируя микробиологические показатели исследуемых образцов муки, следует отметить, что период безопасного хранения для ячменной муки составляет до 12 мес., для овсяной муки при хранении бестарным способом и в БП (крафтовом пакете из бумаги высокой плотности) – 1 мес., в других видах упаковки – до 3 мес. (табл. 13).

Таблица 13 – Микробиологические показатели муки

Способ хранения/вид упаковки	Регламентируемая норма по ТР ТС 021/2011 (БГКП* (колиформы) патогенные, в т.ч. Salmonella плесени, КОЕ/г дрожжи, КОЕ/г)	Значения показателей				
		Срок хранения, мес.				
		1	3	6	9	12
ячменная мука						
БП	0,1 25 200 100	- - <10 - <10	- - 50 25	- - 80 40	- - 50 67	- - 60 43
ПВД (zip-lock)			- - 40 24	- - 60 40	- - 70 50	- - 30 43
Doу Pack, мет. (zip-lock)			- - 40 20	- - 70 40	- - 50 47	- - 30 34
ПВД в вакуум.			- - 20 15	- - 50 30	- - 30 26	- - 15 36
БХ			- - 70 27	- - 150 60	- - 100 73	- - 50 62
овсяная мука						
БП	0,1 25 200 100	- - <10 - <15	- - 210 76	- - 280 80	- - 300 110	- - 250 165
ПВД (zip-lock)			- - 180 60	- - 200 130	- - 220 100	- - 180 150
Doу Pack, мет. (zip-lock)			- - 170 55	- - 210 120	- - 240 95	- - 200 145
ПВД в вакуум.			- - 160 57	- - 250 110	- - 230 75	- - 180 120
БХ			- - 260 110	- - 320 140	- - 400 182	- - 350 200

Примечание: * – бактерии группы кишечных палочек, не допускаются в массе продукта, г (см³)

Обсемененность ячменной и овсяной муки (рис. 20-21) была не выше допустимого уровня, установленного Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» при хранении тарным способом, тогда как хранение бестарным способом многократно превышала допустимые уровни. Превышение КМАФАнМ, КОЕ/г при хранении бестарным способом наблюдалось при сроке хранения 3 мес. для овсяной муки ($>1 \times 10^4$). Вид изменения КМАФАнМ, КОЕ/г также представляет собой по большей части нарастающее его увеличение с последующим снижением, за исключением варианта бестарного способа хранения овсяной муки.

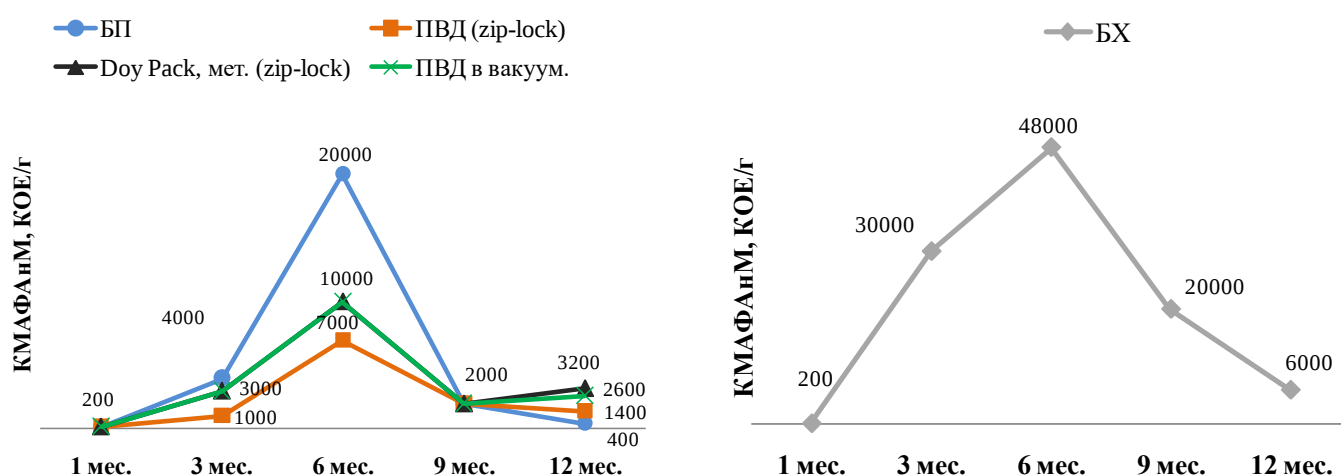


Рисунок 20 – Динамика КМАФАнМ, КОЕ/г в ячменной муке в процессе хранения

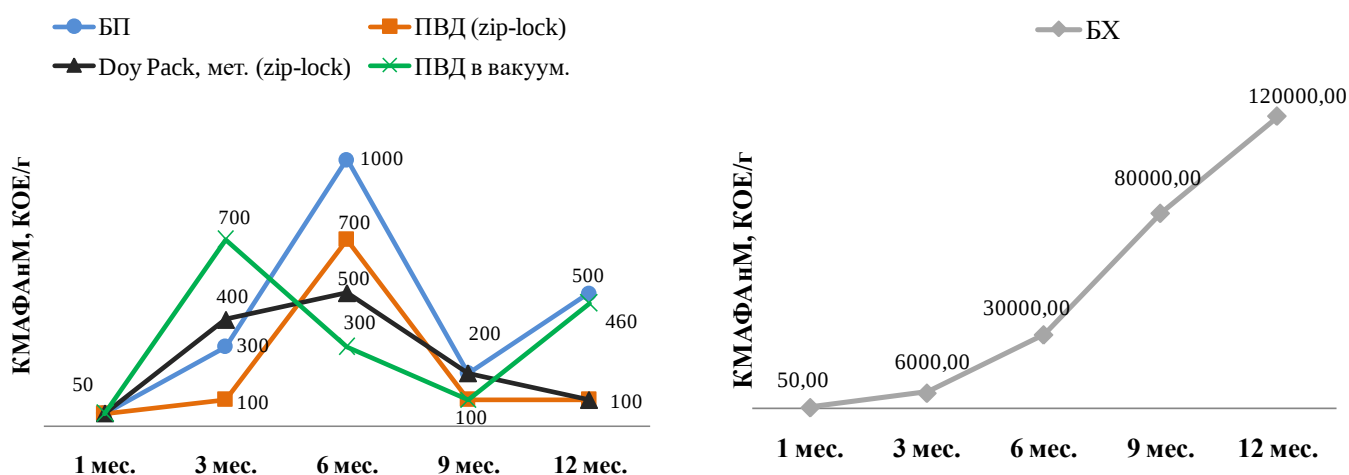


Рисунок 21 – Динамика КМАФАнМ, КОЕ/г в овсяной муке в процессе хранения

Дисперсионный анализ КМАФАнМ, КОЕ/г в ячменной и овсяной муке

показывает, что срок хранения и вид муки не оказал статистически значимого влияния на КМАФАнМ, КОЕ/г ($p > 0,05$) (табл. Б.61-Б.63 приложения Б).

Выявлено наличие статистически значимы различий между хранением бестарным способом и всеми другими вариантами (рис. Б.24, табл. Б.64-Б.65 приложения Б): в образцах, хранимых бестарным способом КМАФАнМ, КОЕ/г было выше по сравнению с затаренными образцами в указанных видах упаковки.

Резюме. Совокупность результатов дисперсионного анализа экспериментальных данных по КМАФАнМ, КОЕ/г косвенное указывает на то, что в рассматриваемых видах пищевого сырья присутствуют метаболически активные микроорганизмы, а, следовательно, и могут протекать процессы с участием микробного сообщества и с участием ферментов.

Таблица 14 – Статистически значимые различия ($p < 0,05$) между способами хранения и видами упаковки по КМАФАнМ, КОЕ/г ячменной и овсяной муки

Способ хранения/ вид упаковки	БХ	БП	ПВД (zip-lock)	Doу Pack, мет. (zip-lock)	ПВД в вакуум.
БХ					
БП	0,025206				
ПВД (zip-lock)	0,016923	-			
Doу Pack, мет. (zip-lock)	0,020171	-	-		
ПВД в вакуум.	0,020050	-	-	-	

В отношении ячменной и овсяной муки выявлено, что бестарный способ хранения имеет статистически значимые отличия по КМАФАнМ, КОЕ/г с каждым видом упаковки (табл. 14), что позволяет рассматривать способ хранения и вид упаковки как фактор, определяющий КМАФАнМ, КОЕ/г.

Результаты анализа, приведенные в разделе 3.2.7, опубликованы в соавторстве в научной работе [111].

3.2.4 Органолептические показатели

Оценка органолептических показателей (цвет, запах и вкус) проводилась для овсяной муки на соответствие требованиям ГОСТ 31645-2012, ячменной муки – соответствующим техническим условиям на конкретный вид продукции. Результаты в динамике хранения муки представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Органолептические показатели муки

Показатель	Срок хранения, мес.				
	1	3	6	9	12
ячменная мука					
Цвет	белый с сероватым оттенком (1,2,3,4,5)				
Запах	без запах плесени, затхлости или иного постороннего запаха (1,2,3,4,5)				
Вкус	пресный, без привкуса кислоты или горечи, при разжевывании – сладковатый (1,2,3,4,5)				
овсяная мука					
Цвет	белый с кремовым оттенком (1,2,3,4,5)			желтоватый оттенок (1,2,3,4,5)	
Запах	свойственный овсяной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневелый (1,2,3,4,5)				
Вкус	свойственный овсяной муке, не кислый, не горький, без посторонних привкусов (1,2,3,4,5)		горьковатый привкус (1,2,3,4,5)	выраженная горечь (1,2,3,4,5)	

Примечание: 1 – БП; 2 – ПВД (zip-lock); 3 – Doу Pack, мет. (zip-lock); 4 – ПВД в вакуум.; 5 – БХ.

Резюме. Анализ полученных данных позволяет отметить, что с повышением показателя КЧЖ определяется слабоощутимая, а после выраженная горечь, обусловленная процессом пргоркания жиров, происходящих под действием ферментов. В целом можно отметить, что пленочные материалы, обладающие более выраженными барьерными свойствами, не повышали сохранность органолептических показателей.

3.2.5 Функционально-технологическая характеристика

Способность различных видов сырьевых компонентов по-разному связывать и удерживать воду и масло определяют функционально-технологические характеристики, позволяющие в дальнейшем прогнозировать их соотношение в рецептурах для обеспечения необходимых водоудерживающих и реологических свойств пищевых систем. В процессе хранения белково-протеиназный и углеводно-амилазный комплексы подвергаются изменениям, что может найти отражение в динамике таких показателей как водопоглотительная способность (далее – ВПС), водоудерживающая способность (далее – ВУС) и жирудерживающая способность (далее – ЖУС). Результаты определения ВПС, ВУС и ЖУС представлены на рисунках 22-24.

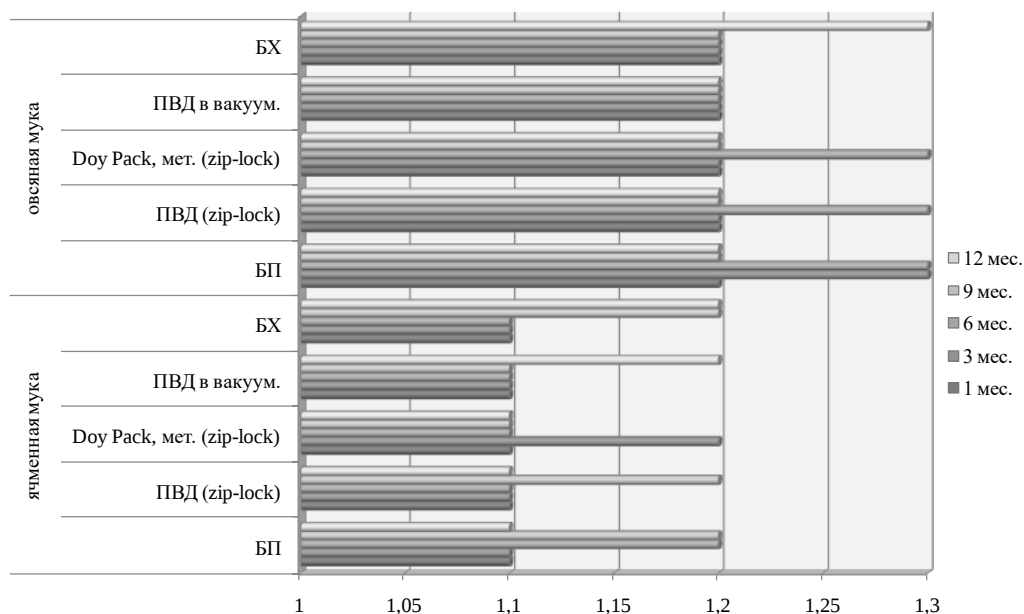


Рисунок 22 – Водопоглотительная способность (г/г) ячменной и овсяной муки

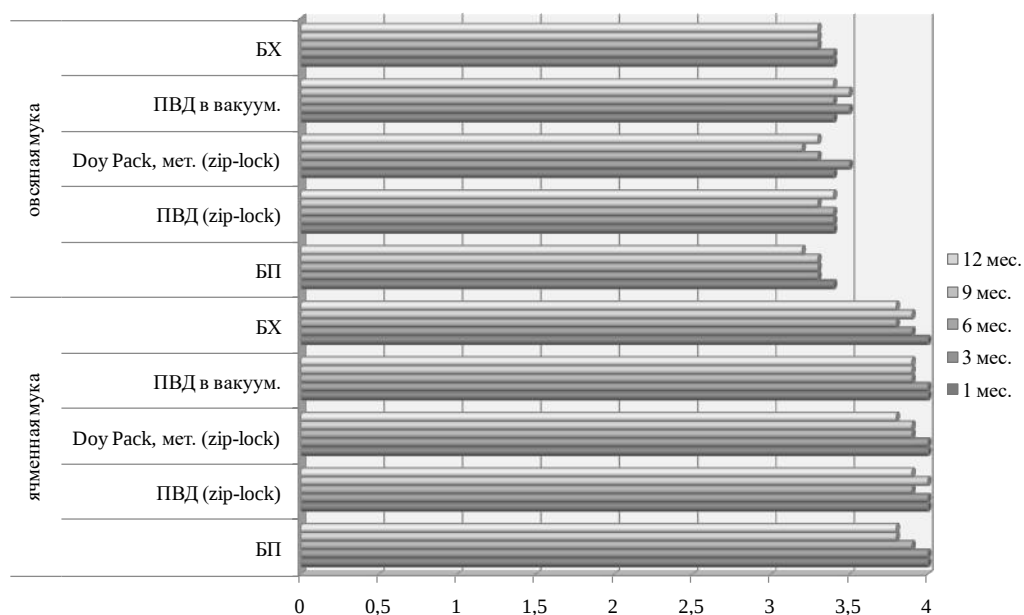


Рисунок 23 – Водоудерживающая способность (г/г) ячменной и овсяной муки

Установлено, что в сравнении с овсяной мукой ячменная отличается незначительно меньшей водопоглотительной способностью, вследствие меньшего значения белка и крахмала в ее составе. Содержание-большого количества клетчатки в ее составе способствует большему значению водоудерживающей способности.

Дисперсионный анализ ВПС ячменной и овсяной муки показывает статистически значимое влияние только вида муки на ВПС ($p < 0,0001$) (табл. Б.80-Б.83 приложения Б). Ячменная мука в среднем характеризуется более низкой ВПС

(рис. Б.30, табл. Б.79 приложения Б). Способ и срок хранения не оказал статистически значимого влияния на ВПС в процессе хранения ($p>0,05$).

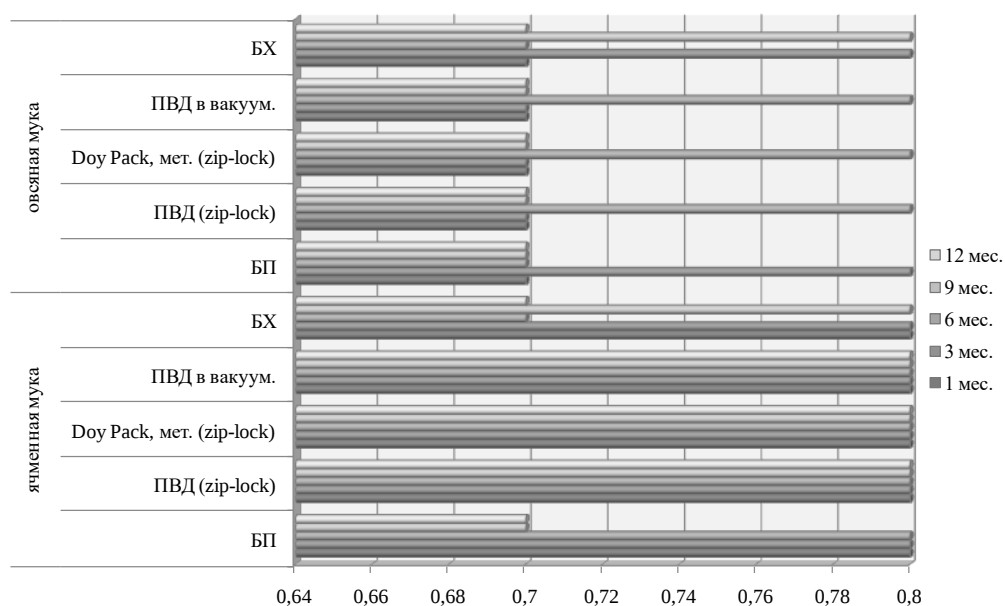


Рисунок 24 – Жиродерживающая способность (г/г) ячменной и овсяной муки

Дисперсионный анализ ВУС ячменной и овсяной муки также указывает на статистически значимое влияние вида муки ($p<0,0001$) (табл. Б.85 приложения Б). Ячменная мука в среднем характеризуется более высокой ВУС (рис. Б.31, табл. Б.84, Б. 86 приложения Б). Анализ выявил влияние срока хранения: при сроке хранения 1 мес. ВУС выше, чем, при сроках 6-12 мес. (рис. Б.32, табл. 87-89). Между остальными сроками отличия не выявлены. Способ хранения не оказал статистически значимого влияния на ВУС в процессе хранения ($p>0,05$) (табл. Б.85, Б.90 приложения Б).

Дисперсионный анализ ЖУС ячменной и овсяной муки показал влияние только вида муки на данный показатель ($p<0,0001$) (табл. 92-94 приложения Б). Ячменная мука в среднем характеризуется более высокой ЖУС (рис. Б.33, табл. Б.91 приложения Б). Способ хранения не оказал статистически значимого влияния на ЖУС в процессе хранения ($p>0,05$) (табл. Б.95 приложения Б).

Резюме. Совокупность результатов дисперсионного анализа экспериментальных данных по изменению ВПС, ВУС и ЖУС при различных сроках хранения ячменной и овсяной муки позволяют сделать вывод, то данные показатели не могут быть рассмотрены как фактор, позволяющий определить оптимальный срок хранения.

3.3 Качество текстурированных продуктов из ячменя и овса при хранении различными способами

3.3.1 Характеристика химического состава в процессе хранения

3.3.1.1 Динамика содержания белка

Одним из показателей, подтверждающим целесообразность использования текстурированных зернопродуктов, наряду с сокращением длительности производственного цикла, увеличением длительности хранения и поддержанием микробиологической стабильности, является повышение пищевой ценности.

Содержание белка текстурированного продукта из ячменя находится не ниже справочных данных для крупы аналогичного вида зерновой культуры, указанных в нормативно-правовых документах федерального уровня (ГОСТ 5784-2022 Крупа ячменная. Технические условия – 10 г в 100 г ячневой крупы). Для овсяной муки для детского питания в соответствии с ГОСТ 31645-2012 Мука для продуктов детского питания. Технические условия приведено справочное значение по рассматриваемому показателю – 13 %, что на 12 % выше уровня значения первого определения экспериментального образца.

Для текстурированного продукта из ячменя характерно более низкое содержание белка при 1 мес. хранения на 14,7 %, это же наблюдается и у текстурированного продукт из овса – ниже на 20,9 %. Причины данного явления могут быть объяснены технологией их получения, а именно тем, что в процессе экструзионной обработки благодаря кратковременному высокотемпературном воздействию происходит разрушение связей в молекулах белка, денатурация белка, приводящая к увеличению количества пептидов и свободных аминокислот [104].

Из представленных данных видно, что текстурированный продукт из ячменя (рис. 25) имеет более низкое содержание белка по сравнению с текстурированным продуктом из овса (рис. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**). Следует отметить, что в зерне ячменя и овса, и в текстурированных зернопродуктах из них показатель содержания белка более низкий по сравнению с пшеницей. Все

указанные различия относятся к видовой особенности сырья рассматриваемых культур.

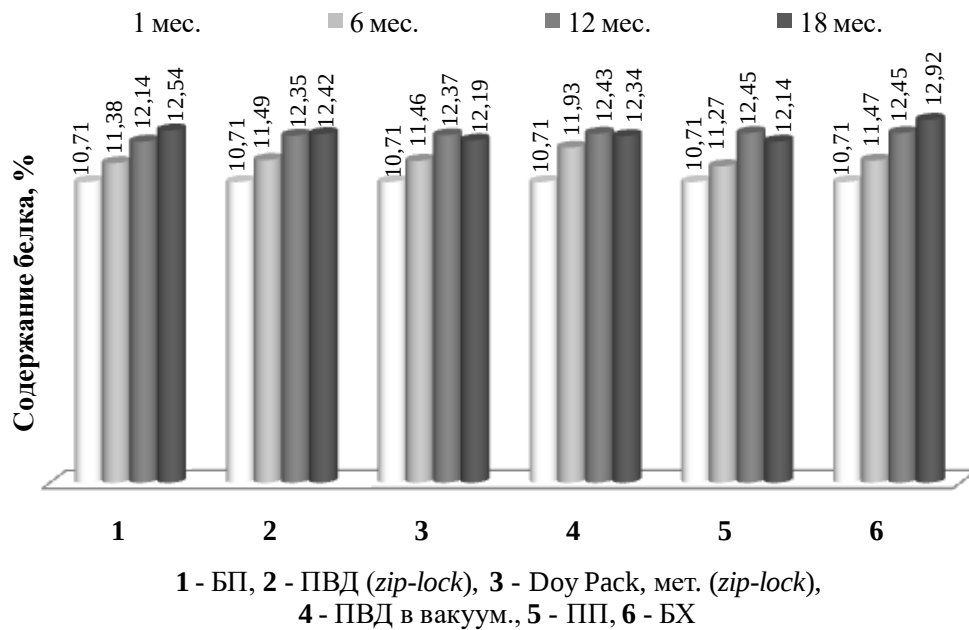


Рисунок 25 – Динамика содержания белка (%) текстурированного продукта из ячменя в процессе хранения

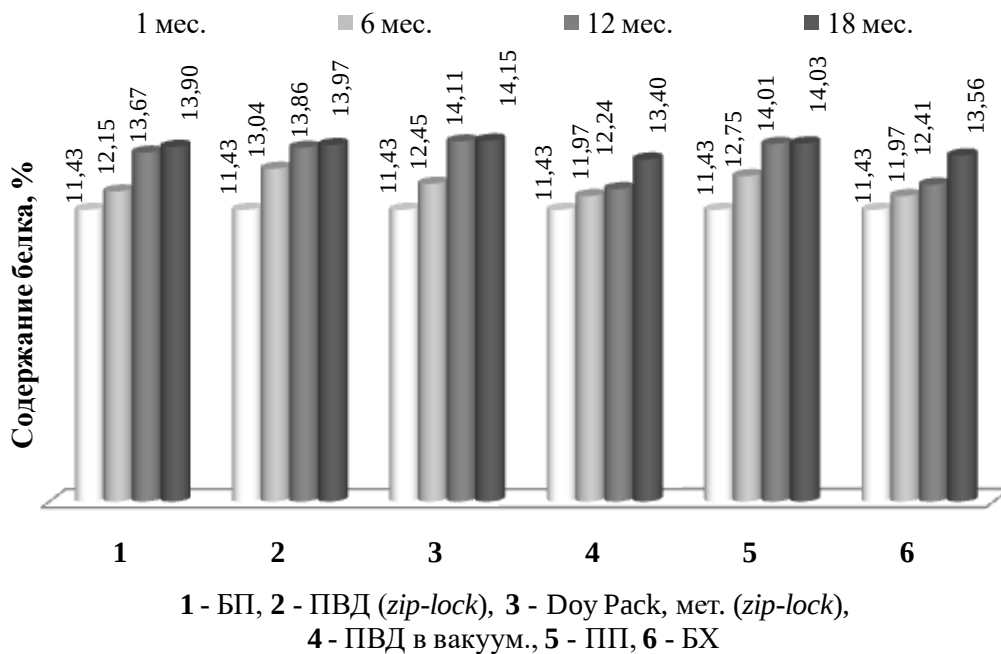


Рисунок а – Динамика содержания белка (%) текстурированного продукта из овса в процессе хранения

Общностью в изменении содержания белка в процессе хранения практически по всем вариантам упаковки и способам хранения для всех видов текстурированных

зернопродуктов является его повышение относительно первой точки определения и рост в целом, тогда как для мучного сырья наблюдалась противоположная тенденция. Изменения содержания колеблются при сравнении с первым определением для текстурированного продукта из ячменя – от 5,2 % до 20,6 %, для текстурированного продукта из овса – от 4,7 % до 23,7 %.

В связи с тем, что основная направленность физических и биохимических процессов в исследуемых образцах та же, что и в соответствующем сырье, можно сделать вывод, что химический состав текстурированных зернопродуктов, включая и белок, в процессе хранения находятся в непрерывной взаимосвязи и взаимодействии, что могло повлечь за собой их изменения в содержании. Так как исследуемые образцы являются продуктами, полученными из зернового сырья, для них возможны естественные процессы, обусловленные и регулируемые ферментами, входящими в состав зерна. Незначительное увеличение содержание белка в исследуемых образцах в процессе хранения, могло быть связано с уменьшением доли углеводов, расходуемых на дыхание, либо с процессами, обусловленными другими факторами, например, деятельностью микроорганизмов.

По результатам *дисперсионного анализа содержания белка в текстурированных зернопродуктах* можно сделать ряд выводов.

1. Вид текстурированного зернопродукта статистически значимо влияет на содержание белка ($p < 0,001$). Максимальным содержанием белка характеризуется текстурированный продукт из овса, минимальным – ячменный (рис. Б.11, табл. Б.24-Б.26 приложения Б), подтверждается видовая специфичность пищевого сырья.

2. Срок хранения также статистически значимо влияет на содержание белка ($p < 0,001$): доказано повышение содержания белка в интервале 1-12 мес. (рис. Б.12, табл. Б.27-Б.30 приложения Б). Также между сроками хранения 18 мес. и 1 мес., 18 мес. и 6 мес. присутствуют статистически значимые различия ($p < 0,05$) по содержанию белка, что свидетельствует о более высоком содержании белка при сроке хранения 18 мес. по сравнению с первым и вторым определением (1 и 6 мес.).

3. Способ хранения и вид упаковки не оказал статистически значимого влияния на содержание белка в текстурированных зернопродуктах ($p > 0,05$).

3.3.1.2 Динамика содержания крахмала и сахара

Уровень содержания углеводов текстурированных зернопродуктов при 1 мес. хранения находится ниже уровня справочных данных, приведенных в ГОСТ 31645-2012 для овсяной муки для детского питания (крахмал – 63,5 %), ГОСТ 5784-2022 для ячневой крупы (углеводы – 72 г в 100 г). Объяснением данного факта является технологическая особенность процесса экструзии, в процессе которого нативный крахмал подвергается гидролизу, в результате чего повышается его растворимость, и он частично связывается с липидами и белком [40]. Подтверждением этому служит то обстоятельство, что экспериментальный образец текстурированного зернопродукта характеризуется при 1 мес. хранения содержанием крахмала ниже, чем мука соответствующей зерновой культуры. При этом, следует отметить, что текстурированный продукт из овса (рис. 26) обладает более высоким его содержанием в отношении первого определения (1 мес.) в среднем на 19 %.

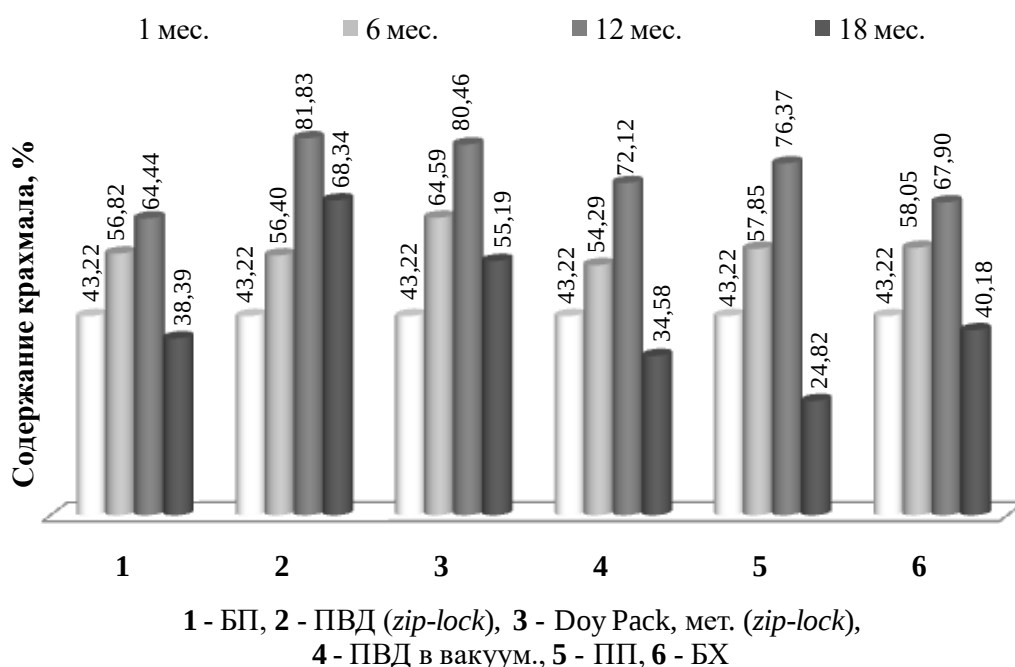


Рисунок 26 – Динамика содержания крахмала (%) текстурированного продукта из ячменя в процессе хранения

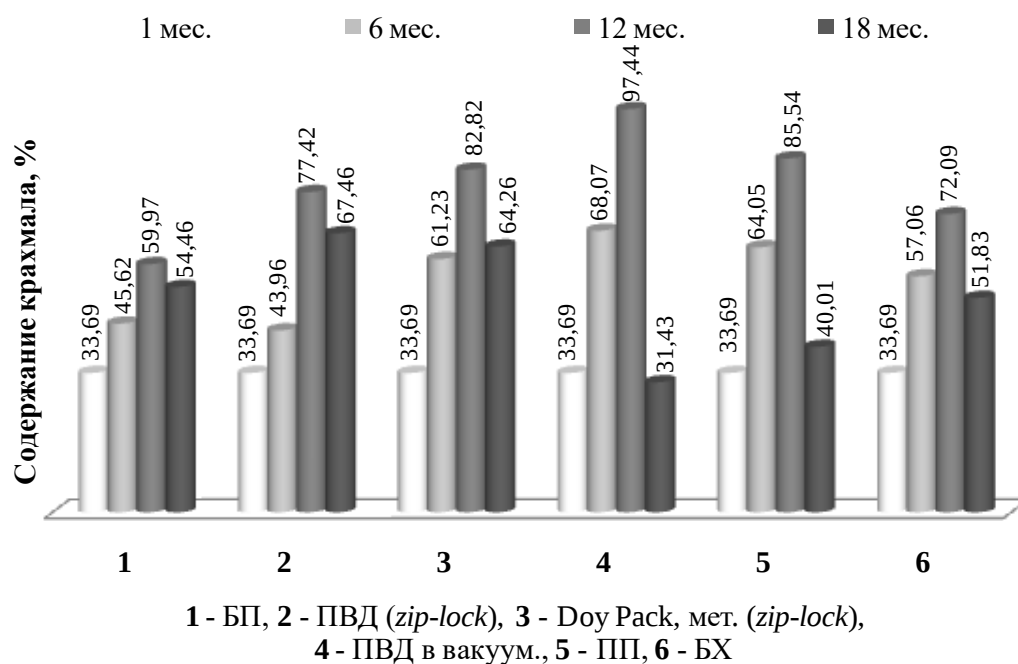


Рисунок 27 – Динамика содержания крахмала (%) текстурированного продукта из овса в процессе хранения

Общностью в изменении содержания как крахмала (рис. 26-27), так и сахара (рис. 28-29) в процессе хранения по всем способам и вариантам упаковки для всех видов текстурированных зернопродуктов было их увеличение в интервале 1-12 мес. и дальнейшее изменение в сторону уменьшения при сроке хранения 18 мес. относительно срока хранения 12 мес.

Максимальная разница содержания крахмала в исследуемых образцах по сравнению с контролем при 12-ти месячном сроке хранения зафиксирована для текстурированного продукта из ячменя – при хранении в ПВД в вакуум. (больше контроля на 63,75) (рис. 27), для текстурированного продукта из овса – при хранении в ПВД (zip-lock) (больше контроля на 38,6) (рис. 26), а при 18-ти месячном сроке хранения для всех рассматриваемых вариантов текстурированных зернопродуктов при хранении в ПВД (zip-lock).

Максимальная разница содержания сахара в исследуемых образцах по сравнению с контролем для образцов текстурированных зернопродуктов, при 12-ти месячном сроке хранения зафиксирована для варианта хранения в ПВД в вакуум. (больше контроля на 7,95 и 5,77 соответственно) (рис. 28,29), при 18-ти месячном сроке хранения для этих же образцов при хранении в Doy Pack, мет. (zip-lock) (1,44 и

1,05 соответственно), при этом, значения содержания сахара меньше контроля при данном рассматриваемом сроке хранения.

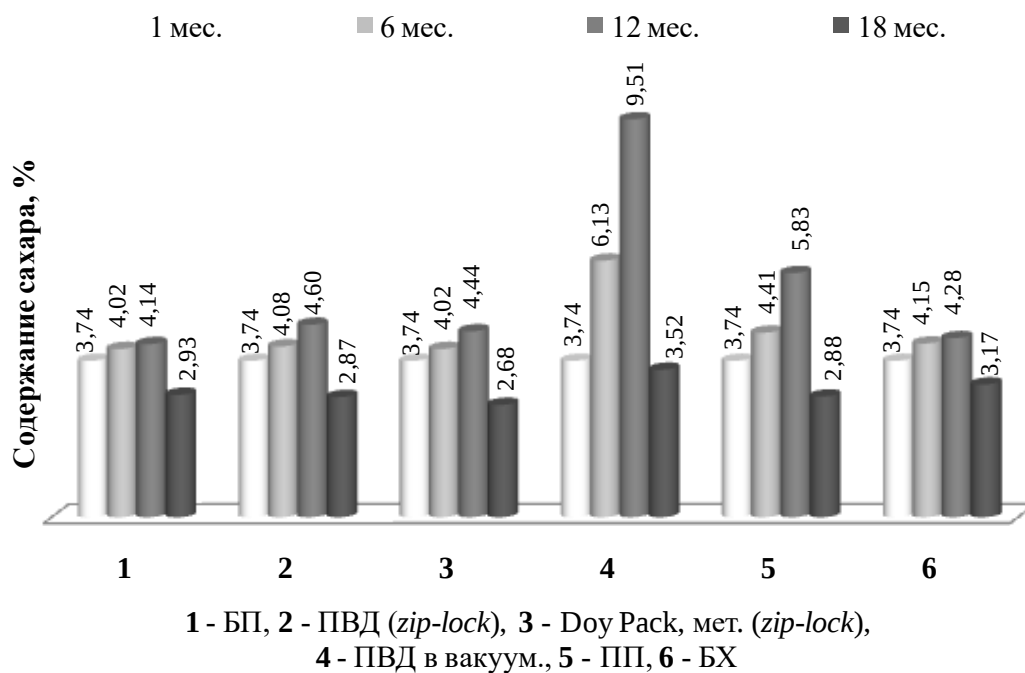


Рисунок 28 – Динамика содержания сахара (%) текстурированного продукта из овса в процессе хранения

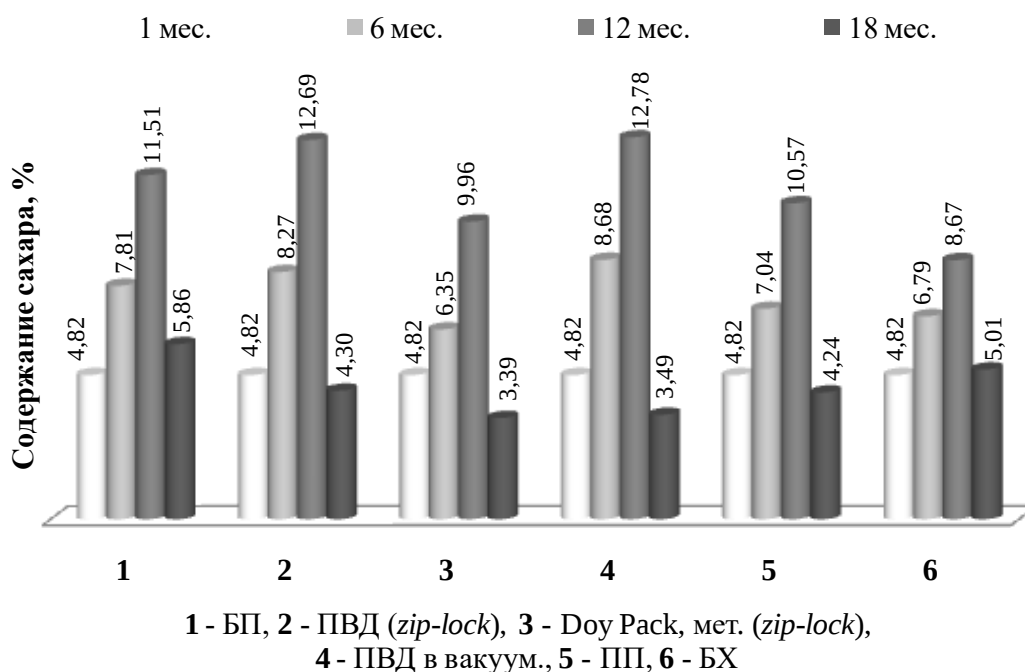


Рисунок 29 – Динамика содержания сахара (%) текстурированного продукта из ячменя в процессе хранения

Разнонаправленные тенденции изменения содержания крахмала как между различными видами муки, так и текстурированными зернопродуктами, учитывая общность химического состава, одинаковое сырье для их производства, нахождение экспериментальных образцов в одних и тех же условиях без перемещения, позволяют сделать предположение о возможном влиянии на процессы, протекающие в сырье, внешних факторов, не относящихся к элементам химического состава, например, микробиологических показателей.

По результатам *дисперсионного анализа содержания крахмала в текстурированных зернопродуктах* можно сделать ряд выводов.

1. Вид текстурированного зернопродукта статистически значимо ($p < 0,05$) не влияет на содержание крахмала (табл. Б. 31-Б.32 приложения Б).

2. Срок хранения статистически значимо влияет на содержание крахмала ($p < 0,001$): доказано повышение содержания крахмала в интервале 1-12 мес. (рис. Б.13, табл. Б.32-Б.34 приложения Б). Также между сроками хранения 18 мес. и 12 мес. присутствуют статистически значимые различия ($p < 0,001$) по содержанию крахмала, что свидетельствует о более низком содержании крахмала по сравнению с 12 мес. хранения.

3. Отсутствуют статистически значимые различия ($p < 0,05$) между способами хранения и вариантами хранения.

В результате *дисперсионного анализа* установлено, что *на содержание сахара* статистически значимо ($p < 0,001$) влияет вид текстурированного зернопродукта. Текстурированный продукт из овса характеризуется меньшим содержанием сахара, чем ячменный (рис. Б.14, табл. Б.35-Б.37 приложения Б).

Установлено, что содержание сахара при разных сроках статистически значимо ($p < 0,001$) различается: доказано увеличение содержания сахара на протяжении 1-12 мес. хранения (рис. Б.15, табл. Б.38-Б.40 приложения Б). Также между сроком хранения 18 мес. и 6-12 мес. присутствуют статистически значимые различия ($p < 0,05$) по содержанию сахара, что свидетельствует о более низком его содержании при сроке хранения 18 мес. по сравнению с интервалом 6-12 мес.

Способ хранения и вид упаковки не оказал статистически значимого влияния на содержание сахара в текстурированных зернопродуктах ($p>0,05$). Обнаружен статистически значимый ($p<0,001$) эффект взаимодействия факторов «Вид текстурированного зернопродукта» и «Срок хранения». В интервале хранения 6-12 мес. у текстурированного продукта из овса интенсивность изменения содержания сахара ниже, чем у текстурированного продукта из ячменя (рис. Б.16, табл. Б.38, Б.41 приложения Б).

3.3.1.3 Динамика содержания жира

Изменение в образцах текстурированного продукта из ячменя в целом носит характер уменьшения, за исключением хранения бестарным способом (БХ) (рис. 30), содержание жира в котором при сроке хранения 6 мес. ниже 1 мес. хранения, а на интервале 12-18 мес. увеличивается. Технологические процессы при производстве муки и получении текстурированных зернопродуктов имеют отличия, одним из которых является экструзия, т.е. воздействие кратковременных высоких температур, в результате чего происходит инактивация липолитических ферментов [6], обуславливающих гидролитические процессы в сырье.

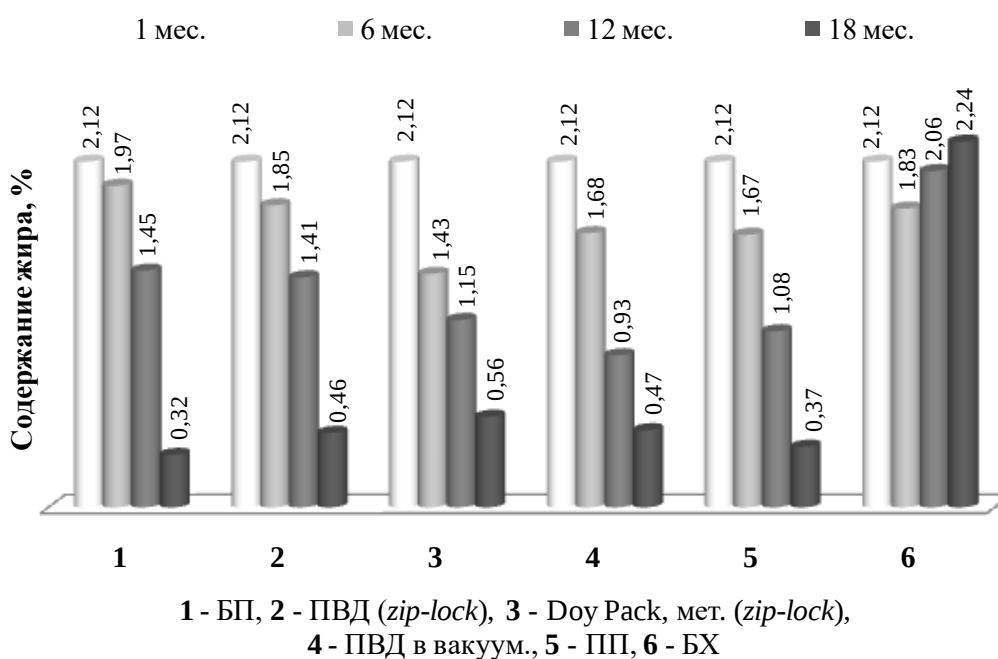


Рисунок 30 – Динамика содержания жира (%) текстурированного продукта из ячменя в процессе хранения

Однонаправленную тенденцию увеличения содержания жира при рассмотрении данных, касающихся текстурированного продукта из овса можно отметить в целом для БХ (бестарного способа хранения), варианта хранения в Doy Pack, мет. (zip-lock) и ПВД в вакуум. (рис. 31).

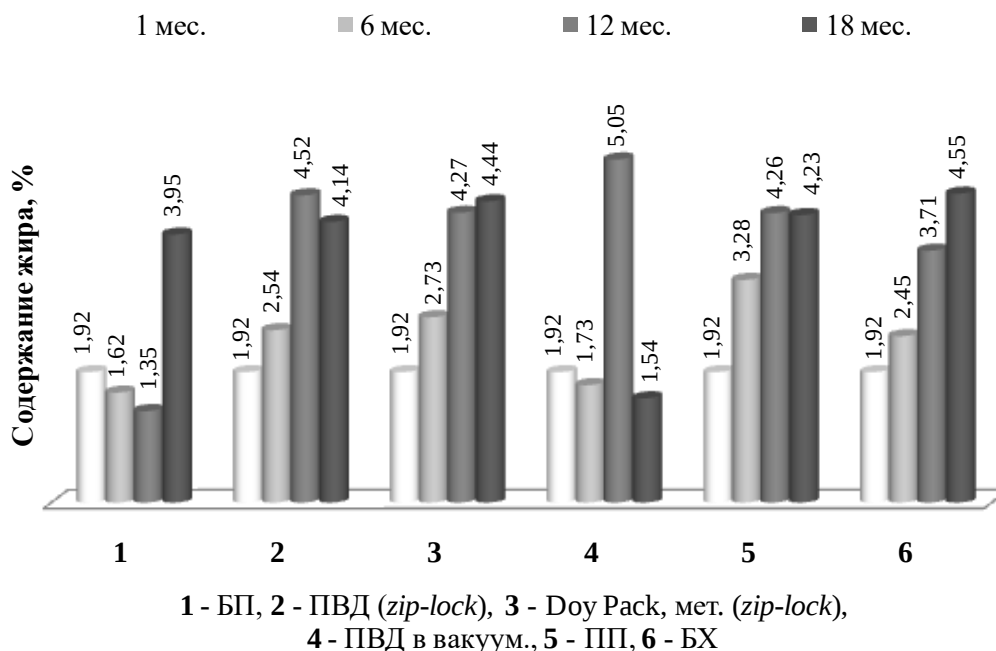


Рисунок 31 – Динамика содержания жира (%) текстурированного продукта из овса в процессе хранения

Для овсяной муки характерно большее содержание жира в ее составе по сравнению с другими видами муки, тогда как для текстурированного продукта из овса по сравнению с другим это не является таковым. Это может быть также связано с технологическими особенностями его получения, а именно тем, что вследствие получаемой в процессе экструзии пористости продукта окисление липидов могло произойти быстрее, чем в мучном сырье.

В результате *дисперсионного анализа* установлено, что *на содержание жира* статистически значимо ($p < 0,001$) влияет вид текстурированного зернопродукта. Текстурированный продукт из овса характеризуется максимальным содержанием жира в среднем по сравнению с ячменным (рис. Б.17, табл. Б.42-Б.44 приложения Б).

Срок хранения, способ хранения и вид упаковки не оказал статистически значимого влияния на содержание жира в текстурированных зернопродуктах ($p > 0,05$) (табл. Б.45 приложения Б).

3.3.14 Динамика содержания золы

В текстурированных зернопродуктах изменение содержания золы не носит четко выраженного направления, представляю собой больше волнообразные кривые. Общим обобщающим обстоятельством можно выделить увеличение зольности в интервале от 1 мес. до 12 мес. хранения в БП (крафтовом пакете из бумаги высокой плотности) для всех вариантов текстурированных зернопродуктов (рис. 32-33). Зольность как компонент химического состава мучного сырья не нормирован, тем более для текстурированных зернопродуктов, даже на уровне справочных значений в силу своего низкого значения и отсутствия его химической активности, способной повлиять на годность сырья.

Зольность текстурированного продукта из овса находилась выше, чем зольность ячменного, то же обстоятельство характерно и для муки соответствующих видов. Указанные различия обусловлены различным содержанием минеральных веществ в периферийных частях зерна в зависимости от вида зерновой культуры, а в отношении муки – технологическими особенностями производства сортовой муки.

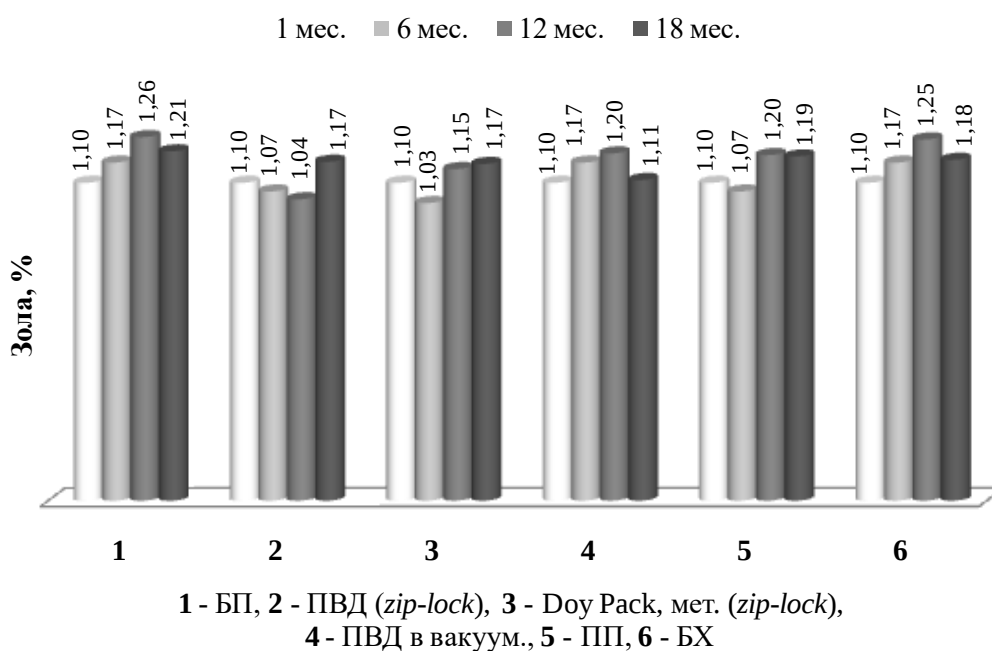


Рисунок 32 – Динамика содержания золы (%) текстурированного продукта из ячменя в процессе хранения

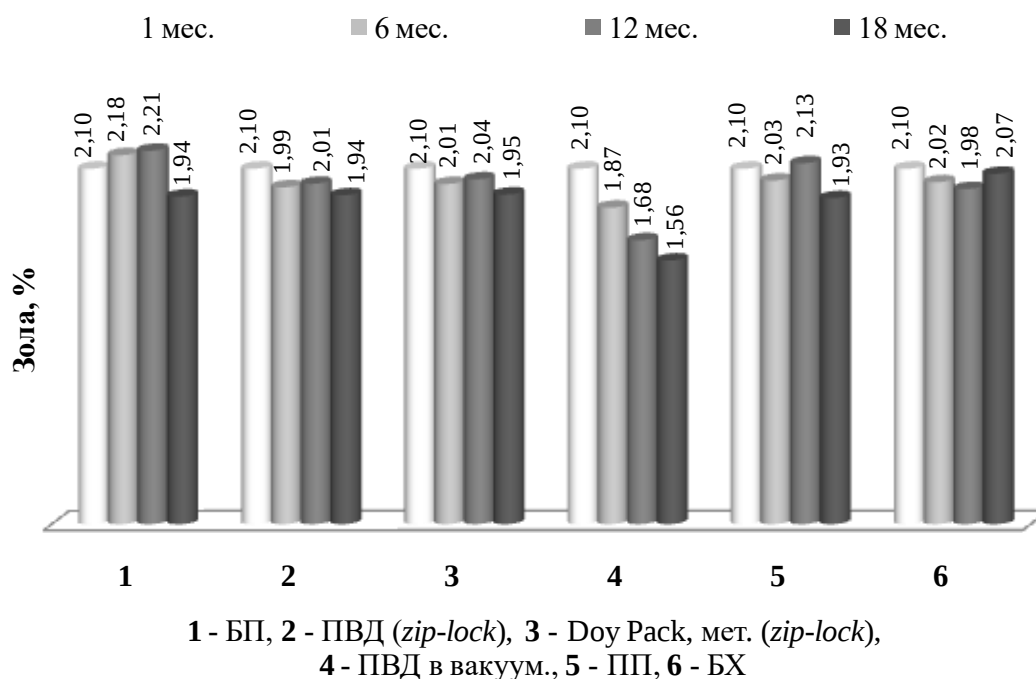


Рисунок 33 – Динамика содержания золы (%) текстурированного продукта из овса в процессе хранения

В результате **дисперсионного анализа** установлено, что **на зольность** статистически значимо ($p < 0,001$) влияет вид текстурированного зернопродукта. Текстурированный продукт из ячменя характеризуется минимальным содержанием золы в среднем (рис. Б.18, табл. Б.46-Б.48 приложения Б). Срок хранения не оказал статистически значимого влияния на содержание золы в текстурированных зернопродуктах при хранении ($p > 0,05$) (табл. Б.48 приложения Б).

Выявлено наличие статистически значимого различия между вариантом хранения в БП (крафтовом пакете из бумаги высокой плотности) и вариантами хранения в ПВД в вакуум. (рис. Б.19, табл. Б.48-Б.50 приложения Б): в образцах, хранимых в БП содержание золы в среднем выше по сравнению с затаренными образцами в указанном виде упаковки.

Обнаружен статистически значимый ($p < 0,05$) эффект взаимодействия факторов «Вид текстурированного зернопродукта» и «Срок хранения, мес.» (табл. Б.51 приложения Б). Вследствие сильного влияния фактора «Вид текстурированного зернопродукта» направление изменений зольности в среднем отличаются (рис. Б.20, табл. Б.52-Б.53 приложения Б).

Резюме. Совокупность результатов дисперсионного анализа экспериментальных данных по изменению элементов химического состава при различных сроках хранения текстурированных зернопродуктов (табл. 16) позволил сделать вывод, что содержание белка, крахмала и сахара на интервале 1-12 мес. является значимыми показателем с точки зрения пищевой ценности.

Таблица 16 – Статистически значимые различия ($p < 0,05$) между сроками хранения по элементам химического состава текстурированных продуктов из ячменя и овса

Срок хранения, мес.	1 мес.	6 мес.	12 мес.	18 мес.
Содержание белка, %				
1 мес.				
6 мес.	0,000021			
12 мес.	0,000000	0,000007		
18 мес.	0,000000	0,000000	-	
Содержание крахмала, %				
1 мес.				
6 мес.	0,000412			
12 мес.	0,000000	0,000325		
18 мес.	-	-	0,000000	
Содержание сахара, %				
1 мес.				
6 мес.	0,005169			
12 мес.	0,000000	0,000132		
18 мес.	-	0,000120	0,000000	
Содержание жира, %				
1 мес.				
6 мес.	-			
12 мес.	-	-		
18 мес.	-	-	-	
Зола, %				
1 мес.				
6 мес.	-			
12 мес.	-	-		
18 мес.	-	-	-	

Таблица 17 – Статистически значимые различия ($p < 0,05$) между способами хранения и видами упаковки по элементам химического состава текстурированных продуктов из ячменя и овса

Способ хранения/ вид упаковки	БП	ПВД (zip-lock)	Doy Pack, мет. (zip-lock)	ПВД в вакуум.	ПП	БХ
БП						
ПВД (zip-lock)	-					
Doy Pack, мет. (zip-lock)	-	-				
ПВД в вакуум.	З($p=0,046621$)	-	-			
ПП	-	-	-	-		
БХ	-	-	-	-	-	

Показатели: **Б** – содержание белка; **К** – содержание крахмала; **С** – содержание сахара; **З** – зола; **Ж** – содержание жира

Анализируя совокупность результатов дисперсионного анализа между способами хранения и вариантами упаковки (табл. 17), следует отметить, что для текстурированных зернопродуктов способ хранения и вариант упаковки не оказывал влияния на химический состав, что не позволяет учитывать их при определении оптимального способа хранения. Результаты анализа, приведенные в разделах 3.3.1-3.3.4, опубликованы в соавторстве в научных работах [97,98].

3.3.1.5 Аминокислотный состав

Расчет сбалансированности белкового состава по аминокислотному скору представлен в таблицах 18-19. Для текстурированных зернопродуктов культур можно выделить в качестве первых трех лимитирующих следующие аминокислоты – триптофан, лизин и лейцин+изолейцин, что в целом было характерно и для муки соответствующих зерновых культур.

Результаты проведенных расчетов показали, что сумма незаменимых аминокислот в противоположность муке для текстурированного продукта из ячменя на интервале 1-6 мес. превышала их уровень в белке-эталоне ФАО/ВОЗ (36,0): при 1 и 6 мес. хранения сумма составляла более 79 и более 50 соответственно

(максимальные значения более 65 зафиксированы для варианта хранения в ПВД (*zip-lock*) и Doу Pack, мет. (*zip-lock*)).

Для текстурированного продукта из овса такое превышение наблюдалось только при 1 мес. – более 43. Также можно отметить, что с увеличением срока хранения наблюдается линейное снижение суммы незаменимых аминокислот.

Таблица 18 – Оценка биологической ценности текстурированного продукта из ячменя

Наименование аминокислоты	Способ хранения/вид упаковки	Срок хранения, мес.							
		1		6		12		18	
		АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %
Лизин	БП	2,8	50,4	2,9	53,2*	2,9	52,0*	1,1	20,2*
	ПВД (<i>zip-lock</i>)			2,5	44,9*	2,7	49,2*	2,1	37,3*
	Doу Pack, мет. (<i>zip-lock</i>)			2,6	47,9*	2,6	47,4*	0,0	0,0*
	ПВД в вакуум.			2,1	38,3*	1,6	29,8*	1,3	23,1*
	ПП			2,7	48,6*	2,5	44,9*	1,1	19,5*
	БХ			2,6	47,4*	2,7	48,8*	0,9	16,7*
Метионин+ цистин	БП	57,3	1636,2	30,7	876,5	5,4	153,7	2,6	73,3
	ПВД (<i>zip-lock</i>)			45,0	1286,6	7,5	213,0	5,2	149,6
	Doу Pack, мет. (<i>zip-lock</i>)			45,9	1310,4	9,0	257,7	1,4	39,8
	ПВД в вакуум.			34,6	987,2	6,3	179,6	5,3	151,9
	ПП			36,8	1052,6	5,1	146,9	4,4	126,8
	БХ			32,8	936,9	5,0	142,5	2,3	67,0
Триптофан	БП	0,2	22,4	0,2	24,6*	0,3	25,1*	0,1	10,4*
	ПВД (<i>zip-lock</i>)			0,2	16,5*	0,2	19,4*	0,1	14,5*
	Doу Pack, мет. (<i>zip-lock</i>)			0,3	30,5*	0,4	43,7*	0,1	13,2
	ПВД в вакуум.			0,2	21,0*	0,2	22,8*	0,2	16,5*
	ПП			0,2	16,9*	0,2	19,3*	0,2	15,5*
	БХ			0,2	16,6*	0,2	15,3*	0,1	7,0*
Валин	БП	4,4	88,2	4,4	87,2	4,3	85,9	1,5	30,9
	ПВД (<i>zip-lock</i>)			3,9	77,1	3,9	77,2	4,0	80,2
	Doу Pack, мет. (<i>zip-lock</i>)			4,4	88,3	4,4	88,0	0,0	0,0*
	ПВД в вакуум.			2,8	55,2	2,1	41,6	1,6	31,5
	ПП			4,0	80,9	3,8	76,6	0,4	7,5*
	БХ			4,0	80,6	3,9	77,4	1,1	22,4

Продолжение таблицы 18

Наименование аминокислоты	Способ хранения/вид упаковки	Срок хранения, мес.							
		1		6		12		18	
		АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %
Лейцин+ изолейцин	БП	4,7	42,9	5,0	45,6*	4,9	44,6*	1,7	15,7*
	ПВД (zip-lock)			4,7	42,8*	4,5	40,9*	4,5	40,9*
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			4,8	43,6*	4,6	41,9*	0,0	0,0*
	ПВД в вакуум.			3,5	31,9*	2,8	25,4*	2,0	18,0*
	ПП			4,8	43,4*	4,6	41,7*	6,2	56,8
	БХ			4,6	41,7*	4,6	42,1*	1,6	14,4*
Треонин	БП	2,6	64,5	3,6	91,2	4,3	107,1	1,3	32,9
	ПВД (zip-lock)			3,2	80,7	3,5	87,8	4,0	100,3
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			2,7	68,7	3,2	79,3	0,0	0,0
	ПВД в вакуум.			2,0	50,7	1,7	43,2	1,7	42,9
	ПП			3,4	85,4	3,5	88,2	2,9	71,8
	БХ			3,5	86,3	4,1	101,6	1,2	30,4
Фенилаланин+ тирозин	БП	7,7	128,0	7,9	131,7	7,8	129,5	2,1	34,9
	ПВД (zip-lock)			7,2	120,8	6,9	115,0	8,0	132,7
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			7,5	125,7	7,2	120,5	0,0	0,0*
	ПВД в вакуум.			5,9	97,9	5,0	82,8	2,5	42,2
	ПП			7,9	131,6	7,4	123,3	3,1	51,9
	БХ			7,5	125,0	7,3	122,0	1,9	32,1
ИНАК	БП	1,24		1,20		1,14		1,06	
	ПВД (zip-lock)			1,22		1,14		1,13	
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			1,23		1,15		0,96	
	ПВД в вакуум.			1,20		1,11		1,09	
	ПП			1,21		1,13		1,09	
	БХ			1,20		1,13		1,05	

Примечание: * – первая, вторая и третья лимитирующие аминокислоты

Следует пояснить, что, не смотря на то обстоятельство, что сумма незаменимых аминокислот и превышала сумму в белке-эталоне, это не означало его сбалансированность по аминокислотному составу, а превышение достигалось за счет большего содержания ряда аминокислот к его содержанию в эталонном белке.

Текстурированный продукт из овса характеризовался в среднем низкими значениями аминокислотного сора (табл. 19) по сравнению с ячменным. В

отношении индекса незаменимых аминокислот (ИНАК) ситуация носит такой же характер.

Таблица 19 – Оценка биологической ценности текстурированного продукта из овса

Наименование аминокислоты	Способ хранения/вид упаковки	Срок хранения, мес.							
		1		6		12		18	
		АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %
Лизин	БП	1,9	35,0	1,2	21,7*	0,8	15,3*	0,2	3,4*
	ПВД (zip-lock)			1,8	32,0*	1,9	33,7*	0,4	6,9
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			2,0	36,6*	2,2	39,3*	0,1	1,8*
	ПВД в вакуум.			1,6	29,2*	1,4	26,2*	0,4	6,9*
	ПП			1,6	29,4*	1,5	27,3*	0,3	5,0*
	БХ			1,1	20,0*	0,8	14,7*	0,2	2,9*
Метионин+ цистин	БП	29,2	833,3	10,0	284,9	1,8	52,2	0,3	7,8
	ПВД (zip-lock)			15,7	447,5	3,4	95,9	0,0	0,0*
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			18,3	522,2	4,4	126,3	1,6	45,4
	ПВД в вакуум.			16,7	476,2	2,3	66,8	0,2	6,9*
	ПП			15,3	436,3	1,9	53,8	0,9	25,5
	БХ			9,2	262,3	1,6	47,0	0,2	6,4
Триптофан	БП	0,1	12,2	0,1	6,5*	0,0	4,7*	0,0	0,0*
	ПВД (zip-lock)			0,1	9,3*	0,1	9,0*	0,0	0,0*
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			0,1	13,1*	0,1	13,0*	0,0	3,5*
	ПВД в вакуум.			0,1	10,0*	0,1	10,1*	0,0	4,5*
	ПП			0,1	10,5*	0,1	10,4*	0,0	3,8*
	БХ			0,1	6,1*	0,0	3,7	0,0	0,0*
Валин	БП	2,6	52,0	1,5	29,9	1,0	19,9	0,2	4,6
	ПВД (zip-lock)			2,1	42,1	2,2	43,8	0,4	8,7
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			2,5	50,7	2,6	51,6	1,2	23,7
	ПВД в вакуум.			1,9	38,5	1,5	30,4	1,0	19,1
	ПП			2,0	40,1	1,9	37,9	0,4	7,9
	БХ			1,4	27,8	0,9	18,8	0,2	3,7
Лейцин+ изолейцин	БП	3,2	28,8	1,8	15,9*	1,2	10,6*	0,5	4,6*
	ПВД (zip-lock)			2,6	23,2*	2,6	24,0*	0,5	4,7
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			3,0	27,5*	3,1	28,5*	0,5	5,0*
	ПВД в вакуум.			2,5	22,4*	2,1	18,8*	0,6	5,3*
	ПП			2,4	21,6*	2,1	19,4*	0,5	4,8*
	БХ			1,6	15,0*	1,1	10,0*	0,4	3,5*

Продолжение таблицы 19

Наименование аминокислоты	Способ хранения/вид упаковки	Срок хранения, мес.							
		1		6		12		18	
		АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %	АК, г/100 г белка	АКС, %
Треонин	БП	1,9	46,9	1,3	33,4	0,9	23,6	0,4	9,3
	ПВД (zip-lock)			2,0	49,5	2,2	55,9	0,0	0,0*
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			2,3	58,3	2,6	64,8	0,7	17,8
	ПВД в вакуум.			1,7	42,4	1,6	39,4	0,7	17,7
	ПП			1,5	36,6	1,4	34,9	0,5	11,5
	БХ			1,2	30,7	0,8	20,6	0,3	8,6
Фенилаланин+ тирозин	БП	4,8	79,8	2,7	44,2	1,7	28,9	0,4	6,4
	ПВД (zip-lock)			4,0	65,8	4,0	66,3	0,6	10,0
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			4,6	76,7	4,7	77,5	1,1	19,1
	ПВД в вакуум.			3,8	63,9	3,5	58,5	1,0	16,8
	ПП			3,7	61,1	3,3	55,6	0,5	8,8
	БХ			2,5	40,9	1,6	26,8	0,3	5,4
ИНАК	БП	1,19		1,11		1,03		0,93	
	ПВД (zip-lock)			1,15		1,09		0,92	
	Doy Pack, мет. (zip-lock)			1,16		1,10		1,01	
	ПВД в вакуум.			1,15		1,07		0,98	
	ПП			1,14		1,06		0,97	
	БХ			1,10		1,03		0,92	

Примечание: * – первая, вторая и третья лимитирующие аминокислоты

Резюме. Полученные данные позволяют отметить первые три лимитирующие аминокислоты, характерные для всех рассматриваемых видов текстурированных зернопродуктов, – лизин, триптофан и лейцин+изолейцин. Индекс незаменимых аминокислот (ИНАК) хотя и имеет значение больше 1, не характеризует белок текстурированных зернопродуктов как идеальный, приобретая такое значение за счет большего содержания ряда аминокислот к его содержанию в эталонном белке. Результаты анализа, приведенные в разделе 3.3.5, опубликованы в соавторстве в научных работах [93,94].

3.3.2 Динамика кислотного числа жира

Специалистами ФГБНУ «ВНИИЗ» установлено, что в процессе хранения объективным показателем изменения качества зернопродуктов является «кислотное

число жира» (далее – КЧЖ), связанное с накоплением свободных жирных кислот. Учитывая то обстоятельство, что растительные текстураты уже достаточно широко используются в хлебопекарной и кондитерских отраслях, изучение вопросов, связанных с их хранением в связке с КЧЖ все больше актуализируются для пищевой отрасли.

Различные варианты хранения характеризуются различным уровнем газопроницаемости и доступом кислорода воздуха, что может находить отражение в изменении показателя КЧЖ, его направлении и интенсивности изменения. Тарный тип хранения, характеризующийся более низким уровнем газопроницаемости и доступа воздуха, по сравнению с бестарным типом, препятствует окислению жиров, что может найти отражение в изменении содержания жира. Но при наличии ряда других факторов, способных повлиять на изменение данного показателя, выбор способа хранения может определяться не только на основании этого. Особенности технологии получения текстурированных зернопродуктов также определяют характер изменения КЧЖ: при экструзии липиды сохраняют свои свойства вследствие инактивации окислительных ферментов [6] в связи характер изменения показателя КЧЖ в процессе хранения у образцов текстурированных зернопродуктов может быть не так широк и интенсивен по сравнению с соответствующим видом муки.

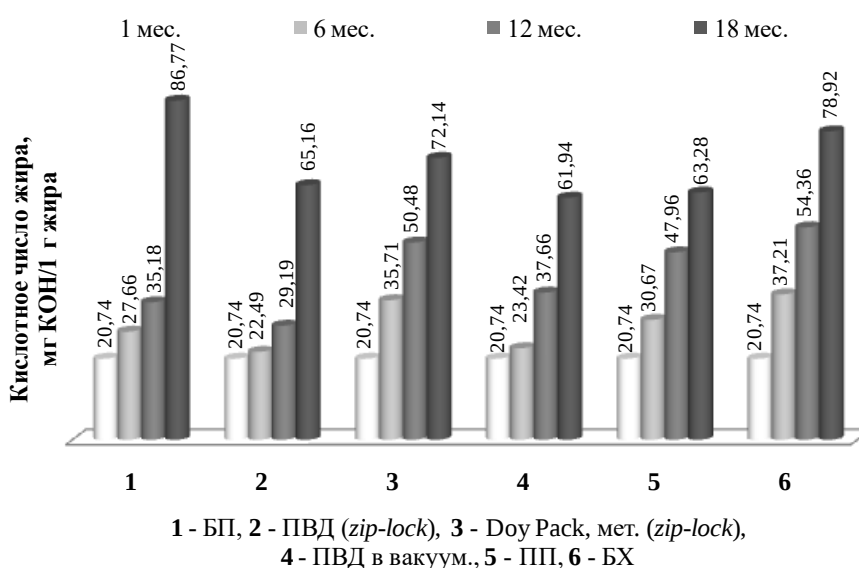


Рисунок 34 – Динамика КЧЖ текстурированного продукта из ячменя в процессе хранения

Для текстурированного продукта из ячменя на интервале 1-12 мес. хранения характерна следующая ситуация в отношении изменения КЧЖ: при бестарном способе хранения в целом показатель КЧЖ на каждом сроке был выше в сравнении с другими вариантами (рис. 34). За исключением КЧЖ при сроке хранения 18 мес. в БП отмеченная тенденция в отношении бестарного способа сохраняется.

КЧЖ текстурированного продукта из овса при первом определении (1 мес.) находился выше уровня, указанного в ГОСТ 31645-2012 для продуктов детского питания (не более 15,0) (рис. 35).

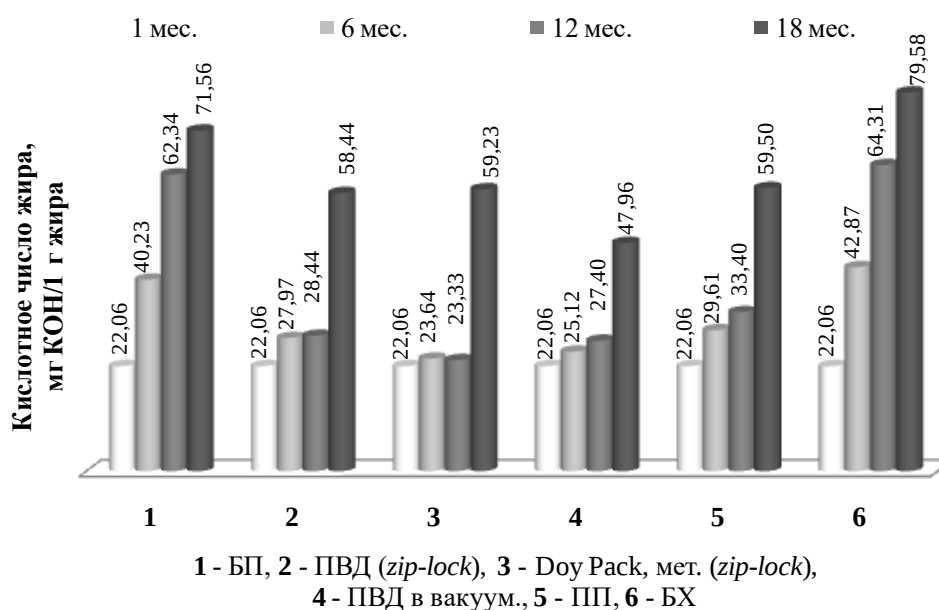


Рисунок 35 – Динамика КЧЖ текстурированного продукта из овса в процессе хранения

В исследованиях ВНИИЗ [61] для овсяной крупы 1 сорта было отмечено:

1. овсяная крупа 1-го сорта, имеющая КЧЖ до 18 мг КОН на 1 г жира, может и храниться, и реализовываться;
2. при КЧЖ = от 18 до 27 мг КОН на 1 г жира овсяная крупа подлежит реализации;
3. овсяная крупа 1-го сорта, имеющая значение КЧЖ выше 27 мг КОН на 1 г жира, не должна использоваться на пищевые цели;
4. по результатам дегустаций крупы и каши установлены нормы свежести и годности для овсяной крупы 1-го сорта 18 и 27 мг КОН на 1 г жира соответственно.

При рассмотрении КЧЖ для текстурированного продукта из овса, ориентируясь на выше обозначенные пороговые значения можно отметить следующие срок возможного хранения в зависимости от способа хранения и варианта упаковки:

1. при бестарном способе хранения (БХ), вариантах хранения в БП и в ПВД (*zip-lock*) – до 6 мес. (при значении КЧЖ до 27);
2. при вариантах хранения в пакете Doу Pack, мет. (*zip-lock*) и в ПВД в вакуум. – до 12 мес. (при значении КЧЖ до 27).

Липиды при экструзии сохраняют свои свойства по причине инактивации окислительных ферментов (липаз и липоксигеназ), способствующих их окислению, что может служить объяснением не такого широкого и интенсивного изменения показателя в процессе хранения у образцов текстурированных зернопродуктов по сравнению с мучным сырьем аналогичных культур.

В результате проведенного *дисперсионного анализа текстурированных зернопродуктов* выявлено статистически значимое ($p < 0,05$) влияние фактора «Срок хранения» (табл. Б.66 приложения Б).

Установлено статистически значимое ($p < 0,001$) увеличение КЧЖ при увеличении срока хранения (рис. Б.25, табл. Б.67-Б.68 приложения Б). Доказано увеличение КЧЖ на протяжении 12-18 мес. хранения. Также между сроком хранения 18 мес. и 1-12 мес. присутствуют статистически значимые различия ($p < 0,0001$) по КЧЖ, что свидетельствует о более высоком его значении при сроке хранения 18 мес. Между 1 мес. и 12 мес. значения КЧЖ статистически значимо отличаются, что также свидетельствует о его более высоком значении на позднем сроке.

Способ хранения и вид упаковки оказал статистически значимое влияние на КЧЖ текстурированных зернопродуктах ($p < 0,05$) (табл. Б.69 приложения Б): при бестарном способе хранения КЧЖ в целом был выше, чем при хранении в ПВД в вакуум. и хранении в ПВД (*zip-lock*) (рис. Б.26, табл. Б.70-Б.71 приложения Б).

Резюме. Совокупность результатов дисперсионного анализа экспериментальных данных по изменению показателя КЧЖ при различных сроках

хранения текстурированных зернопродуктов позволила сделать вывод, что срок хранения с 12 мес. сопровождается значимым изменением данного показателя (табл. 20). Результаты дисперсионного анализа изменения КЧЖ в процессе хранения ячменной и овсяной муки, а также текстурированных зернопродуктов позволяют рассматривать его в целом как фактор, определяющий оптимальный срок хранения.

Таблица 20 – Статистически значимые различия ($p < 0,05$) между сроками хранения по КЧЖ текстурированных продуктов из ячменя и овса

Срок хранения, мес.	1 мес.	6 мес.	12 мес.	18 мес.
1 мес.				
6 мес.	-			
12 мес.	0,000226	-		
18 мес.	0,000000	0,000000	0,000002	

Таблица 21 – Статистически значимые различия ($p < 0,05$) между способами хранения и видами упаковки по КЧЖ текстурированных продуктов из ячменя и овса

Способ хранения/ вид упаковки	БП	ПВД (<i>zip-lock</i>)	Doy Pack, мет. (<i>zip-lock</i>)	ПВД в вакуум.	ПП	БХ
БП						
ПВД (<i>zip-lock</i>)	-					
Doy Pack, мет. (<i>zip-lock</i>)	-	-				
ПВД в вакуум.	-	-	-			
ПП	-	-	-	-		
БХ	-	0,022617		0,013149	-	

Для текстурированных зернопродуктов выявлено единичное статистически значимое отличие по КЧЖ между хранением бестарным способом и хранением в ПВД в вакуум. и в ПВД (*zip-lock*) (табл. 21), что не позволяет в целом рассматривать способ хранения и вид упаковки как фактор, определяющий КЧЖ для текстурированных зернопродуктов.

3.3.3 Безопасность и микробиологические показатели

Микрофлора зерна как исходное сырье определяет микрофлору муки и текстурированных зернопродуктов, определяя свойства готового продукта, в связи с чем, исследование гигиенической безопасности и микробиологических показателей в процессе хранения в данном конкретном исследовании имеет актуальное значение, особенно для текстурируемых зернопродуктов.

Показатели безопасности текстурированных зернопродуктов представлены в таблице 22. Содержание токсичных элементов, микотоксинов, пестицидов и радионуклидов в исследуемых образцах не превышало допустимые уровни, установленные требованиями Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции.

Таблица 22 – Гигиенические показатели безопасности и допустимые уровни радионуклидов текстурированных зернопродуктов

Наименование показателя	Регламентируемая норма по ТР ТС 021/2011	Вид текстурированного зернопродукта	
		ячменный	овсяный
токсичные элементы (мг/кг, не более):			
– свинец	0,5	0,09	0,07
– мышьяк	0,2	0,03	0,02
– кадмий	0,1	0,05	0,04
– ртуть	0,03	0,004	0,001
микотоксины (мг/кг, не более):			
– афлатоксин В1	0,005	0,001	0,003
– дезоксиниваленол	1 (продукты переработки ячменя)	0,44	—*
– Т-2 токсин	0,1	0,05	0,04
– зеараленон	0,2 (продукты переработки злаковых культур (пшеницы, ячменя)(	0,05	—*
– охратоксин А	0,005	0,0007	0,0004
пестициды (мг/кг, не более):			
– ГХЦГ (α, β, γ- изомеры)	0,5	0,009	0,05
– ДДТ и его метаболиты	0,02	0,008	0,002
– 2,4-D кислота, ее соли и эфиры	не допускаются	не обнаружена	
– гексахлорбензол	—*	—*	
– ртутьорганические пестициды	не допускаются	не обнаружены	

Продолжение таблицы 22

Наименование показателя	Регламентируемая норма по ТР ТС 021/2011	Вид текстурированного зернопродукта	
		ячменный	овсяный
зараженность и загрязненность:			
– зараженность вредителями хлебных запасов (насекомые, клещи)	не допускается	не обнаружена	
– загрязненность вредителями хлебных запасов (насекомые, клещи), суммарная плотность	не допускается	не обнаружена	
– зараженность возбудителями «картофельной болезни» хлеба	—*	—*	
допустимые уровни радионуклидов:			
– удельная активность цезия-137, Бк/кг(л)	60	3,0	3,0
– удельная активность стронция-90, Бк/кг (л)	—	—	—

Примечание: * – не установлены требованиями ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции

Таблица 23 – Микробиологические показатели текстурированных зернопродуктов

Способ хранения/вид упаковки	Регламентируемая норма по ТР ТС 021/2011 (БГКП* (колиформы) плесени, КОЕ/г <i>Bacillus cereus</i> **)	Значения показателей			
		Срок хранения, мес.			
		1	6	12	18
БП	1,0 50 0,1	текстурированный продукт из ячменя			
		- <10 - - - - - - - - - -	- 17 -	- <10 -	- <10 -
ПВД (zip-lock)			- 12 -	- <10 -	- <10 -
Doy Pack, мет. (zip-lock)			- 10 -	- <10 -	- <10 -
ПВД в вакуум.			- 5 -	- <10 -	- <10 -
ПП			- 15 -	- <10 -	- <10 -
БХ			- 20 -	- <10 -	- <10 -

Продолжение таблицы 23

Способ хранения/вид упаковки	Регламентируемая норма по ТР ТС 021/2011 (БГКП* (колиформы) плесени, КОЕ/г <i>Bacillus cereus</i> **)	Значения показателей			
		Срок хранения, мес.			
		1	6	12	18
БП	1,0 50 0,1	текстурированный продукт из овса			
		- <5 - <5 - <5 - <5 - 10 - 12 -	- 10 -	- <5 -	- <5 -
ПВД (zip-lock)			- <5 -	- <5 -	- <5 -
Doy Pack, мет. (zip-lock)			- <5 -	- <5 -	- <5 -
ПВД в вакуум.			- <5 -	- <5 -	- <5 -
ПП			- 10 -	- <5 -	- <5 -
БХ			- 12 -	- <5 -	- <5 -

Примечание: * – бактерии группы кишечных палочек, не допускаются в массе продукта, г (см³);
 ** – не допускаются в массе продукта, (г)

В отношении текстурированных зернопродуктов показатели микробиологической безопасности соответствовали установленным требованиям ТР ТС 021/2011 (табл. 23), что подтверждает влияние экструзионной обработки на микробиологические показатели, выразившееся в снижении обсемененности сырья вплоть до полного устранения бактерий группы кишечной палочки, плесневых грибов и др. патогенов.

Из представленных данных обсемененности текстурированных зернопродуктов видно, что ячменный и текстурированный продукт из овса имеют уровень первого определения (1 мес.) выше, чем мука из соответствующей культуры (рис. 20-21, табл. 24). При общем анализе наблюдается тенденция снижения рассматриваемого показателя, без периода с его нарастанием, как наблюдалось в муке. Это может быть связано с тем обстоятельством, что в процессе экструзии происходит инактивация ферментов, совместно с которыми микроорганизмы могут

осуществлять ряд биохимических процессов, а с учетом низкого уровня относительной влажности микроорганизмы постепенно отмирают. В целом, бестарный способ хранения характеризуется большим значением показателя каждого срока хранения после первого определения по сравнению с тарным способом.

По вариантам упаковки затаренной продукции сложно выделить наибольшее снижение КМАФАнМ, КОЕ/г, поэтому последующий дисперсионный анализ укажет на статистически значимые различия, которые можно положить в основу обоснования оптимального способа хранения и выбора вида упаковки.

Таблица 24 – Динамика КМАФАнМ, КОЕ/г текстурированных зернопродуктов в процессе хранения

Срок хранения мес.	Способ хранения/вариант упаковки					
	БП	ПВД (zip-lock)	Doу Pack, мет. (zip-lock)	ПВД в вакуум.	ПП	БХ
текстурированный продукт из ячменя						
6	$0,9 \times 10^4$	$0,9 \times 10^4$	$0,9 \times 10^4$	$0,9 \times 10^4$	$0,9 \times 10^4$	$0,9 \times 10^4$
12	$0,5 \times 10^4$	$0,47 \times 10^4$	$0,44 \times 10^4$	$0,42 \times 10^4$	$0,5 \times 10^4$	$0,7 \times 10^4$
18	$0,29 \times 10^4$	$0,14 \times 10^4$	$0,13 \times 10^4$	$0,36 \times 10^4$	$0,21 \times 10^4$	$0,31 \times 10^4$
18	$0,007 \times 10^4$	$<0,023 \times 10^4$	$0,06 \times 10^4$	$<0,01 \times 10^4$	$0,06 \times 10^4$	$0,03 \times 10^4$
текстурированный продукт из овса						
1	$0,2 \times 10^4$	$0,2 \times 10^4$	$0,2 \times 10^4$	$0,2 \times 10^4$	$0,2 \times 10^4$	$0,2 \times 10^4$
6	$0,55 \times 10^4$	$0,25 \times 10^4$	$0,13 \times 10^4$	$0,05 \times 10^4$	$0,41 \times 10^4$	$0,7 \times 10^4$
12	$0,19 \times 10^4$	$0,1 \times 10^4$	$0,016 \times 10^4$	$0,12 \times 10^4$	$0,06 \times 10^4$	$0,32 \times 10^4$
18	$0,08 \times 10^4$	$<0,01 \times 10^4$	$0,001 \times 10^4$	$0,001 \times 10^4$	$<0,01 \times 10^4$	$0,2 \times 10^4$

В результате проведенного *дисперсионного анализа текстурированных зернопродуктов* выявлено статистически значимое ($p < 0,001$) влияние факторов «Вид текстурированного зернопродукта» и «Срок хранения», а также их эффект их взаимодействие на КМАФАнМ, КОЕ/г (табл. Б.72 приложения Б).

Текстурированный продукт из ячменя в среднем характеризуется более высоким показателем КМАФАнМ, КОЕ/г по сравнению с текстурированным зернопродуктом из овса (рис. Б.27, табл. Б.73-Б.74 приложения Б).

Установлено статистически значимое ($p < 0,05$) снижение КМАФАнМ, КОЕ/г при увеличении срока хранения (рис. Б.28, табл. Б.75-Б.76 приложения Б).

Обнаружен статистически значимый ($p < 0,001$) эффект взаимодействия факторов «Вид текстурированного зернопродукта» и «Срок хранения». Анализ значимости различий (p) между текстурированными зернопродуктами по КМАФАнМ, КОЕ/г при различных сроках хранения указывает, что значимых отличий между интервалами хранения по видам текстурированных зернопродуктов не выявлено (рис. Б.29, табл. Б.77 приложения Б). Значимость различий указывает на изначально большую обсемененность текстурированного продукта из ячменя.

Способ хранения и вид упаковки не оказал статистически значимое влияние на КМАФАнМ, КОЕ/г текстурированных зернопродуктах ($p > 0,05$) (табл. Б.78 приложения Б).

Резюме. Дисперсионный анализ изменения КМАФАнМ, КОЕ/г позволяет сделать вывод, что для текстурированных зернопродуктов интервал 1-18 мес. хранения является важным периодом с точки зрения контроля годности данного вида пищевого сырья, сопровождающийся значимым изменением численности микробного сообщества (табл. 25).

Таблица 25 – Статистически значимые различия ($p < 0,05$) между сроками хранения по КМАФАнМ, КОЕ/г текстурированных зернопродуктов

Срок хранения, мес.	1 мес.	6 мес.	12 мес.	18 мес.
1 мес.				
6 мес.	0,010245			
12 мес.	0,000000	0,000006		
18 мес.	0,000000	0,000000	0,002737	

Анализируя совокупность результатов дисперсионного анализа между способами хранения и вариантами упаковки, следует отметить, что для всех видов текстурированных зернопродуктов данный фактор статистически значимого влияние не оказал.

Результаты анализа, приведенные в разделе 3.3.7, опубликованы в соавторстве в научной работе [111].

3.3.4 Органолептические показатели

Оценка органолептических показателей (цвет, запах и вкус) текстурированных зернопродуктов проводилась на соответствие требованиям соответствующих технических условий на конкретный вид продукции.

Таблица 26 – Органолептические показатели текстурированных зернопродуктов

Показатель	Срок хранения, мес.			
	1	6	12	18
текстурированный продукт из ячменя				
Цвет	серовато-белый, неоднотонный с наличием частиц оболочек зерна (1,2,3,4,5,6)			
Запах	свойственный ячменной муке, слабый карамельный запах, не затхлый, не плесневый (1,2,3,4,5,6)		свойственный ячменной муке, не затхлый, не плесневый (1,2,3,4,5,6)	
Вкус	свойственный ячменной муке без посторонних привкусов, не кислый не горький (1,2,3,4,5,6)			слабоощутимая горечь (1,6)
				свойственный ячменной муке без посторонних привкусов, не кислый не горький (2,3,4,5)
текстурированный продукт из овса				
Цвет	серовато-белый, неоднотонный с наличием частиц оболочек зерна (1,2,3,4,5,6)			
Запах	свойственный овсяной муке, слабый карамельный запах, не затхлый, не плесневый (1,2,3,4,5,6)		свойственный овсяной муке, не затхлый, не плесневый (1,2,3,4,5,6)	
Вкус	свойственный овсяной муке без посторонних привкусов, не кислый не горький (1,2,3,4,5,6)			горьковатый привкус (1,6)
				свойственный овсяной муке без посторонних привкусов, не кислый не горький (2,3,4,5)

Примечание: 1 – БП; 2 – ПВД (*zip-lock*); 3 – Doу Pack, мет. (*zip-lock*); 4 – ПВД в вакуум.; 5 – ПП; 6 – БХ.

Результаты в динамике хранения текстурированных зернопродуктов представлены в таблице 26. Из приведенных данных видно, что текстурированные зернопродукты на протяжении большего срока хранения соответствуют органолептическим показателям, установленным в технических условиях, что может быть обусловлено особенностями экструзионной технологии при производстве за счет краткосрочного воздействия температуры и инактивации

липолитических ферментов. Можно сделать вывод, что текстурированные зернопродукты более устойчивы при хранении в отношении изменения их органолептических показателей по сравнению с мукой.

Наиболее интенсивно процесс прогоркания жиров протекает в присутствии кислорода воздуха, появления горьковатого привкуса изначально обнаруживается при хранении бестарным способом (БХ) и в БП (для всех видов текстурированных зернопродуктов). Вакуумирование текстурированного продукта из овса позволило сохранить вкус, соответствующий ТУ до окончания срока хранения (до 18 мес.).

Анализ полученных данных позволяет отметить, что с повышением показателя КЧЖ определяется слабоощутимая, а после выраженная горечь, обусловленная процессом прогоркания жиров, происходящих под действием ферментов.

Резюме. В целом можно отметить, что пленочные материалы, обладающие более выраженными барьерными свойствами, в совокупности с особенностями экструзионной технологии (за счет краткосрочного воздействия температуры и инактивации липолитических ферментов) повышают сохранность их органолептических показателей.

3.3.5 Функционально-технологическая характеристика

Установлено, что рассматриваемые текстурированные зернопродукты характеризуются большими значениями ВПС, ВУС и ЖУС по сравнению с мукой. Данное обстоятельство объясняется процессами, происходящими с зерном при обработке высокой температурой и давлением при экструзии, а именно разрушением структуры крахмальных зерен, делая их более доступными для воды, клейстеризацией крахмала, изменению структуры белков. ВПС текстурированного продукта из овса выше, что может быть обусловлено содержанием пищевых волокон, в число которых входит β -глюкан. Немаловажным вкладом в значение ВУС является содержание такого полисахарида, как клетчатка, которая обладает большим количеством гидроксильных групп, что объясняет более высокую ВУС у

образцов текстурированного продукта из ячменя. Следует предположить, что при воздействии температуры увеличивается набухаемость клетчатки, что и приводит к увеличению ВУС у текстурированных зернопродуктов. Результаты определения ВПС, ВУС и ЖУС представлены на рисунках 36-38.

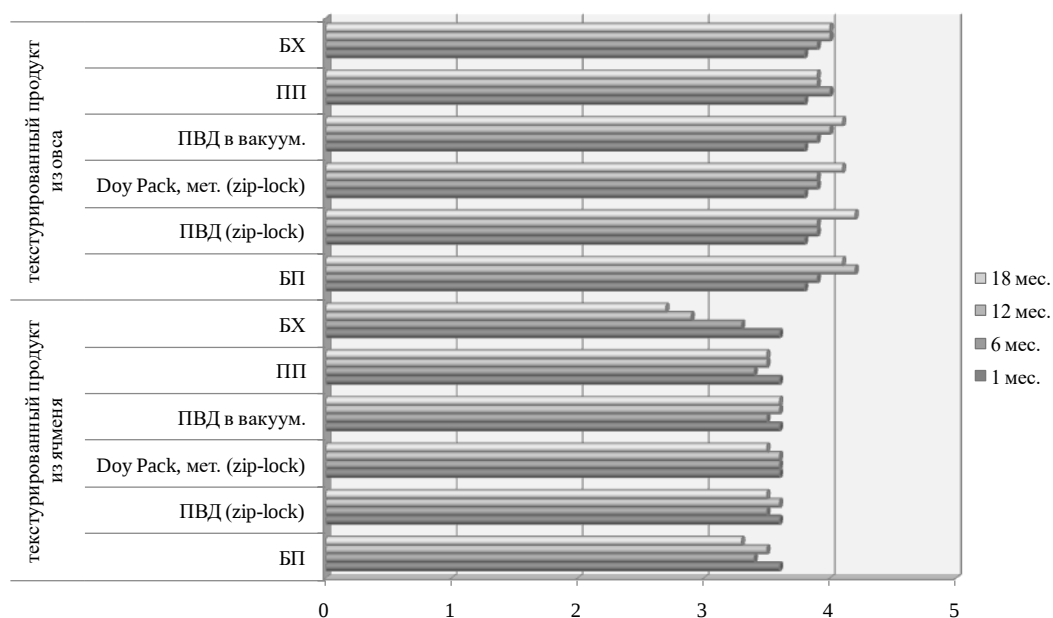


Рисунок 36 – Водопоглотительная способность (г/г) текстурированных зернопродуктов

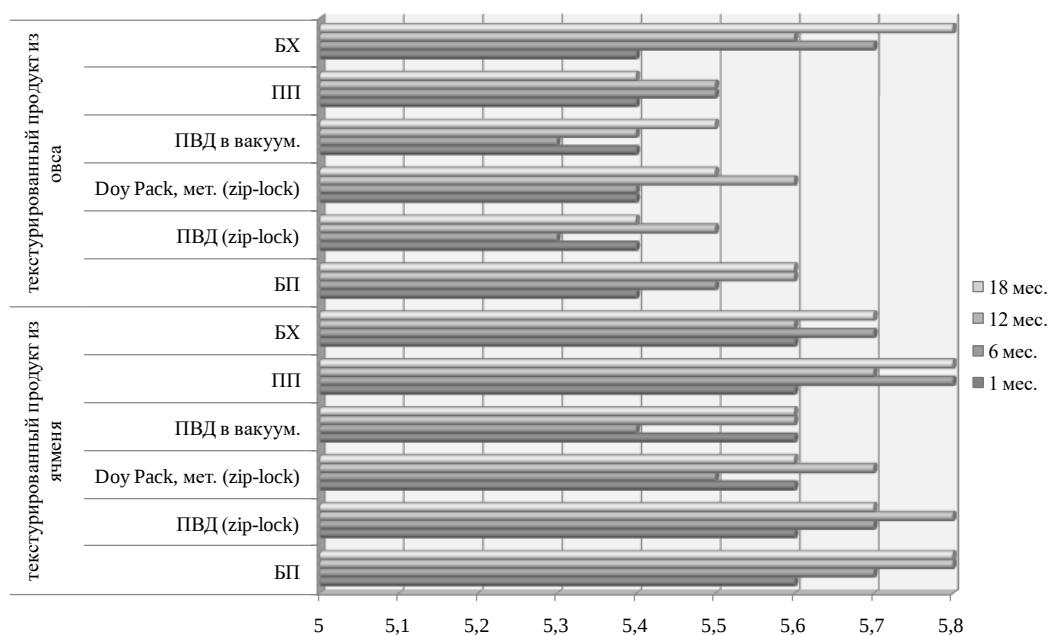


Рисунок 37 – Водоудерживающая способность (г/г) текстурированных зернопродуктов

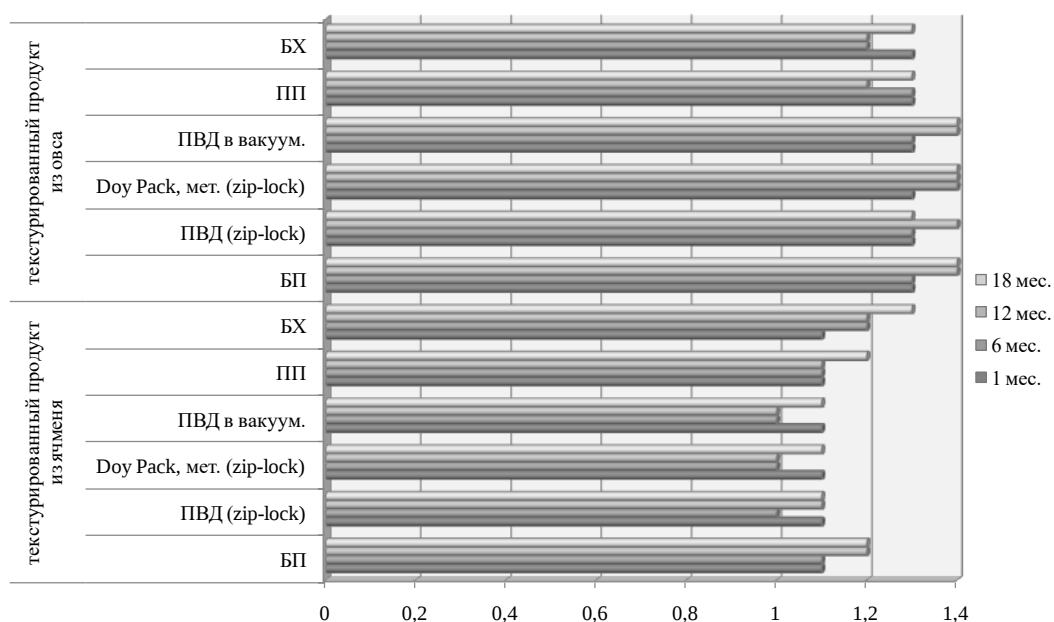


Рисунок 38 – Жиродерживающая способность (г/г) текстурированных зернопродуктов

Дисперсионный анализ ВПС текстурированных зернопродуктов

показывает статистически значимое влияние вида текстурированного продукта на ВПС ($p < 0,0001$) (табл. Б.97-Б.98, Б.100 приложения Б). Текстурированный продукт из ячменя в среднем характеризуется более низкой ВПС (рис. Б.34, табл. Б.96 приложения Б). Анализ значимости различий между способами хранения и видами упаковки показал отсутствие статистически значимых различий по вариантам (рис. Б.35, табл. 99 приложения Б). Срок хранения не оказал статистически значимого влияния на ВПС в процессе хранения ($p > 0,05$) (табл. Б.101 приложения Б).

Дисперсионный анализ ВУС текстурированных зернопродуктов также указывает на статистически значимое влияние вида текстурата ($p < 0,0001$) (табл. Б.103-Б.104 приложения Б). Текстурированный продукт из ячменя в среднем характеризуется более высокой ВУС (рис. Б.36, табл. Б.102 приложения Б). Выявлены следующие единичные статистически значимые отличия между способами хранения и вариантами упаковки: между вариантом хранения в ПВД в вакуум., бестарным способом хранением (БХ) и вариантом хранения в БП ($p = 0,018$ и $p = 0,036$ соответственно, табл. Б.105 приложения Б). Анализ значимости различий между сроками хранения выявил отсутствие статистически значимых различий по вариантам (рис. Б.37, табл. Б.106-

Б.108 приложения Б). Срок хранения текстурированных зернопродуктов не оказал статистически значимого влияния на ВУС ($p>0,05$) (табл. Б.109 приложения Б).

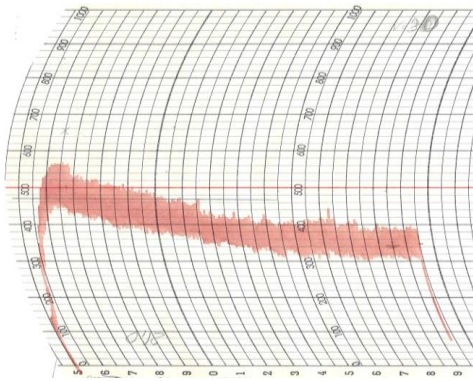
Дисперсионный анализ ЖУС показал влияние только вида текстурированного зернопродукта на данный показатель ($p<0,0001$) (табл. Б.111-Б.113 приложения Б). Текстурированный продукт из ячменя в сравнении с текстурированным продуктом из овса в среднем характеризуется более низкой ЖУС (рис. Б.38, табл. Б.110 приложения Б). В процессе хранения способ и вид упаковки не оказал статистически значимого влияния на ЖУС ($p>0,05$) (табл. Б.114 приложения Б).

В связи с выявленными статистически значимыми отличиями по ВУС между способами хранения и вариантами упаковки была проведена реологическая оценка теста из текстурированных зернопродуктов на фаринографе Brabender, результаты которой представлены в таблице 27 и на рисунке 39. В процессе хранения происходит изменение белково-протеиназного комплекса текстурированных зернопродуктов, что привело к увеличению времени образования теста.

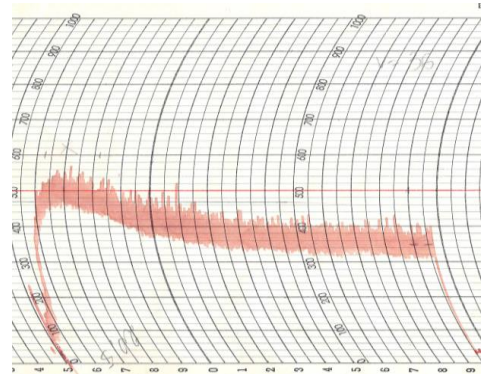
Устойчивость теста к замесу при позднем сроке хранения больше, чем при 1 мес. хранения, как и показатель качества фаринографа. Следует предположить, что для рассматриваемых текстурированных зернопродуктов также может быть применим период отлежки (созревания), продолжительность которого будет выходить за пределы 1 мес.

Таблица 27 – Фаринографические параметры теста из текстурированных зернопродуктов

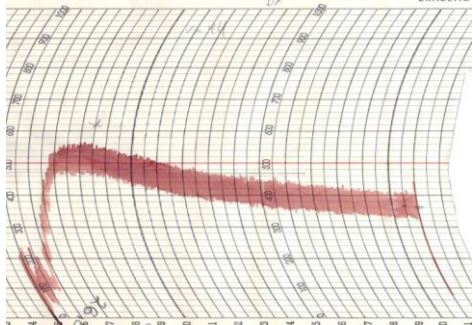
Срок хранения, мес.	Способ хранения/вариант упаковки	Время образования теста, мин.	Устойчивость теста к замесу, мин.	Степень разжижения теста через 12 мин., ЕФ	Показатель качества фаринографа, мм
текстурированный зернопродукт из ячменя					
1 мес.	-	1,75	2,8	145	28
12 мес.	БП	3,5	4,2	130	55
	ПВД в вакуум.	3	3,2	145	45
	БХ	3,5	4,2	135	55
текстурированный зернопродукт из овса					
1 мес.	-	2	1,9	150	35
12 мес.	БП	5	5,8	100	85
	ПВД в вакуум.	5,5	6,1	140	78
	БХ	6	7,5	70	100



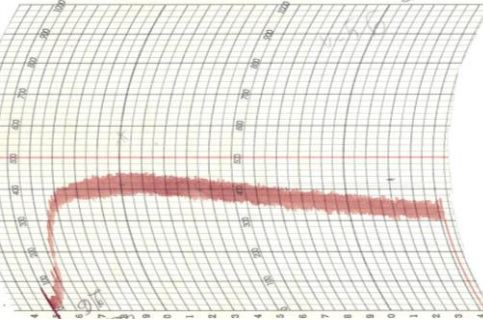
Текстурированный продукт из зерна
ячменя (1 мес. хранения)



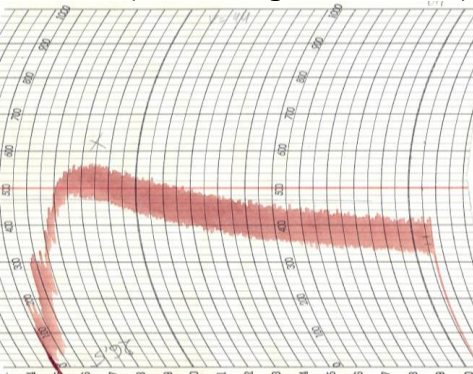
Текстурированный продукт из зерна овса
(1 мес. хранения)



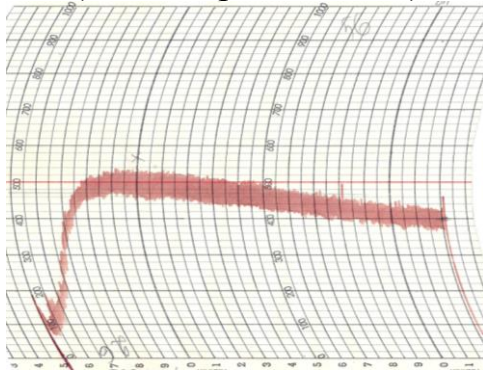
Текстурированный продукт из зерна
ячменя (12 мес. хранения, БХ)



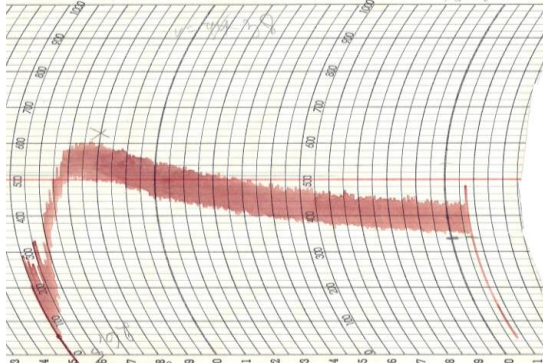
Текстурированный продукт из зерна овса
(12 мес. хранения, БХ)



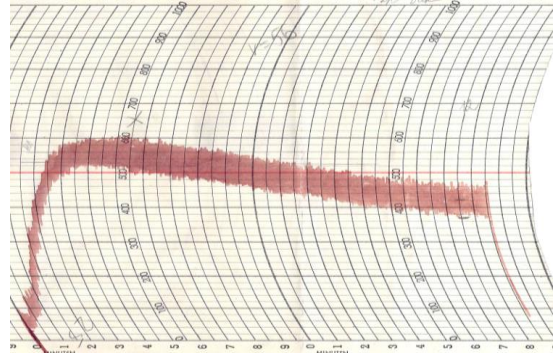
Текстурированный продукт из зерна
ячменя (12 мес. хранения, БП)



Текстурированный продукт из зерна овса
(12 мес. хранения, БП)



Текстурированный продукт из зерна
ячменя (12 мес. хранения, ПВД в вакуум.)



Текстурированный продукт из зерна овса
(12 мес. хранения, ПВД в вакуум.)

Резюме. Совокупность результатов дисперсионного анализа экспериментальных данных по изменению ВПС, ВУС и ЖУС при различных сроках хранения текстурированных зернопродуктов из ячменя и овса позволяют сделать вывод, что данные показатели не могут быть рассмотрены как фактор, позволяющий определить оптимальный срок хранения.

3.4 Обоснование оптимальных сроков и способов хранения

Расчет оптимальных сроков хранения при различных способах должен соответствовать ряду условий:

1. необходимостью учета требований в отношении показателей пищевого сырья, установленных нормативными документами различных уровней (ГОСТ, Техническим регламентом Таможенного союза и т.д.);

2. необходимостью отражения уровня качества пищевой продукции.

Для оценки уровня качества был использован дифференциальный метод, заключающийся в сравнении единичных показателей качества экспериментальных образцов с соответствующими единичными показателями качества, в том числе порогового значения (например, для КЧЖ, КМАФАНМ), определенными различными нормативно-правовыми документами.

Важно отметить то обстоятельство, что различные качественные показатели имеют разные оценки при направлении их изменений: например, чем больше содержание белка, тем лучше, но чем больше значение КЧЖ, тем хуже. В связи с этим при расчете относительных показателей качества было установлено единое направление его оценки: увеличение абсолютного значения показателя качества соответствует улучшению качества продукции.

В связи с вышеизложенным, относительные показатели качества рассчитывались по формулам (4) – (5) [36]. Формула (4) использовалась для показателей, увеличение значение которых соответствует улучшению качества продукции. Формула (5) использовалась для показателей, увеличение значение которых соответствует ухудшению качества продукции.

$$K_i = K/K_b, \quad (4)$$

$$K_i = K_b/K, \quad (5)$$

где: K_i – относительный показатель качества;
 K – экспериментальное значение показателя качества;
 K_b – установленное значение конкретного показателя качества.

Итоговая оценка для каждого срока, способа хранения и варианта упаковки выражается суммой рассчитанных относительных показателей качества по формуле (6):

$$Q_i = \sum_{i=1}^n K_i \quad (6)$$

где: Q_i – итоговая оценка уровня качества;
 K_i – относительный показатель качества i -го показателя;
 n – количество показателей, которые могут быть учтены при оценке качества.

При превышении уровней кислотного числа жира (КЧЖ) и КМАФАнМ относительно их установленных пороговых значений расчет итоговой оценки уровня качества с конкретного срока хранения, на котором было зафиксировано его превышение, далее не проводился.

На первом этапе необходимо определить стандартизированные значения для выбранных показателей, включенных в оценку качества. Первоочередными строго регламентированными показателями для обоснования срока хранения являются:

1. кислотное число жира (КЧЖ), связанное с накоплением свободных жирных кислот, пороговые значения которого отражены в ряде межгосударственных стандартов (для продуктов детского питания, выработанных, в том числе, из овсяной крупы);

2. количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КОЕ/г), регламентированное Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Отдельно следует отметить, что в исследованиях ВНИИЗ [61] для овсяной крупы 1 сорта было отмечено:

1. овсяная крупа 1-го сорта, имеющая КЧЖ до 18 мг КОН на 1 г жира, может и храниться, и реализовываться;
2. при КЧЖ = от 18 до 27 мг КОН на 1 г жира овсяная крупа подлежит реализации;
3. овсяная крупа 1-го сорта, имеющая значение КЧЖ выше 27 мг КОН на 1 г жира, не должна использоваться на пищевые цели;
4. по результатам дегустаций крупы и каши установлены нормы свежести и годности для овсяной крупы 1-го сорта 18 и 27 мг КОН на 1 г жира соответственно.

В ГОСТ 31645-2012 Мука для продуктов детского питания установлен уровень КЧЖ – для овсяной муки не более 15 мг КОН на 1 г жира.

В соответствии с Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» в отношении количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов установлены допустимые уровни в зависимости от группы (вида) пищевого продукта [86]:

1. для сухих крупяных продуктов экструзионной технологии – 1×10^4 ;
2. для муки злаковых необработанной (основные виды продовольственного (пищевого) сырья и компонентов, используемые при производстве (изготовлении) специализированной пищевой продукции для детского питания) – 5×10^4 ;
3. для муки, в том числе овсяной обработанной (основные виды продовольственного (пищевого) сырья и компонентов, используемые при производстве (изготовлении) специализированной пищевой продукции для детского питания) – 1×10^4 .

Для ячменной муки при определении порога КЧЖ с целью определения сроков хранения было принято значение, определенное для муки пшеничной хлебопекарной в связи тем обстоятельством, что содержание жира экспериментальных образцов находилось в пределах сортовых значений муки из зерна пшеницы.

Проведенный анализ имеющихся данных в научно-исследовательском поле в отношении этих двух показателей и требований в отношении них по рассматриваемым пищевым продуктам позволяет установить их значения для последующего расчета (табл. 28).

Таблица 28 – Установленные значения КЧЖ и КМАФАнМ для различных видов муки и текстурированных зернопродуктов

Вид, сорт муки и текстурированного зернопродукта	Установленные значения КЧЖ, мг КОН на 1 г жира, не более	Установленные значения КМАФАнМ, КОЕ/г, не более
ячменная мука	80	5×10^4
текстурированный продукт из ячменя	80	1×10^4
овсяная мука	27	1×10^4
овсяная мука	15	1×10^4
текстурированный продукт из овса	27	1×10^4

Белок определяет питательную ценность любого пищевого продукта, при этом зерновые культуры являются основным источником энергии и углеводов и одним из основных источников растительного белка в рационе человека. Помимо пищевой ценности химический состав муки (белки и крахмал, в частности) определяют технологические свойства муки: газообразующую способность, зависящую от сахаров, количества и состояния крахмала, водопоглонительную способность, на которую оказывает влияние гидрофильных коллоидов, силу муки. В связи с этим были выбраны следующие относительные показатели качества для муки и текстурированных зернопродуктов – содержание белка, крахмала и сахара. А то обстоятельство, что экструзия оказывает влияние и в определенной степени может определять химический состав пищевого сырья даст нам понимание разницы в подходе к определению способа хранения на фоне муки.

Установленные значения белка, крахмала и сахара (таблица 29) для расчета относительного показателя качества были определены исходя из следующего:

1 по содержанию белка:

1.1 овсяная мука в соответствии со справочником химического состава российских пищевых продуктов [83];

1.2 ячменная мука в соответствии со справочником химического состава российских пищевых продуктов для крупы ячневой [83];

1.3 ячменный и текстурированный продукт из овса в соответствии с СТО 00493215.001-2019 Продукты текстурированные из продовольственного сырья (справочные информационные сведения о пищевой и энергетической ценности).

2 по содержанию крахмала:

2.1 овсяная мука в соответствии со справочником химического состава российских пищевых продуктов [83];

2.2 ячменная мука в соответствии со справочником химического состава российских пищевых продуктов для крупы ячневой [83];

2.3 ячменный и текстурированный продукт из овса в соответствии с СТО 00493215.001-2019 Продукты текстурированные из продовольственного сырья (справочные информационные сведения о пищевой и энергетической ценности).

3 по содержанию сахара:

3.1 овсяная мука в соответствии со справочником химического состава российских пищевых продуктов [83];

3.2 ячменная мука в соответствии со справочником химического состава российских пищевых продуктов для крупы ячневой [83];

3.3 ячменный и текстурированный продукт из овса в соответствии с первым экспериментальным определением данного показателя при сроке хранения 1 мес.

Таблица 29 – Установленные значения белка, крахмала и сахара для различных видов муки и текстурированных зернопродуктов

Вид, сорт муки и текстурированного зернопродукта	Установленные значения содержания белка, %	Установленные значения содержания крахмала, %	Установленные значения содержания сахара, %
ячменная мука	10,0	63,8	1,1
текстурированный продукт из ячменя	11,0	63,0	4,8
овсяная мука	13,0	63,5	1,0
текстурированный продукт из овса	13,0	45,0	3,7

Рассчитанные относительные показатели качества (КЧЖ, КМАФАНМ, белка, крахмала, сахара) представлены в приложении В. Итоговые оценки уровня качества показаны в таблицах 30-31.

Таблица 30 – Итоговые оценки уровня качества муки при различных сроках хранения, способах и видах упаковки

Q вида муки	Способ хранения/ вид упаковки	Срок хранения, мес.				
		1	3	6	9	12
<i>Q_{ячмен. муки}</i>	БП	259,4	19,9	9,3	32,0	136,9
	ПВД (<i>zip-lock</i>)		58,0	14,1	31,9	42,4
	Doу Pack, мет. (<i>zip-lock</i>)		24,6	11,8	32,3	27,6
	ПВД в вакуум.		24,7	11,9	32,1	27,8
	БХ		9,5	9,0	10,6	16,0
<i>Q_{овсян. муки}</i> (для установленного значения КЧЖ – 27)	БП	208,02				
	ПВД (<i>zip-lock</i>)					
	Doу Pack, мет. (<i>zip-lock</i>)					
	ПВД в вакуум.					
	БХ					
<i>Q_{овсян. муки}</i> (для установленного значения КЧЖ – 15)	БП	207,18				
	ПВД (<i>zip-lock</i>)					
	Doу Pack, мет. (<i>zip-lock</i>)					
	ПВД в вакуум.					
	БХ					

Примечание: темной заливкой выделены ячейки соответствующих сроков хранения с превышением показателя КЧЖ или КМАФАНМ относительно их установленных значений

Таблица 31 – Итоговые оценки уровня качества текстурированных зернопродуктов при различных сроках хранения, способах и видах упаковки

Q вида текстурированно го продукта	Способ хранения/ вид упаковки	Срок хранения, мес.			
		1	6	12	18
<i>Q_{текстурированный продукт из ячменя}</i>	БП	7,5	8,3	10,2	
	ПВД (<i>zip-lock</i>)		9,2	14,9	47,8
	Doу Pack, мет. (<i>zip-lock</i>)		7,8	13,8	20,6
	ПВД в вакуум.		9,8	10,2	103,6
	ПП		8,1	11,1	20,6
	БХ		6,9	8,8	37,4
<i>Q_{текстурированный продукт из овса}</i>	БП	9,07			
	ПВД (<i>zip-lock</i>)				
	Doу Pack, мет. (<i>zip-lock</i>)		12,31	67,73	
	ПВД в вакуум.		24,86		
	ПП				
	БХ				

Примечание: темной заливкой выделены ячейки соответствующих сроков хранения с превышением показателя КЧЖ или КМАФАНМ относительно их установленных значений

Оценивая итоговые оценки качества муки и текстурированных зернопродуктов, следует отметить, что высокие значения Q (от 9 и выше) достигалось за счет относительного показателя качества КОЕ, что особенно характерно для текстурированных зернопродуктов на поздних сроках хранения (12 и 18 мес.), Это обстоятельство может быть отражением закономерностей развития численности микробного сообщества.

При хранении ячменной муки на протяжении всего срока хранения не зафиксировано превышение установленных значений КЧЖ и КМАФАнМ, что позволяет хранить ее достаточно долгий период времени, что может быть следствием особенностей ее химического состава. Овсяная мука вследствие высокого содержания жира по сравнению с другими видами не подлежит длительному хранению, при этом для промежутка 1-3 мес. требуются более подробные определения стратегически важных показателей – КЧЖ и КМАФАнМ. Некоторые исследователи акцентируют внимание на необходимости проведения подготовительных операций с зерном, таких как гидротермическая обработка, что в дальнейшем повысит стойкость муки при хранении.

Текстурированный продукт из ячменя обладает большей стойкостью при хранении к протеканию различного рода отрицательных процессов (окисление жира с образование свободных жирных кислот, более низкой обсемененностью, обусловленной экструзией за счет краткосрочного воздействия температуры и инактивации ферментов (липаз и липоксигеназ)). Но особенности химического состава, в частности, содержания жира текстурированного продукта из овса, определяют срок его хранения, подтверждая видовую специфичность. При этом мы наблюдаем, что хранение текстурированного продукта из овса в полимерных упаковках позволило из-за их барьерных свойств, продлить срок хранения минимум до 6 мес.

Резюме. Анализ итоговых оценок уровня качества указывает на ряд обстоятельств, которые необходимо учесть при обосновании оптимальных способов, видов упаковки и сроков хранения:

- уровень качества образцов ячменной муки и текстурированного продукта из ячменя хранимых тарным способом в сравнении с бестарным был выше;
- более высокий уровень качества при хранении ячменной муки до 9 мес. обеспечивался вариантом упаковки ПВД (*zip-lock*); при 12 мес. хранения – БП и ПВД (*zip-lock*);
- установить оптимальный способ хранения с учетом уровня качества овсяной муки из необработанного зерна не представляется возможным ввиду особенностей ее химического состава;
- хранение текстурированного продукта из овса тарным способом обеспечило его более продолжительное хранение (до 12 мес. для варианта хранения в полимерном непрозрачном упаковочном решении – Doy Pack, мет. (*zip-lock*)).

Глава 4 Экономическая оценка способов хранения

Определение экономической оценки исследуемых способов хранения муки проводилась в соответствии с требованиями межгосударственного стандарта ГОСТ 34393-2018 Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки.

Номенклатура показателей сравнительной экономической эффективности включала в себя определение годовой экономии совокупных денежных средств тарного способа хранения в сравнении с бестарным способом, определение срока окупаемости капиталовложений, и снижение потребности в электроэнергии.

В качестве базового способа был выбран бестарный способ хранения зерна в металлических силосах объемом 8 м³. Экономия совокупных денежных средств $\mathcal{E}_e$ на годовой фактический объем работ выполняемых при бестарном и тарном способах хранения муки вычислялась по формуле:

$$\mathcal{E}_e = \mathcal{Z}_{сов.i}^m - \mathcal{Z}_{сов.i}^b, \quad (7)$$

где: $\mathcal{Z}_{сов.i}^m$, $\mathcal{Z}_{сов.i}^b$ – совокупные затраты денежных средств в расчете на годовой фактический объем работ выполняемых при тарном и бестарном способах хранения 1 тонны муки, руб.

Совокупные затраты денежных средств на выполнение работ по хранению муки $\mathcal{Z}_{сов.}$ примем равными прямым эксплуатационным затратам денежных средств на хранение муки ($\mathcal{Z}_{экс.}$).

Прямые эксплуатационные затраты по хранению муки различными способами складываются из затрат денежных средств на оплату электроэнергии $\mathcal{Z}_э$, затраты на ремонт и техническое обслуживание зданий и оборудования $\mathcal{Z}_{пто}$, амортизационные отчисления $\mathcal{Z}_а$, затраты денежных средств на вспомогательные технологические материалы $\mathcal{Z}_{в.м.}$, а также прочие затраты $\mathcal{Z}_{пр.}$

$$\mathcal{Z}_{экс.} = \mathcal{Z}_э + \mathcal{Z}_{пто} + \mathcal{Z}_а + \mathcal{Z}_{в.м.} + \mathcal{Z}_{пр.} \quad (8)$$

Произведен расчет денежных затрат на хранение 1 тонны муки различными способами (бестарным и тарным) по формулам представленным ниже.

Затраты на электроэнергию вычислялись по формуле:

$$\mathcal{Z}_{эл} = g_{эл} * Ц, \quad (9)$$

где: $g_{эл}$ – расход электроэнергии машин и механизмов в расчете на 1 т муки, кВт/час;

C – цена электроэнергии для промышленных предприятий, руб/кВт*час (7,92 руб.).

При бестарном способе хранения при выгрузке муки пневмотранспортом высокого давления в силос расход электроэнергии составит 2,5 кВт/ч на 1 т муки, а затраты составят:

$$Z_{эл} = 2,5 * 1т * 1 мес. * 7,92 = 19,8 руб.$$

Затраты денежных средств на ремонт и техническое обслуживание машин (оборудования) устанавливались из выражения:

$$Z_{pj} = B_{ij} \cdot K_{pj}, \quad (10)$$

где: B_{ij} – балансовая стоимость j -й машины (оборудования) занятой в процессе i -ого способа хранения, руб.;

K_{pj} – коэффициент, учитывающий отчисления на ремонт и техническое обслуживание j -й машины, %.

Бестарный способ хранения. Используется силос цельносварной (2 шт.) общей стоимостью 864 000 руб. и пневмотрасса стоимостью 148 668 руб.

$$Z_{силос} = 864\,000 * 0,08/12 = 5760 руб.$$

$$Z_{пневмотрасса} = 148668 * 0,08/12 = 991,12 руб.$$

Итого затраты денежных средств на ремонт и техническое обслуживание оборудования составят $5760 + 991,12 = 6751,12$ руб.

Амортизационные отчисления определялись из выражений:

а) для капитальных строений:

$$Z_{Aci} = B_{cij} \cdot K_A \cdot K_S, \quad (11)$$

где: B_{cij} – балансовая стоимость j -ого капитального сооружения, руб.;

K_A – коэффициент амортизационного отчисления j -ого капитального сооружения;

K_S – коэффициент использования сооружения, определяется из выражения:

$$K_S = f/F, \quad (12)$$

где: f – используемая площадь (объем) капитального сооружения, м²(м³);

F – полезная площадь (объем) капитального сооружения, $m^2(m^3)$.

б) для машин и оборудования:

$$3A_{mi} = B_{ij}K_A, \quad (13)$$

где: B_{ij} – балансовая стоимость машины или оборудования, руб;

K_A – коэффициент амортизационного отчисления машины, %.

Для капитальных строений. Силос для хранения (срок его полезного использования – 15 лет, норма амортизационных отчислений для силоса в год 6,67%, в месяц составит 0,56 %).

$$K_S = 28,6/29 = 0,986$$

$$3A_{\text{силоса}} = 864\,000 * 6,67/12 * 100 * 0,986 = 4735,17 \text{ руб.}$$

Компрессор (из системы пневмотранспорта).

$$3A_{\text{компрессора}} = 145000 * 20/12 * 100 = 2416,7 \text{ руб.}$$

Всего сумма амортизационных отчислений при бестарном способе хранения:

$$3A_6 = 4735,17 + 2416,7 = 7151,83 \text{ руб.}$$

Затраты на вспомогательные материалы состоят из затрат на упаковку готовой продукции. При бестарном способе хранения затраты на упаковку не планируются.

Прочие затраты (сборы, командировочные, канцелярские и т.д.) составляют 4 % от суммы выше рассчитанных затрат.

$$\begin{aligned} 3_{np} &= 0,04 * (3_9 + 3_{пто} + 3_a + 3_{в.м.}) \\ &= 0,04 * (19,8 + 6751,12 + 7151,83) = 556,91 \text{ руб.} \end{aligned} \quad (14)$$

Совокупные затраты денежных средств на выполнение работ по хранению 1 тонны муки в месяц бестарным способом составят 14479,66 руб.

Произведем расчет эксплуатационные затраты при хранении муки тарным способом по формулам представленным выше. Совокупные затраты денежных средств будут складываться из затрат на хранение и затрат на выполнение работ по упаковке 1 тонны муки в месяц. Общая сумма затрат рассчитывается по формуле (8).

Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды:

При тарном хранении на обслуживании хранения муки задействованы следующие работники:

– оператор упаковочной машины оклад в месяц 40000 руб. с занятостью на 0,05 ставки;

– подсобный рабочий оклад в месяц 30000 с занятостью на 0,05 ставки;

$$ЗП_{\text{оператор машины}} = 40000 \cdot 0,05 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,302 = 4062,24 \text{ руб.}$$

$$ЗП_{\text{подсоб. рабочих}} = 30000 \cdot 0,05 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,302 = 3046,7 \text{ руб.}$$

Всего заработная плата с отчислениями на социальные нужды составит 7108,9 руб.

Затраты на электроэнергию. При тарном способе хранения (включая фасовку продукции в индивидуальную тару, погрузку и укладку ее на склад тарного хранения электропогрузчиком) расход электроэнергии рассчитывается:

– затраты по электроэнергии для электропогрузчика (расход электроэнергии в течение разгрузки 1 т муки – 1,5 кВт) составят:

$$З_{эл} = 1,5 \cdot 1 \text{ т} \cdot 1 \text{ мес.} \cdot 7,92 = 11,88 \text{ руб.}$$

–затраты по электроэнергии при использовании линии по упаковке в бумажные пакеты (расход электроэнергии на упаковку 1 т муки 1,5 кВт) составят:

$$З_{эл} = 1,5 \cdot 1 \text{ т} \cdot 1 \text{ мес.} \cdot 7,92 = 11,88 \text{ руб.}$$

–затраты по электроэнергии при использовании фасовочно-упаковочного комплекса (расход электроэнергии на упаковку 1 т муки 4,6 кВт) составят:

$$З_{эл} = 4,6 \cdot 1 \text{ т} \cdot 1 \text{ мес.} \cdot 7,92 = 36,43 \text{ руб.}$$

Затраты денежных средств на ремонт и техническое обслуживание машин (оборудования) устанавливались из выражения формулы (10).

Тарный способ хранения – при данном способе будет использоваться электропогрузчика стоимостью 1 340 тыс. руб., линия по упаковке и фасовке муки для расфасовки муки в бумажные пакеты (до 6 уп./мин) стоимостью 625 тыс. руб. и фасовочно-упаковочный комплекс для расфасовки муки в полипропиленовые мешки, пленку ПВД или фальгированные пакеты (до 25 уп./мин) стоимостью 1 020 тыс. руб. Также необходимо следующее оборудование: логгер данных температуры и влажности TESTO 184 H1 (1 шт.) стоимостью 23 253 руб. и стеллаж паллетный фронтальный стоимостью 54739 руб.

$$З_{\text{электропогрузчик}} = 1\,340\,000 \cdot 0,08/12 = 8933,33 \text{ руб.}$$

Затраты на ремонт и хранение при упаковке в бумажные пакеты составят:

$$З_{\text{линия по упаковке}} = (625\,000 + 54739 + 23253) * 0,05/12 = 2929,1 \text{ руб.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание при использовании фасовочно-упаковочного комплекса:

$$З_{\text{ФУкомплекс}} = (1\,020\,000 + 23253) * 0,05/12 = 4346,9 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления при тарном способе хранения определялись из формул (11),(12),(13).

Для машин и оборудования.

Электропогрузчик:

$$A_{ci} = 1\,340\,000 * 0,1/12 = 11166,67 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления на линию упаковки и расфасовки муки в бумажные пакеты составят:

$$A_{\text{линия по упаковке}} = (625000 + 54739 + 23253) * 6,67/100/12 = 3907,5 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления на фасовочно-упаковочный комплекс составят:

$$A_{\text{ФУкомплекс}} = (1\,020\,000 + 23253) * 6,67/100/12 = 5798,7 \text{ руб.}$$

Затраты на вспомогательные материалы состоят из затрат на упаковку готовой продукции. В стоимость упаковки в бумажные пакеты включается: стоимость пакетов с фальцами для муки (крафтовый) 1000 шт. – 20 000 руб. и стоимость гофрокороба 1200х800х800 мм П-32 бурый (16 шт* 637,15 руб./шт) – 10 194,4 руб. Итого 30194,4 руб.

В стоимость упаковки в пленку ПВД включается: стоимость пленки на 1000 шт. – 5 900 руб. и стоимость гофрокороба 1200х800х800 мм П-32 бурый (16 шт* 637,15 руб./шт) – 10 194,4 руб. Итого 16 094,4 руб.

В стоимость упаковки в фольгированные пакеты включается: стоимость фольгированного пакета на 1000 шт. – 35 500 руб. и стоимость гофрокороба 1200х800х800 мм П-32 бурый (16 шт* 637,15 руб./шт) – 10 194,4 руб. Итого 45 694,4 руб.

В стоимость упаковки в полипропиленовые мешки включается: стоимость мешков 10 шт. – 650 руб. и стоимость поддонов под мешки (1шт*1922 руб./шт) – 1922 руб. Итого 2572 руб.

Прочие затраты (сборы, командировочные, канцелярские и т.д.) составляют 4 % от суммы выше рассчитанных затрат.

$$Z_{np} = 0,04 * (Z_{от} + Z_э + Z_{pmo} + Z_a + Z_{в.м.})$$

Совокупные затраты денежных средств на выполнение работ по хранению 1 тонны муки в месяц при тарном способе хранения способом упаковка в бумажные мешки составят 45917,9 руб., при упаковке в полипропиленовые мешки составят 20657,5 руб., при упаковке в фольгированные пакеты составит 65 504,8 руб., при упаковке в пленку ПВД составит 34 720,8 руб.

Результаты расчета затрат при бестарном и тарном способах хранения (при сроках хранения 1 месяц) представлены в таблице 32.

Решающим фактором, влияющим на итоговую сумму эксплуатационных затрат, является стоимость и наличие упаковки, что показывает бестарный способ хранения как наиболее экономичный (14 479,66 руб./тонну). При сравнении видов упаковки наиболее эффективный способ при хранении в полипропиленовых мешках (44 847,3 руб./тонну).

Таблица 32 – Состав затрат при разных способах хранения муки на 1 тонну

Показатель	Способ хранения				
	тарный				БХ
	Doу Pack, мет.	БП	ПВД	ПП	
Заработная плата работников с отчислениями на социальные нужды, тыс. руб.	7108,9	7108,9	7108,9	7108,9	-
Затраты на электроэнергию, тыс. руб.	48,31	23,76	48,31	48,31	19,8
Амортизационные отчисления, тыс. руб.	16965,41	15074,13	16965,41	16965,41	7151,83
Затраты на ремонт и техническое обслуживание машин (оборудования), тыс. руб.	13280,2	11862,5	13280,2	13280,2	6751,12
Стоимость упаковки, тыс. руб.	45694,4	30194,4	16094,4	2572,0	-
Прочие затраты (4 %) тыс. руб.	1766,1	2570,5	1335,4	1599,0	556,91
Всего эксплуатационных затрат на 1 тонну, руб.	86421,16	66834,2	55637,16	41573,86	14479,66
Экономия затрат, тыс. руб./ тонну	-	19586,93	30784,0	44847,3	71941,49

Результаты расчетов при хранении и упаковке сырья бестарным и тарным способами при разных сроках представлены в таблице 33.

Таблица 33 – Затраты и себестоимость хранения пищевого сырья бестарным и тарным способами

Показатели	Способ хранения/вид упаковки				
	Doу Pack, мет.	БП	ПВД	ПП	БХ
1 месяц					
Всего на 1 тонну	86421,16	66834,2	55637,16	41573,86	14479,66
на 1 кг за срок хранения	86,42	66,83	55,64	41,57	14,48
на 1 кг в месяц	86,42	66,83	55,64	41,57	14,48
3 месяца					
Всего на 1 тонну	164219,12	137698,32	133435,12	119371,83	43438,99
на 1 кг за срок хранения	164,22	137,70	133,44	119,37	43,44
на 1 кг в месяц	54,74	45,90	44,48	39,79	14,48
6 месяцев					
Всего на 1 тонну	279765,31	244263,77	250165,31	236642,91	86877,98
на 1 кг за срок хранения	279,77	244,26	250,17	236,64	86,88
на 1 кг в месяц	46,63	40,71	41,69	39,44	14,48
9 месяцев					
Всего на 1 тонну	396800,76	351298,45	367200,76	353678,36	130255,20
на 1 кг за срок хранения	396,80	351,30	367,20	353,68	130,26
на 1 кг в месяц	44,09	39,03	40,80	39,30	14,48
12 месяцев					
Всего на 1 тонну	513836,21	458333,13	484236,21	470713,81	173755,96
на 1 кг за срок хранения	513,84	458,33	484,24	470,71	173,76
на 1 кг в месяц	42,82	38,19	40,35	39,23	14,48

Резюме. Себестоимость хранения с учетом приведенных затрат указывает на бестарный способ хранения как наиболее экономически эффективный (затраты на хранение на 1 кг в месяц составляют 14,48 руб., не меняясь в зависимости от срока хранения). С учетом оценки уровня качества следует отметить, что бестарный способ хранения не всегда обеспечивал его больший уровень по сравнению с тарным способом, в связи с чем следует учитывать себестоимость хранения по вариантам упаковки. Вне зависимости от вида упаковки стоимость хранения в расчете на 1 кг сырья в месяц с увеличением срока хранения уменьшается, то есть при хранении продолжительный период времени происходит распределения затрат на ремонт и обслуживание, амортизационных отчислений на большее количество месяцев. Экономически эффективным видом упаковки при всех сроках хранения являются полипропиленовые мешки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлено, что для продуктов, полученных путем экструзии, применим только межгосударственный стандарт ГОСТ 26791-2018, для мучного сырья предусмотрена нормативно-техническая документация в области регулирования качества, безопасности, сроков годности (хранения) в зависимости от вида муки; для ячменной и овсяной муки не предусмотрены отдельные нормативные документы на стандарты производства и контроля качества.

2. Определено изменение химического состава овсяной и ячменной муки в процессе хранения: содержания белка находилось в пределах от $13,5 \pm 0,09$ % до $12,84 \pm 0,09$ %; крахмала от $62,76 \pm 0,62$ % до $71,86 \pm 0,62$ %; сахара от $3,40 \pm 0,27$ % до $5,13 \pm 0,27$ %; для текстурированных зернопродуктов содержания белка при хранении изменялось от $12,50 \pm 0,09$ % до $14,32 \pm 0,09$ %, крахмала от $37,64 \pm 1,71$ % до $74,94 \pm 1,71$ %, сахара от $4,10 \pm 0,23$ % до $9,75 \pm 0,23$ %. Выявлено, что для муки и текстурированных продуктов из ячменя и овса срок хранения не оказал статистически значимого влияния на содержание жира и золы ($p > 0,05$). Установлено, что лимитирующими аминокислотами, характерными для муки и текстурированных продуктов из ячменя и овса являются лейцин+изолейцин, триптофан и лизин. Выявлено, что индекс незаменимых аминокислот имеет значение больше 1, приобретая такое значение за счет большего содержания ряда аминокислот к его содержанию в эталонном белке.

3. Выявлено, что изменение КЧЖ в процессе хранения для овсяной муки происходило в интервале от $15,77 \pm 2,36$ до $110,17 \pm 2,36$ мг КОН/1 г жира, текстурированных зернопродуктов от $26,53 \pm 2,2$ до $61,88 \pm 2,2$ мг КОН/1 г жира. Установлено, что для текстурированных зернопродуктов интервал 1-18 мес. сопровождается значимыми изменениями КМАФАнМ, КОЕ/г ($p < 0,0001$). Для текстурированных продуктов из ячменя и овса появления горьковатого привкуса изначально обнаруживается при хранении бестарным способом (БХ) и в БП. Оценка органолептических показателей выявила, что в отношении сохранности вкуса

текстурированные зернопродукты из ячменя и овса более устойчивы при хранении при сравнении с мукой.

4. Установлено, что для всех видов муки способ хранения и вид упаковки не оказывал влияния на КЧЖ ($p > 0,05$). Для текстурированных зернопродуктов выявлено единичное статистически значимое отличие по КЧЖ между способами хранения и видами упаковки. Определено, что для текстурированных зернопродуктов и муки из ячменя и овса срок, способ хранения и вид упаковки не оказал статистически значимого влияния ($p > 0,05$) на функционально-технологические характеристики (ВПС, ВУС и ЖУС), что не позволяет рассматривать их в качестве факторов, определяющих их изменение. В отношении ячменной и овсяной муки выявлено, что бестарный способ хранения имеет статистически значимые отличия по КМАФАНМ, КОЕ/г с каждым видом упаковки (от $p = 0,017$ до $p = 0,025$).

5. Обоснованы оптимальные способы хранения и виды упаковки с учетом уровня качества при различных максимально возможных сроках хранения: ячменная мука – 12 мес. хранения в полиэтиленовом пакете (ПВД); текстурированный продукт из ячменя – 12 мес. хранения в полиэтиленовом пакете (ПВД), 18 мес. хранения в полиэтиленовом пакете (ПВД) в вакуумной упаковке; текстурированный продукт из овса – 6 мес. хранения в полиэтиленовом пакете (ПВД) в вакуумной упаковке, 12 мес. хранения в пакете Doу Pack металлизированном.

6. Определено, что наиболее экономически эффективным является бестарный способ хранения. Выявлено, что для предприятий, осуществляющих хранение, в максимально короткие сроки рекомендуется реализовывать данные виды продукции в связи с увеличением затрат на хранение в течение каждого последующего месяца. Установлено, что полипропиленовые мешки являются экономически эффективными по сравнению с другими видами упаковки. Разработана и утверждена нормативная документация – технологическая инструкция на хранение тарным и бестарным способом продуктов переработки зерна (муки и текстурированных зернопродуктов) ТИ 10.61.-97623423-001-2024, технологический регламент «Правила хранения текстурированных зернопродуктов и муки из ячменя и овса».

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

В диссертации применяются следующие сокращения и обозначения:

КЧЖ	– кислотное число жира, мг КОН на 1 г жира
БП	– крафтовый пакет из бумаги высокой плотности
ПВД (<i>zip-lock</i>)	– полиэтиленовый пакет с застежкой <i>zip-lock</i>
Doy Pack, мет. (<i>zip-lock</i>)	– пакет Doy Pack с застежкой <i>zip-lock</i> металлизированный
ПВД в вакуум.	– полиэтиленовый пакет (ПВД) в вакуумной упаковке
ПП	– полипропиленовый мешок
БХ	– бестарный способ хранения
ВПС	– водопоглотительная способность
ВУС	– водоудерживающая способность
ЖУС	– жирудерживающая способность
ИНАК	– индекс незаменимых аминокислот

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алферников, О. Ю. Совершенствование технологии пищевых текстуратов, получаемых способом термопластической экструзии : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.18.01, 05.18.04 / Алферников Олег Юрьевич; [Место защиты: Кубан. гос. технол. ун-т]. – Краснодар, 2010. – 24 с.
2. Анисимова, Л. В. Стойкость при хранении овсяной муки, полученной разными способами / Л. В. Анисимова, Солтан Осама Исмаил Ахмед // Ползуновский вестник. – 2017. – № 4. – С. 14-20.
3. Анисимова, Л. В. Стойкость при хранении ячменной муки, полученной разными способами / Л. В. Анисимова, А. А. Выборнов // Известия вузов. Пищевая технология. – 2014. – № 2-3. – С. 41-44.
4. Антипов, С. Т. Проектирование технологий и техники будущего пищевых производств : учебник для вузов / С. Т. Антипов, В. А. Панфилов, С. В. Шахов ; Под редакцией академика Российской академии наук В. А. Панфилова. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 480 с. – ISBN 978-5-8114-9362-3. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/233243> (дата обращения: 19.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Асангалиева, Ж. Р. Влияние ионноозонокавитационной обработки на биохимические свойства зерна пшеницы / Ж. Р. Асангалиева // Международный научный журнал «Вестник науки». – 2022. - № 8(53), Т. 4. – С. 96-100.
6. Бакуменко, О. Е. Научные и практические аспекты разработки снековых батончиков для здорового питания : монография / О. Е. Бакуменко, Н. В. Рубан, Е. В. Алексеенко. – Москва : РОСБИОТЕХ, 2023. – 190 с. – ISBN 978-5-907710-76-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/332984> (дата обращения: 19.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Балыхин, М. Г. Зерно, мука и хлеб России. Производство – хранение – переработка – рынок : монография / М. Г. Балыхин, В. А. Бутковский, О. А. Ильина [и др.]. – Москва : МГУПП, 2020. – 564 с. – ISBN 978-5-98597-452-2. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL:

<https://e.lanbook.com/book/163720> (дата обращения: 01.11.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Бокова, Е. С. Полимерно-пленочные материалы на основе полиолефинов для упаковки бакалейной продукции / Бокова Е. С., Полетаева А. Н., Евсюкова Н. В. // Пластические массы. – 2018. - № 7-8. – С. 51-56.

9. Бориева, Л. З. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий : учебно-методическое пособие / составитель Л. З. Бориева. – Нальчик : Кабардино-Балкарский ГАУ, 2019. – 162 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/137658> (дата обращения: 20.02.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

10. Борисова, С. В. Проектирование хлебопекарных предприятий : учебное пособие / С. В. Борисова. – Казань : КНИТУ, 2013. – 148 с. – ISBN 978-5-7882-1463-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/73385> (дата обращения: 20.02.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

11. Бурова, Т. Е. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания : учебник / Т. Е. Бурова. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 364 с. – ISBN 978-5-8114-3968-3. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/130155> (дата обращения: 20.02.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

12. Васюкова, А. Т. Товароведение и экспертиза качества потребительских товаров / А. Т. Васюкова, А. Д. Дмитриев. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 236 с. – ISBN 978-5-507-44193-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/214736> (дата обращения: 20.02.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

13. Вобликов, Е. М. Технология элеваторной промышленности : учебник / Е. М. Вобликов. — Санкт-Петербург: Лань, 2010. — 376 с.

14. 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.

15. ГОСТ 7045-2017 Мука ражаная хлебопекарная. Технические условия [Текст]. – Введ. 2019-01-01. – М. : Стандартинформ, 2019. – 12 с.
16. ГОСТ 12183-2018 Мука ржано-пшеничная и пшенично-ржаная обойная хлебопекарная. Технические условия [Текст]. – Введ. 2019-09-01. – М. : Стандартинформ, 2019. – 14 с.
17. ГОСТ 26574-2017 Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия [Текст]. – Введ. 2019-01-01. – М. : Стандартинформ, 2018. – 16 с.
18. ГОСТ 26791-2018 Продукты переработки зерна. Упаковка, маркировка, транспортировка и хранение [Текст]. – Введ. 2019-09-01. – М. : Стандартинформ, 2018. – 11 с.
19. ГОСТ 31491-2012 Мука из мягкой пшеницы для макаронных изделий. Технические условия [Текст]. – Введ. 2013-07-01. – М. : Стандартинформ, 2012. – 12 с.
20. ГОСТ 31700-2012 Зерно и продукты его переработки. Метод определения кислотного числа жира [Текст]. – Введ. 2013-07-01. – М. : Стандартинформ, 2019. – 10 с.
21. ГОСТ 31463-2012 Мука из твердой пшеницы для макаронных изделий. Технические условия [Текст]. – Введ. 2013-07-01. – М. : Стандартинформ, 2019. – 8 с.
22. ГОСТ 31645-2012 Мука для продуктов детского питания. Технические условия [Текст]. – Введ. 2013-07-01. – М. : Стандартинформ, 2019. – 11 с.
23. ГОСТ 34142-2017 Мука тритикалевая. Технические условия [Текст]. – Введ. 2018-07-01. – М. : Стандартинформ, 2019. – 14 с.
24. ГОСТ 34816-2021 Мука пшеничная блинная. Технические условия [Текст]. – Введ. 2022-07-01. – М. : Российский институт стандартизации, 2022. – 14 с.
25. ГОСТ 34817-2021 Мука пшеничная с добавлением муки из крупных культур для блинов и оладий. Технические условия [Текст]. – Введ. 2022-07-01. – М. : Российский институт стандартизации, 2022. – 18 с.

26. ГОСТ Р 59716-2021 Мука пшенично-тритикалевая обойная. Технические условия [Текст]. – Введ. 2021-09-30. – М. : Российский институт стандартизации, 2021. – 12 с.

27. ГОСТ Р 59717-2021 Мука пшенично-тритикалево-ржаная обойная. Технические условия [Текст]. – Введ. 2021-09-30. – М. : Российский институт стандартизации, 2021. – 12 с.

28. Глухов, М. А. Разработка и научное обоснование способа производства пищевых текстуратов в экструдере с динамической матрицей : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.18.12, 05.18.01 / Глухов Максим Алексеевич; [Место защиты: Воронеж. гос. технол. акад.]. - Воронеж, 2008. - 20 с.

29. Гурьева, К. Б. Изменение белково-протеиназного комплекса пшеничной муки при длительном хранении / К. Б. Гурьева, Е. Ф. Когтева, С. Л. Белецкий // Хлебопродукты. – 2018. – № 12. – С. 56-59.

30. Гурьева, К. Б. Инновационные способы технологии хранения муки и крупы. Складское хранение / К. Б. Гурьева, Н. А. Хаба, О. С. Корнева, С. Л. Белецкий // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. – 2021. – № 16. – С. 56-69.

31. Гурьева, К. Б. Исследование белкового комплекса пшеничной муки при хранении / К. Б. Гурьева, Е. Ф. Когтева, А. А. Черенков, Д. С. Кузнецова, А. Н. Голованова // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. – 2015. – № 3(3). – С. 84-96.

32. Гурьева, К. Б. Роль полимерных упаковочных материалов в обеспечении сохранности бакалейных товаров / Гурьева К. Б., Магаюмова О. Н., Белецкий С. Л. // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд: науч. сб. Вып. X. – М.: Галлея-Принт, 2018. – С. 82-96.

33. Гурьева, К. Б. Тенденции изменения белково-протеиназного комплекса пшеничной муки при длительном хранении / К. Б. Гурьева, Е. Ф. Когтева, С. Л. Белецкий // Инновационно-технологическое развитие пищевой промышленности – тенденции, стратегии, вызовы : сборник научных трудов XXI Международной научно-практической конференции, посвященная памяти Василия Матвеевича

Горбатова (Москва, 06 декабря 2018 г.). – Москва : Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова, 2018. – С. 67-71.

34. Журавлев, А. П. Влияние условий и продолжительности хранения на качество пшеничной муки высшего сорта / Журавлев А. П. // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. - № 4. – С. 65-69.

35. Завражнов, А. И. Тенденции развития инженерного обеспечения в сельском хозяйстве / А. И. Завражнов, Л. В. Бобрович. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 688 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/198563> (дата обращения: 20.02.2024).

36. Иванова, Е. П. Управление качеством сельскохозяйственной продукции. Практикум : учебное пособие / Е. П. Иванова. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 148 с. – ISBN 978-5-8114-3555-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206468> (дата обращения: 20.02.2024).

37. Использование растительного волокнистого текстурата в технологии полукопченых колбас / Е. К. Туниева, В. В. Насонова, К. И. Спиридонов, Е. В. Левина // Все о мясе. – 2019. – № 2. – С. 33-35. – DOI 10.21323/2071-2499-2019-2-33-35.

38. Казаков, Е. Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов (3-е переработанное и дополненное издание) / Е. Д. Казаков, Г. П. Карпиленко. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2005. – 512 с.

39. Карпов, В. Г. Разработка технологии новых видов крахмалопродуктов экструзионным способом : автореферат дис. ... доктора технических наук : 05.18.05 / Карпов Владимир Георгиевич; [Место защиты: ВНИИ крахмалопродуктов]. – Москва, 2000. – 48 с.

40. Квасенко, О. И. Экструзионные пищевые технологии / О. И. Квасенко, Г. И. Касьянов. – Краснодар: Экоинвест, 2012. – 160 с.

41. Козьмина, Н. П. Теоретические основы прогрессивных технологий (Биотехнология.) Зерноведение (с основами биохимии растений) / Н. П. Козьмина, В. А. Гунькин, Г. М. Суслиянок. – Москва: Колос, 2006. – 464 с.

42. Коржов, И. В. Разработка технологии растительных текстуратов для использования в производстве пищевых продуктов : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.18.01, 05.18.04 / Коржов Игорь Васильевич; [Место защиты: Краснояр. гос. аграр. ун-т]. – Красноярск, 2014. – 19 с.

43. Кочелорова, Г. В. Производство и экспорт сельскохозяйственной продукции / Г. В. Кочелорова // Приоритетные направления развития регионального экспорта продукции АПК: материалы международной научно-практической конференции [Электронный ресурс]: (16-17 ноября 2023 года, г. Красноярск) / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2024. – С. 68-72. – URL: <http://www.kgau.ru/new/all/science/04/2023/01.pdf> (дата обращения 20.02.2024).

44. Манжесов, В. И. Технология послеуборочной обработки, хранения и предреализационной подготовки продукции растениеводства: учебное пособие / В. И. Манжесов, И. А. Попв, И. В. Максимов и др.; под общ. ред. В. И. Манжесова. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 624 с.

45. Мезенова, О. Я. Биотехнология рационального использования гидробионтов : учебник / О. Я. Мезенова. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/211325> (дата обращения: 26.09.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – С. 136.

46. Методические указания МУК 4.2.1847-04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 6 марта 2004 г.). – Текст : электронный // ГАРАНТ: [сайт]. – URL: <https://base.garant.ru/12136640/> (дата обращения: 20.03.2014).

47. Мишанин, Ю.Ф. Биотехнология рациональной переработки животного сырья: учебное пособие для вузов / Ю.Ф. Мишанин. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 720 с.

48. Мишанин, Ю. Ф. Рациональная переработка мясного и рыбного сырья / Ю. Ф. Мишанин, Г. И. Касьянов, А. А. Запорожский. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 720 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/276437> (дата обращения: 12.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

49. Островский, Ю. К. Прогнозирование сроков хранения муки в полимерной упаковке / Ю. К. Островский, А. Н. Полетаева, Е. С. Бокова, Н. В. Евсюкова // Дизайн и технологии. – 2018. – № 65(107). – С. 76-82.

50. Объём реализации зерновых и масличных из Красноярского края вырос за пять лет в 2,5 раза. – Текст : электронный // Официальный портал Красноярского края [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.krskstate.ru/press/news/agro/0/news/96494?eyes=yes#> (дата обращения 20.02.2024 г.).

51. Пахомова, О. Н. Разработка и использование функционального пищевого обогатителя из жмыха рапсового : диссертация ... кандидата технических наук : 05.18.15 / Пахомова Ольга Николаевна; [Место защиты: Гос. ун-т - учебно-научно-произв. комплекс]. - Орел, 2014. - 162 с.

52. Петренко, В. В. Влияние систем земледелия на технологические свойства зерна и муки пшеницы озимой в процессе хранения / В. В. Петренко // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 12. – С. 30-32.

53. Полетаева, А. Н. Изучение влияния упаковки из полимерных пленочных материалов на основе полиолефинов на сохранность муки при длительном хранении / А. Н. Полетаева, Е. Ф. Когтева, Е. А. Полякова // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. – 2017. – № 7(7). – С. 240-248.

54. Полетаева, А. Н. Исследование пленочных материалов на основе полиолефинов для упаковки и хранения муки пшеничной хлебопекарной / А. н. Полетаева // Пищевые системы: теория, методология, практика: сборник научных трудов XI Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов отделения сельскохозяйственных наук Российской академии

наук/ВНИХИ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН. – М.: – ВНИХИ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова», 2017. – С. 242-246.

55. Полетаева, А. Н. Перспективные упаковочные материалы на основе полиолефинов как один из видов упаковочного решения для хранения бакалейной продукции / Полетаева А. Н., Бокова Е. С., Евсюкова Е. С., Кузнецова Д. С. // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (Инновации-2016): сборник материалов международной научно-технической конференции (Москва, 15-16 ноября 2016 года). – М.: ФГБОУ ВО «Московский государственный университет дизайна и технологии», 2016. – С. 214-217.

56. Приезжева, Л. Методика определения норм свежести и годности зернопродуктов по кислотному числу жира / Л. Приезжева // Хлебопродукты. – 2012. – № 2. – С. 50-53.

57. Приезжева, Л. Г. Взаимосвязь биохимических, физико-химических и хлебопекарных свойств пшеничной муки высшего сорта при длительном хранении в разных температурно-влажностных условиях / Л. Г. Приезжева, В. Ф. Сорочинский, Е. П. Мелешкина, А. И. Коваль, И. А. Вережникова, С. Н. Коломиец // Хлебопродукты. – 2018. – № 7. – С. 44-46.

58. Приезжева, Л. Г. Влияние свободных жирных кислот на физические свойства клейковины при длительном хранении пшеничной муки в условиях повышенных температур и низкой влажности муки / Л. Г. Приезжева, Е. П. Мелешкина, В. Ф. Сорочинский, А. И. Коваль, И. А. Вережникова, Л. Г. Игнатова // Хлебопродукты. – 2015. – № 11. – С. 56–58.

59. Приезжева, Л. Г. Изменение биохимических, физико-химических и хлебопекарных показателей пшеничной муки при хранении в разных температурно-влажностных условиях / Л. Г. Приезжева, Е. П. Мелешкина, В. Ф. Сорочинский, А. И. Коваль, Л. Г. Игнатова, Л. И. Семикина // Хлебопродукты. – 2017. – № 8. – С. 38–40.

60. Приезжева, Л. Г. Использование показателя кислотное число жира для установления норм безопасного хранения и годности зернопродуктов / Л. Г.

Приезжева, Е. П. Мелешкина // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. – 2014. – № 2(2). – С. 194-202.

61. Приезжева, Л. Г. Использование показателя «кислотное число жира» для установления норм безопасного хранения и годности овсяной крупы / Л. Г. Приезжева // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2016. – № 7-8(166). – С. 12-14.

62. Приезжева, Л. Г. Кислотное число жира, как показатель оценки свежести муки / Л. Г. Приезжева, А. Ф. Шухнов // Научные основы хранения и переработки зерна в современных условиях : к 80-летию ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии / Российская академия сельскохозяйственных наук, Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки, 2008. – С. 268-274.

63. Приезжева, Л. Г. Метод определения кислотного числа жира в продуктах переработки зерна / Л. Г. Приезжева, А. Ф. Шухнов // Пищевая промышленность. – 2010. – № 12. – С. 61-63.

64. Приезжева, Л. Г. Определение степени свежести зерна и зернопродуктов по показателю кислотное число жира / Л. Г. Приезжева, А. Ф. Шухнов // Нивы России : Сборник материалов II Всероссийского конгресса зернопереработчиков «Нивы России», Барнаул, 27–29 октября 2003 года. – Барнаул: Параграф, 2003. – С. 178-180.

65. Приезжева, Л. Г. Определение сроков хранения и годности пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта по кислотному числу жира при умеренной и повышенной температуре / Л. Г. Приезжева, Е. П. Мелешкина, В. Ф. Сорочинский, С. Н. Коломиец, И. А. Вережникова, Л. Г. Игнатова // Хлебопродукты. – 2016. – № 6. – С. 52-55.

66. Приезжева, Л. Г. Сроки безопасного хранения пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта в различных условиях / Л. Г. Приезжева, Е. П. Мелешкина, В.

Ф. Сорочинский, А. В. Яицких, И. А. Вережникова // Хлебопродукты. – 2017. – № 6. – С. 46-49.

67. Приезжева, Л. Г. Установление норм безопасного хранения и годности овсяной крупы по кислотному числу жира / Л. Г. Приезжева // Хлебопродукты. – 2016. – № 2. – С. 45-47.

68. Приезжева, Л. Г. Установление норм свежести и годности пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта по кислотному числу жира / Л. Г. Приезжева // Хлебопродукты. – 2013. – № 4. – С. 56-59.

69. Приезжева, Л. Г. Установление сроков безопасного хранения зернопродуктов по показателю кислотное число жира / Л. Г. Приезжева // Инновационные технологии длительного хранения товаров в условиях вступления России в ВТО : Международная научно-практическая конференция, Москва, 05 декабря 2013 года. – Москва: Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, 2013. – С. 97-103.

70. Приезжева, Л. Г. Уточненные нормы безопасного хранения и годности пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта по кислотному числу жира / Л. Г. Приезжева, Е. П. Мелешкина // Хлебопродукты. – 2018. – № 6. – С. 44-47.

71. Приезжева, Л. Г. Характер изменения кислотного числа жира в процессе хранения пшеничной и ржаной муки / Л. Г. Приезжева // Актуальные проблемы в области создания инновационных технологий хранения сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов : Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Углич, 07–08 сентября 2011 года. – Углич: Российская академия сельскохозяйственных наук, 2011. – С. 195-197.

72. Проектирование макаронных фабрик и цехов различной мощности : учебное пособие / Н. Н. Типсина, Д. А. Кох, Н. В. Присухина, Г. К. Селезнева. – Красноярск : КрасГАУ, 2015. – 114 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/187272> (дата обращения: 20.02.2024).

73. Разработка энергоэффективных технологических решений при производстве текстуратов / А. Н. Остриков, В. Н. Василенко, Л. Н. Фролова, Е. А. Татаренков // Хлебопродукты. – 2013. – № 8. – С. 40-42.

74. Рензьева, Т. В. Научное обоснование, разработка и оценка качества мучных кондитерских и хлебобулочных изделий с использованием продуктов переработки масличных культур Сибирского региона : автореферат дис. ... доктора технических наук : 05.18.15 / Рензьева Тамара Владимировна; [Место защиты: Кемер. технол. ин-т пищевой пром.]. - Кемерово, 2009. - 46 с.

75. Стандарты и регламенты – Текст : электронный // РОССТАНДАРТ. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost//home/standarts> (дата обращения 30.03.2023).

76. Бюллетени о состоянии сельского хозяйства (электронные версии). – Текст : электронный // РОССТАТ. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11110/document/13277> (дата обращения: 01.11.2023).

77. Сидоренко, Т. А. Исследование влияния свойств экструдированного сырья на технологию мучных кондитерских изделий / Т. А. Сидоренко // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2010. – № 4. – С. 974.

78. Смирнова, Т. А. Микробиология зерна и продуктов его переработки : учеб. пособие / Т. А. Смирнова, Е. И. Кострова. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 159 с.

79. Солтан, О. И. Разработка технологии овсяной муки с интенсивным увлажнением зерна и мучных композитных смесей на её основе : диссертация ... кандидата технических наук : 05.18.01 / Солтан Осама Исмаэил Ахмед; [Место защиты: ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»]. - Барнаул, 2020. - 196 с.

80. Сорочинский, В. Ф. Прогнозирование сроков безопасного хранения пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта по значению кислотного числа жира / В. Ф. Сорочинский, Л. Г. Приезжева // Хлебопродукты. – 2018. – № 8. – С. 48-50.

81. Сравнительная оценка соевого текстурата и текстурата клейковины, полученного методом термопластической экструзии / И. В. Бобренева, Д. А. Мерников, В. И. Степанов, А. Ю. Шариков – Текст : непосредственный // Перспективные биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов : VII Международный научно-практический симпозиум, Москва, 09 апреля 2014 года / Под редакцией В.А. Полякова, Л.В. Римаревой. – Москва : Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии РАСХН, 2014. – С. 242-247.

82. Скрипникова, Т. П. Обоснование и разработка технологии текстурированного соевого концентрата и кулинарной продукции на его основе : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.18.15 / Дальневост. гос. акад. экономики и упр. - Владивосток, 2004. - 25 с.

83. Скурихин, И. М. Химический состав российских пищевых продуктов : справочник / Под. ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. – Москва : ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

84. Татаренков, Е. А. Научное обеспечение процесса производства экструдированных текстуратов методом динамического формования : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.18.12, 05.18.01 / Татаренков Евгений Анатольевич; [Место защиты: Воронеж. гос. технол. акад.]. - Воронеж, 2011. - 19 с.

85. Техника пищевых производств малых предприятий. Часть 2. Сборка пищевых продуктов из компонентов сельскохозяйственного сырья : учебник для вузов / С. Т. Антипов, А. И. Ключников, И. С. Моисеева [и др.]. – 2-е изд., перераб. И доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 596 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/174963> (дата обращения: 20.02.2024).

86. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (утв. Решением Комиссии Таможенного союза

от 9 декабря 2011 года N 880). – Текст : электронный // ГАРАНТ: [сайт]. – URL: <https://base.garant.ru/70106650/> (дата обращения: 20.03.2014).

87. Технологическое оборудование пищевых производств : учебное пособие / А. Н. Поперечный, В. Г. Корнийчук, В. А. Парамонова, С. А. Боровков. – Донецк : ДонНУЭТ имени Туган-Барановского, 2016. – 300 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/170482> (дата обращения: 20.02.2024).

88. Технология и экспертиза хлебобулочных и макаронных изделий : учебное пособие / Н. С. Санжаровская, Н. В. Сокол, О. П. Храпко, Н. В. Агеева. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 96 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/315749> (дата обращения: 20.02.2024).

89. Технология производства хлебобулочных изделий с использованием текстурированной сои / Н. Н. Типсина, Д. А. Кох, Е. Л. Демидов, М. С. Белошапкин // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 3(192). – С. 161-166.

90. Трухачев, В. И. Экономика агропромышленного комплекса региона: модели перспективного развития: учебное пособие / В. И. Трухачев, О. Н. Кусакина, Е. А. Косинова [и др.] ; под общей редакцией В. И. Трухачева. – Ставрополь : СтГАУ, 2018. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/141643> (дата обращения: 10.07.2023).

91. Турчанинова, Т. П. Техника и технология бестарного хранения муки. / Т. П. Турчанинова. – Москва: Пищепроммздат, 2009. – 540 с.

92. Урубков, С. А. Разработка диетических экструдированных поликомпонентных продуктов со льном / С. А. Урубков, А. А. Королёв, И. С. Коптяева, Л. Я. Корнева // Ползуновский вестник. – 2018. – № 4. – С. 84-88.

93. Федорович, И. В. Изменение аминокислотного состава белка текстурированных зернопродуктов и муки при хранении различными способами / И. В. Федорович, М. А. Янова // Вестник КрасГАУ. – 2024. – № 12. – С. 168–178.

94. Федорович, И. В. Изменение аминокислотного состава текстурированных зернопродуктов при хранении / И. В. Федорович, М. А. Янова // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 6(183). – С. 225-236.

95. Федорович, И. В. Изменение показателей качества овсяной муки в процессе хранения / И. В. Федорович, М. А. Янова // Хлебопродукты. – 2023. – № 10. – С. 46-50.

96. Федорович, И. В. Изменение химического состава ячменной муки в процессе хранения различными способами / И. В. Федорович, М. А. Янова, А. Ю. Першаков // Вестник КрасГАУ. – 2024. - № 3 (204). – С. 242-252.

97. Федорович, И.В. Изменение содержания белка в текстурированных зернопродуктах при хранении / И.В. Федорович, М.А. Янова // Пища.Экология.Качество : труды XIX международной научно-практической конференции, Новосибирск, 08–09 ноября 2022 года. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2022. – С. 541-545.

98. Федорович, И. В. Изменение содержания углеводов в текстурированных зернопродуктах при хранении / И. В. Федорович, М. А. Янова // Актуальные вопросы переработки и формирование качества продукции АПК : Материалы II Международной научной конференции, Красноярск, 15 декабря 2022 года / Отв. за выпуск А.В. Коломейцев, Е.А. Речкина. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. – С. 149-153.

99. Федорович, И. В. Нормативно-правовое обеспечение хранения муки и текстуратов из экструдатов зерновых культур / И. В. Федорович, М. А. Янова // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития : Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 18–20 апреля 2023 года / Ответственные за выпуск: А.В. Коломейцев, В.Г. Крымкова. Том 1. Часть 2. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. – С. 321-326.

100. Fedorovich, I. V. Storing flour as a complex process determining its quality / I. V. Fedorovich // Инновационные тенденции развития российской науки : Материалы XIV Международной научно-практической конференции молодых ученых, Красноярск, 07–09 апреля 2021 года. Vol. Часть II. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – Р. 175-178.

101. Функциональное питание: учебное пособие / составители Э. Э. Сафровнова, А. А. Быченкова, Е. П. Линич. – Санк-Петербург: Лань, 2022. – 256 с.

102. Целесообразность использования текстуратов растительных белков в производстве ветчинных изделий / М. И. Сложенкина, Е. А. Кузнецова, Ю. В. Стародубова, М. Н. Чепеленко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 1(37). – С. 161-164.

103. Шариков, А. Ю. Модификация углеводов сельскохозяйственного сырья в процессе термопластической экструзии (обзор) / А. Ю. Шариков, М. В. Амелякина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – Т. 22, № 6. – С. 795-803.

104. Шмалько, Н. А. Использование экструдированных продуктов в хлебопечении / Н. А. Шмалько, А. В. Беликова, Ю. Ф. Росляков // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 7. – С. 90-92.

105. Шухнов, А. Ф. Об оценке свежести муки и определении сроков ее безопасного хранения / А. Ф. Шухнов, Л. Г. Приезжева, К. А. Чурусов // Оптимальное питание - здоровье нации : Материалы VIII Всероссийского Конгресса, Москва, 26–28 октября 2005 года. – Москва: Государственное учреждение Научно-исследовательский институт питания Российской академии медицинских наук, 2005. – С. 297-298.

106. Шухнов, А. Ф. Определение сроков безопасного хранения муки по критерию кислотного числа жира / А. Ф. Шухнов, Л. Г. Приезжева, В. Г. Дулаев [и др.] // Хранение пищевых продуктов и продовольственного сырья : Тезисы докладов научно-технической конференции, Москва, 01–04 июня 1999 года. – Москва: Государственный комитет РФ по государственным резервам, 1999. – С. 42-44.

107. Шухнов, А. Ф. О разработке проекта ГОСТ Р на метод определения кислотного числа жира в зерне и зернопродуктах / А. Ф. Шухнов, Л. Г. Приезжева, К. Б. Гурьева // Современное приборное обеспечение и методы анализа почв, кормов, растений и сельскохозяйственного сырья : Материалы конференции, Москва, 02–04 декабря 2003 года. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, 2003. – С. 113-114.

108. Янова, М. А. Актуализация нормативной документации, регламентирующей организацию и ведение технологического процесса на элеваторах и хлебоприёмных предприятиях / М. А. Янова, Е. Н. Олейникова, А. В. Шаропатова, В. Н. Невзоров // Хлебопродукты. – 2022. – № 12. – С. 41-45.

109. Янова, М. А. Влияние текстурированных продуктов из экструдированного зерна овса на качество затяжного печенья / М. А. Янова, Н. В. Присухина // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 1(154). – С. 132-138.

110. Янова, М. А. Использование текстурированных зерновых продуктов в производстве основного бисквита / М. А. Янова, Н. В. Присухина // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 2(155). – С. 137-147.

111. Янова, М. А. Исследование влияния типа хранения на качественные показатели муки и текстурированных зернопродуктов при длительном хранении / М. А. Янова, И. В. Федорович // Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века: сборник материалов VIII международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию со дня основания Кубанского государственного технологического университета (14-16 сентября 2023 г.) / ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет». – Электронные текстовые данные. – Краснодар: Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2023. – С. 77-85.

112. Янова, М. А. Современные аспекты хранения муки и текстурированных зернопродуктов / М. А. Янова, И. В. Федорович // Проблемы и пути повышения качества зерна в природно-климатических условиях Западной Сибири: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием (1 ноября 2023 г.). – Тюмень, 2023. – URL: <https://gausz.ru/nauka/setevye-izdaniya/2023/kachestvo-zerna.pdf> (дата обращения 06.01.2023). – Текст : электронный. – С. 162-168.

113. Янова, М. А. Текстурированные зерновые продукты– перспективное сырье для хлебопекарной и кондитерской промышленности / М. А. Янова, Ю. Ф. Росляков // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2019. – № S9. – С. 164-172.

114. Янова, М. А. Функционально-технологические характеристики текстурированных продуктов различного фракционного состава из экструдированного зерна злаковых культур / М. А. Янова, Ю. Ф. Росляков, Я. В. Смольникова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. – № 2-3(374-375). – С. 81-85.

115. Янова, М. А. Экструзионная обработка зерна ячменя и овса для получения муки и мучных кондитерских, хлебобулочных изделий : монография / М. А. Янова, Т. С. Иванова: Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – 115 с.

116. Adebawale, A. A. Influence of storage conditions and packaging materials on some quality attributes of water yam flour / A. A. Adebawale, H. O. Owo, O. P. Sobukola, O. A. Obadina, O. E. Kajihaua, M. O. Adegunwa, L. O. Sanni, K. Tomlins // Cogent Food & Agriculture. – 2017. –Volume 3. – P. 1385130.

117. Adom, K. K. Phytochemicals and antioxidant activity of milled fractions of different wheat varieties / K. K. Adom, M. E. Sorrells, R. H. Liu // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2005. –Volume 53. – P. 2297-2306.

118. Agrahar-Murugkar, D. Influence of storage and packaging conditions on the quality of soy flour from sprouted soybean / D. Agrahar-Murugkar, K. Jha // Journal of Food Science and Technology. – 2011. –Volume 48(3). – P. 325–328. Doi: 10.1007/s13197-011-0242-2.

119. Agrahar-Murugkar, D. Influence of storage and packaging conditions on the quality of soy flour from sprouted soybean / D. Agrahar-Murugkar, K. Jha // Journal of Food Science and Technology. – 2011. –Volume 48(3). – P. 325–328. DOI 10.1007/s13197-011-0242-2.

120. Allai, F. M. Effect of extrusion processing conditions on the techno-functional, antioxidant, textural properties and storage stability of wholegrain-based breakfast cereal incorporated with Indian horse chestnut flour / F. M. Allai, Z. R. A. A. Azad, B. N. Dar, Kh. Gul // Italian Journal of Food Science. – 2022. – Vol. 34 (3). –P. 105–123. Doi: 10.15586/ijfs.v34i3.2238 105.

121. Al-Defiery, M. E. Mycoflora of mold contamination in wheat flour and storage wheat flour / M. E. Al-Defiery, A. F. Merjan // *Mesopotamia Environmental Journal*. – 2015. – Vol. 1, No. 2. – P. 18-25.

122. Amin, T. Effect of storage materials and duration on the physicochemical, pasting and microstructural properties of low glycemic index rice flour / T. Amin, H. R. Naik, S. Z. Hussain, H. A. Makroo, S. A. Rather // *International Journal of Biological Macromolecules*. – 2020. – Volume 162. – P. 1616-1626.

123. Bhattacharjee, M. The keeping quality of wheat flour in different packaging materials / M. Bhattacharjee, N. G. Bhole // *Food and Nutrition Bulletin*. – 1984. – Volume. 6, No. 1. – P. 1-4.

124. Bima Effect of packaging type and storage time on the quality of wheat flour / Bima, Muhammad Ibadurrahman, Rondang Tambun // *E3S Web of Conferences*. – 2024. –Volume 519(9). – P. 03021.

125. Butt, Masood Sadiq Effect of moisture and packaging on the shelf life of wheat flour / Masood Sadiq Butt, Muhammad Nasir, Saeed Akhtar and Kamran Sharif // *Internet Journal of Food Safety*. – 2004. –Volume 4. – P. 1-6.

126. Changes in nutritional properties and bioactive compounds in cereals during extrusion cooking : chapter in book / C. R. Moreno, P. C. R. Fernández, E. O. C. Rodríguez, J. M. Carrillo, S. M. Rochín // *Extrusion of Metals, Polymers and Food Products*. – 2018. – URL: <https://www.intechopen.com/books/5830> (дата обращения 06.01.2023). – Текст : электронный. – P. 103-124.

127. Choubey, Vandana Effect of packaging material on shelf life of composite flour / Vandana Choubey, S. Pate // *JNKVV Research Journal*. – 2013. – Volume 47, Number 1. – P. 95–99.

128. Christ, D. Effectiveness of ozone gas application methods against combined multi-contaminants in food / Christ D, Savi GD, Scussel VM // *Food and Public Health*. – 2017. – Volume 7(3). – P. 51-58.

129. Chung, D. Simple models for evaluating effects of small leaks on the gas barrier properties of food packages / D. Chung, S. E. Papadakis, K. L. Yam // *Packaging Technology and Science*. – 2003. –Volume 16(2). – P. 77–86. Doi:10.1002/pts.616/

130. Chung, O. K. *Wheat Chemistry and Technology* / O. K. Chung, J. Ohm, M. S. Ram, S. Park, K. Khan, P. R. Shewry // 4th ed. AACC International, St. Paul, MN, 2009. – P. 363-390.

131. Daramola, B. Nutrient composition and storage studies on roselle extract enriched deep-fat-fried snack food / B. Daramola, O. A. Asunni // *African Journal of Biotechnology*. – 2006. – Volume 5. – P. 1803–1807.

132. Doblado-Maldonado, A. F. Key issues and challenges in whole wheat flour milling and storage / A. F. Doblado-Maldonado, O. A. Pike, J. C. Sweley, D. J. Rose // *Journal of Cereal Science*. – 2012. – Volume 56. – P. 119-126. Doi: 10.1016/j.jcs.2012.02.015/

133. Every, D. Distribution of redox enzymes in mill streams and relationships to chemical and baking properties of flour / D. Every, L. D. Simmons, M. P. Ross // *Cereal Chemistry*. – 2006. – Volume 83. – P. 62-68.

134. Espinosa-Ramirez, J. Shear-induced enhancement of techno-functional properties of whole grain flours through extrusion / J. Espinosa-Ramirez, A. Rodríguez, J. De la Rosa-Millán, E. Heredia-Olea, E. Pérez-Carrillo, S.O. Serna-Saldívar // *Food Hydrocolloids*. – 2021. – Vol. 111. – P. 106400.

135. Forsido, S. F. Effects of storage temperature and packaging material on physico-chemical, microbial and sensory properties and shelf life of extruded composite baby food flour / S. F. Forsido, E. Welelaw, T. Belachew, O. Hensel // *Heliyon*. – 2021. – Volume 7(4). – P. e06821. Doi:10.1016/j.heliyon.2021.e06821.

136. Jabeen, A. Numerical optimization of process parameters of water chestnut flour incorporated corn-based extrudates: characterizing physicochemical, nutraceutical, and storage stability of the developed product / A. Jabeen, H.R. Naik, N. Jan, S. Z. Hussain, F. Shafi, T. Amin // *Journal of Food Processing and Preservation*. – 2021. – Vol. 45(7). – P. 15569. Doi: <https://doi.org/10.1111/jfpp.15569>.

137. Jaeger, H. Protective effect of milk constituents and sublethal injuries limiting process effectiveness during PEF inactivation of *Lb. rhamnosus* / H. Jaeger, A. Schulz, N. Karapetkov, D. Knorr // *International Journal of Food Microbiology*. – 2009. – Volume 134(1-2). – P. 154–161. Doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2009.06.007.

138. Jan, R. Effect of storage conditions and packaging materials on the quality attributes of gluten-free extrudates and cookies made from germinated chenopodium (*Chenopodium album*) flour / R. Jan, D. C. Saxena, S. Singh // *Journal of Food Measurement and Characterization*. – 2017. – Volume 11(3). – P. 1071–1080.

139. Jutt, T. Sh. Comparative study of the effect of traditional and commercial packaging on the storability of wheat flour / T. Sh. Jutt, Z. Farooq, M. A. Jutt // *Pakistan Journal of Food Sciences*. – 2015. – Volume 25, Issue 4. – P. 169-177.

140. Hackenberg, S. Effect of mechanically modified wheat flour on dough fermentation properties and bread quality / S. Hackenberg, C. Verheyen, M. Jekle, T. Becker // *European Food Research and Technology*. – 2017. – Volume 243(2). – P. 287–296.

141. Hajnal, E. J. Effects of extrusion process on *Fusarium* and *Alternaria* mycotoxins in whole grain triticale flour / E. J. Hajnal, J. Babi, . Pezo, V. Banjac, R. Colovi, J. Kos, J. Krulj, K. Pavsic-Vrtac, B. Jakovac-Strajn // *LWT – Food Science and Technology*. – 2022. – Volume 155. – P. 112926. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112926>.

142. Hemery, Y. M. Influence of storage conditions and packaging of fortified wheat flour on microbial load and stability of folate and vitamin B12 / Y. M. Hemery, L. Fontan, A. Laillou, V. Jallier, R. Moench-Pfanner, S. Avallone, J. Berger // *Food Chemistry: X*. – 2020 – Mar 30; 5. – P. 100076. Doi: 10.1016/j.fochx.2019.100076.

143. Hemery, Y. M. Storage conditions and packaging greatly affects the stability of fortified wheat flour: Influence on vitamin A, iron, zinc, and oxidation / Y. M. Hemery, A. Laillou, L. Fontan, V. Jallier, R. Moench-Pfanner, J. Berger, S. Avallone // *Food Chemistry*. – 2018 – Volume 240. – P. 43-50. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.084>.

144. Hrušková, M. Changes of wheat flour properties during short term storage / M. Hrušková, D. Machov // *Czech Journal of Food Sciences*. – 2002. – Volume 20, No 4. – P. 125-130.

145. Huth, M. Functional properties of dietary fibre enriched extrudates from barley / M. Huth, G. Dongowski, E. Gebhardt, W. Flamme // *Journal of Cereal Science*. – 2020. – Volume 32 (2). – P. 115–128. Doi: 10.1006/jcrs.2000.0330.
146. Kaur, G. Comparison of physiochemical properties and colour of wheat flour: Effect of milling speed, packaging and storage / G. Kaur, P. Kaur, G. Kaur, S. Mehta // *AgricEngInt: CIGR Journal*. – 2022. – Volume 24, No 4. – P. 153–163.
147. Kim, J.H. Effect of extrusion conditions on resistant starch formation from pastry wheat flour / J.H. Kim, E.J. Tanhehco, P.K.W. Ng // *Food Chemistry*. – 2006. – Volume. – P. 718–723. Doi:10.1016/j.foodchem.2005.08.054.
148. Lampi, A.-M. Changes in lipids and volatile compounds of oat flours and extrudates during processing and storage / A.-M. Lampi, A. Damerau, J. Li, T. Moisio, R. Partanen, P. Forssell, V. Piironen // *Journal of Cereal Science*. – 2015. – Volume 62. – P. 102–109.
149. Lancelot, E. Effect of long-term storage conditions on wheat flour and bread baking properties / E. Lancelot, J. Fontaine, J. Grua-Priol, A. Le-Bail // *Food Chemistry*. – 2021. – Volume 346 (9). – P. 128902. Doi:10.1016/j.foodchem.2020.128902.
150. Li, M. Evaluation of the quality characteristics of wheat flour and shelf-life of fresh noodles as affected by ozone treatment. / M. Li, K. X. Zhu, B. W. Wang, X. N. Guo, W. Peng, H. M. Zhou // *Food Chemistry*. – 2012. – Volume 135 (4). – P. 2163–2169.
151. Li, M. Delineating the microbial and physical–chemical changes during storage of ozone treated wheat flour / M. Li, J. Peng, K.-X. Zhu, X.-N. Guo, M. Zhang, W. Peng, H.-M. Zhou // *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. – 2013. – Volume 20. – P. 223–229. Doi: 10.1016/j.ifset.2013.06.004.
152. Liu, Y. Review of postharvest approaches to reduce fungal and mycotoxin contamination of foods / Y. Liu, J. H. G. Yamdeu, Y. Y. Gong, & C. A. Orfila // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. – 2020. – Volume 19(4). – P. 1521–1560. Doi: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12562>.
153. Mis, A. Influence of the storage of wheat flour on the physical properties of gluten / A. Mis // *Int. Agrophysics*. – 2003. – Volume 17. – P. 71–75.

154. Muravyova, E. A. Development of intellectual complex for adaptive control of microclimate parameters of flour storage processes / E. A. Muravyov // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2020. – Volume 1515(2). – P. 022006. Doi: 10.1088/1742-6596/1515/2/022006.

155. Narbutaite, V. The effect of extrusion conditions and cereal types on the functional properties of extrudates as fermentation media / V. Narbutaite, T. Makaravicius, G. Juodeikiene, L. Basinskiene // *FOODBALT-2008 : 3rd Baltic Conference on Food Science and Technology*. – Jelgava: Latvia University of Agriculture, 2008. – P. 60-63.

156. Navarro, S Emerging global technological challenges in the reduction of post-harvest grain losses / S. Navarro, D. S. Jayas, K. Alagusundaram // *Proceedings of the 10th International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products (CAF2016)*, New Delhi, India, 6-11 November 2016, CAF Permanent Committee Secretariat, Winnipeg, Canada. – 2016. – P. 259–265.

157. Navarro, S. The use of modified and controlled atmospheres for the disinfestation of stored product / S. Navarro // *Journal of Pest Science*. – 2012. –Volume 85(3). – P. 301–322.

158. Oliveira, K. G. de Effect of the storage time and temperature on phenolic compounds of sorghum grain and flour /, K. G. de Oliveira, V. A. V. Queiroz, L. de A. Carlos, L. de M. Cardoso, H. M. Pinheiro-Sant'Ana, P. C. Anunciação, C. B. de Menezes, E. C. da Silva, F. Barros // *Food Chemistry*. – 2017. –Volume 216. – P. 390–398. Doi:10.1016/j.foodchem.2016.08.047.

159. Pasqualone, A. Use of legumes in extrusion cooking: a review / A. Pasqualone, M. Costantini, T. E. Coldea, C. Summo // *Foods*. – 2020. – Vol. 9(7). – P. 958. Doi: <https://doi.org/10.3390/foods907095>.

160. Patil, S. Inactivation of *Escherichia coli* in orange juice using ozone / S. Patil, P. Bourke, J. M. Frias, B. K. Tiwari, P. J. Cullen // *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. – 2009. –Volume 10(4). – P. 551–557. Doi:10.1016/j.ifset.2009.05.011.

161. Phillips, R. Folate stability in folic acid enriched corn masa flour, tortillas, and tortilla chips over the expected shelf life / R. Phillips, , O. A. Pike, D. L. Eggett, M. L. Dunn // *Cereal Chemistry*. – 2017. – Vol. 94(6). – P. 917–921.

162. Prabakaran, M. Changes in soybean (*Glycine max* L.) flour fatty-acid content based on storage temperature and duration / M. Prabakaran, K.-J. Lee, Y. An, C. Kwon, S. Kim, Y. Yang, , At. Ahmad, S.-H. Kim, I.-M. Chung // *Molecules*. – 2018. – Vol. 23(10). – P. 2713. Doi:10.3390/molecules23102713.

163. Rani, K. U. Distribution of enzymes in wheat flour mill streams / K. U. Rani, U. J. S. Prasada Rao, K. Leelavathi, P. Haridas Rao // *J. Cereal Sci.* – 2001. – Volume 34. – P. 233-242.

164. Romani, S. Effect of different new packaging materials on biscuit quality during accelerated storage. / S. Romani, S. Tappi, F. Balestra, M. T. Rodriguez Estrada, V. Siracusa, P. Rocculi, M. Dalla Rosa // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2014. – Volume 95(8). – P. 1736–1746. Doi: 10.1002/jsfa.6888.

165. Šárka, E. Influence of process parameters and added starches on resistant starch content and sensory properties of maize extrudates / E. Šárka, P. Smrčková, D. A. Chena Aldao, M. Sağlamtaş, J. Koláček, V. Pour // *Starch - Stärke*. – 2015. – Volume 67(9-10). – P. 737–744. Doi: 10.1002/star.201500059.

166. Salman, H. Effect of storage on fat acidity and pasting characteristics of wheat flour / H. Salman, L. Copeland // *Cereal Chemistry*. – 2007. – Volume 84, No 6. – P. 600–606. Doi: 10.1094/CCHEM-84-6-0600.

167. Sandrin, R. Effect of extrusion temperature and screw speed on properties of oat and rice flour extrudates / R. Sandrin, T. Caon, A. W. Zibetti, A. de Francisco // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2018. – Volume 98(9). – P. 3427–3436. Doi: 10.1002/jsfa.8855.

168. Sandrin, R. Optimization of extrusion process parameters for preparing fiber-rich oat flour / R. Sandrin, , S. M. V. Mejía, T. Caon, A. de Francisco // *Journal of Food Process Engineering*. – 2018. – Volume 42(1). – P. e12943. Doi: 10.1111/jfpe.12943.

169. Schaarschmidt, S. The fate of mycotoxins during secondary food processing of maize for human consumption / S. Schaarschmidt & C. Fauhl-Hassek // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. – 2021. – Volume 20(1). – P. 91–148. Doi: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12657>.

170. Schaarschmidt, S. The fate of mycotoxins during the processing of wheat for human consumption / S. Schaarschmidt, C. Fauhl-Hassek // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. – 2018. – Volume 17(3). – P. 556–593. Doi: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12338>.

171. Shaimerdenova, D. A. Storage of extruded cereal and legume grain bases in ion-ozone medium / D. A. Shaimerdenova, Zh. M. Chakanova, D. M. Iskakova, G. T. Sarbassova, M. B. Bekbolatova, A. A. Yesmambetov / *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*. – 2022. – Volume 51(1). – P. 165–174. Doi: <http://doi.org/10.54910/sabrao2022.54.1.15>.

172. Singh, S. Nutritional aspects of food extrusion: a review / S. Singh, S. Gamlath, L. Wakeling // *International Journal of Food Science & Technology*. – 2007. – Volume 42. – P. 916–929.

173. Siracusa, V. Biodegradable polymers for food packaging: a review / V. Siracusa, P. Rocculi, S. Romani, M. D. Rosa // *Trends in Food Science & Technology*. – 2008. – Volume 19(12). – P. 634–643. Doi:10.1016/j.tifs.2008.07.003.

174. Siracusa, V. Gas Permeability and thermal behavior of polypropylene films used for packaging minimally processed fresh-cut potatoes: a case study / V. Siracusa, I. Blanco, S. Romani, U. Tylewicz, M. Dalla Rosa // *Journal of Food Science*. – 2012. – Volume 77(10). – P. E264–E272. Doi:10.1111/j.1750-3841.2012.02905.x.

175. Tiwari, A. Effect of pre-milling treatments on storage stability of pearl millet flour / A. Tiwari, S. K. Jha, R. K. Pal, S. Sethi, L. Krishan // *Journal of Food Processing and Preservation*. – 2013. – Volume 38(3). – P. 1215–1223. Doi: 10.1111/jfpp.12082.

176. Thachil, M. T. Amylose-lipid complex formation during extrusion cooking: effect of added lipid type and amylose level on corn based puffed snacks / M. T. Thachil, M. K. Chouksey, V. Gudipati // *International Journal of Food Science & Technology*. – 2014. – Volume 49. – P. 309–316.

177. Vanhanen, L. P. The use of peroxide value as a measure of quality for walnut flour stored at five different temperatures using three different types of packaging / L. P. Vanhanen, G. P. Savage // *Food Chemistry*. – 2006. – Volume 99(1). – P. 64–69.

178. Wan, J. Occurrence and preventive strategies to control mycotoxins in cereal-based food / J. Wan, C. Bingcan, & J. Rao // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. – 2020. – Volume 19(3). – P. 928–953. Doi: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12546>.

179. Wang, X. X. On the color of wheat flour and whitening agent / X. X. Wang, X. F. Wang, J. P. Wen // *Cereal & Feed Industry*. – 2007. – Volume 4. – P. 9-13.

180. Yanova, M. A. Application efficiency of new raw materials in the production of flour confectionery products with increased nutritional value / Yanova M.A., Sharopatova A.V., Roslyakov Yu.F., Dzobelova V.B. // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2020. – 548(8). – C. 82091.

181. Yanova, M. A. Introduction of innovative technology for the production of textured products from grain raw materials / Yanova M.A., Sharopatova A.V., Roslyakov Yu.F. // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2020. – 548(2). – P. 22104.

182. Zhang, C. Physical, functional, and sensory characteristics of cereal extrudates / C. Zhang, H. Zhang, L. Wang, H. Qian // *International Journal of Food Properties*. – 2014. – Volume 17(9). – P. 1921–1933. Doi: 10.1080/10942912.2013.767831.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А Содержание аминокислот в образцах муки и текстурированных зернопродуктов

Таблица А.1 – Содержание аминокислот в образцах муки, мг/г

Наименование аминокислоты	Способ хранения/вид упаковки	Срок хранения, мес.				
		1	3	6	9	12
овсяная мука						
Лизин	БП	5,740	4,650	2,830	6,150	5,506
	ПВД (zip-lock)	5,740	4,450	3,170	4,960	4,909
	Doу Pack, мет. (zip-lock)	5,740	6,150	5,170	7,110	6,316
	ПВД в вакуум.	5,740	4,380	2,420	5,510	4,473
	БХ	5,740	5,420	4,580	4,750	4,660
Метионин+цистин	БП	9,920	11,200	11,210	11,530	10,157
	ПВД (zip-lock)	9,920	9,510	9,610	10,520	10,428
	Doу Pack, мет. (zip-lock)	9,920	11,080	12,450	13,190	11,779
	ПВД в вакуум.	9,920	10,420	10,540	11,340	9,861
	БХ	9,920	9,660	9,610	10,280	8,960
Триптофан	БП	0,230	0,430	0,720	0,160	0,412
	ПВД (zip-lock)	0,230	0,310	0,240	0,210	0,294
	Doу Pack, мет. (zip-lock)	0,230	0,310	0,360	0,270	0,259
	ПВД в вакуум.	0,230	0,530	0,610	0,280	0,341
	БХ	0,230	0,120	0,110	0,180	0,270
Валин	БП	5,790	5,680	3,570	6,740	6,284
	ПВД (zip-lock)	5,790	3,690	2,570	5,840	5,701
	Doу Pack, мет. (zip-lock)	5,790	5,180	3,460	5,990	6,972
	ПВД в вакуум.	5,790	5,510	4,940	5,670	5,192
	БХ	5,790	5,540	3,170	5,620	5,480
Лейцин+изолейцин	БП	8,450	7,850	5,490	8,450	7,406
	ПВД (zip-lock)	8,450	8,730	5,480	9,520	7,128
	Doу Pack, мет. (zip-lock)	8,450	6,980	5,810	7,950	8,178
	ПВД в вакуум.	8,450	7,650	6,840	8,520	5,933
	БХ	8,450	6,720	6,190	7,410	7,080
Треонин	БП	4,730	2,540	1,560	4,980	5,463
	ПВД (zip-lock)	4,730	3,640	1,970	5,990	5,635
	Doу Pack, мет. (zip-lock)	4,730	3,860	2,940	4,820	6,603
	ПВД в вакуум.	4,730	3,450	2,930	3,790	4,044
	БХ	4,730	3,480	2,840	4,170	5,730

Продолжение таблицы А.1

Наименование аминокислоты	Способ хранения/вид упаковки	Срок хранения, мес.				
		1	3	6	9	12
овсяная мука						
Фенилаланин+тирозин	БП	12,220	9,860	8,710	12,760	11,772
	ПВД (zip-lock)	12,220	11,600	6,970	12,030	10,628
	Doу Pack, мет. (zip-lock)	12,220	11,240	12,280	11,700	11,117
	ПВД в вакуум.	12,220	10,700	9,360	9,390	9,749
	БХ	12,220	10,210	9,230	10,250	10,230
ячменная мука						
Лизин	БП	3,950	3,440	1,620	3,060	2,764
	ПВД (zip-lock)	3,950	3,770	2,710	3,990	3,608
	Doу Pack, мет. (zip-lock)	3,950	3,680	2,580	3,620	3,191
	ПВД в вакуум.	3,950	3,290	2,150	2,720	2,814
	БХ	3,950	3,340	1,730	2,780	2,590
Метионин+цистин	БП	4,430	5,160	5,640	11,830	11,359
	ПВД (zip-lock)	4,430	5,360	6,000	6,410	7,114
	Doу Pack, мет. (zip-lock)	4,430	4,620	4,890	5,220	6,006
	ПВД в вакуум.	4,430	5,340	5,440	6,130	7,887
	БХ	4,430	4,730	4,990	10,040	9,080
Триптофан	БП	1,220	0,970	1,380	0,450	0,356
	ПВД (zip-lock)	1,220	1,050	0,960	0,350	0,256
	Doу Pack, мет. (zip-lock)	1,220	1,040	0,820	0,510	0,264
	ПВД в вакуум.	1,220	0,860	0,580	0,250	0,123
	БХ	1,220	0,880	1,160	0,350	0,220
Валин	БП	5,170	3,580	1,780	5,120	4,744
	ПВД (zip-lock)	5,170	4,150	3,980	6,170	5,340
	Doу Pack, мет. (zip-lock)	5,170	4,750	4,130	5,550	4,150
	ПВД в вакуум.	5,170	4,840	3,450	5,120	4,115
	БХ	5,170	4,250	1,780	4,550	3,830
Лейцин+изолейцин	БП	10,960	9,460	7,910	5,850	4,373
	ПВД (zip-lock)	10,960	9,770	8,080	7,520	6,672
	Doу Pack, мет. (zip-lock)	10,960	8,140	7,790	6,050	4,956
	ПВД в вакуум.	10,960	9,450	8,560	5,870	4,806
	БХ	10,960	8,150	6,450	4,510	3,420

Продолжение таблицы А.1

Наименование аминокислоты	Способ хранения/вид упаковки	Срок хранения, мес.				
		1	3	6	9	12
ячменная мука						
Треонин	БП	3,580	2,250	3,150	3,880	3,616
	ПВД (zip-lock)	3,580	3,250	3,380	4,060	3,101
	Doy Pack, мет. (zip-lock)	3,580	3,320	3,540	4,020	3,909
	ПВД в вакуум.	3,580	2,940	3,150	3,210	2,687
	БХ	3,580	2,180	3,360	3,170	2,860
Фенилаланин+тирозин	БП	8,910	7,330	5,600	7,840	7,363
	ПВД (zip-lock)	8,910	8,240	7,000	8,990	10,964
	Doy Pack, мет. (zip-lock)	8,910	8,620	8,290	9,180	8,457
	ПВД в вакуум.	8,910	8,570	7,940	8,290	8,358
	БХ	8,910	6,650	5,270	6,090	6,670

Таблица А.2 – Содержание аминокислот в образцах текстурированных зернопродуктов, мг/г

Наименование аминокислоты	Способ хранения/вид упаковки	Срок хранения, мес.			
		1	6	12	18
текстурированный продукт из ячменя					
Лизин	БП	2,970	3,330	3,473	1,394
	ПВД (zip-lock)	2,970	2,840	3,341	2,550
	Doу Pack, мет. (zip-lock)	2,970	3,020	3,229	0,000
	ПВД в вакуум.	2,970	2,510	2,037	1,569
	ПП	2,970	3,010	3,074	1,305
	БХ	2,970	2,990	3,340	1,190
Метионин+цистин	БП	61,310	34,910	6,531	3,220
	ПВД (zip-lock)	61,310	51,740	9,212	6,500
	Doу Pack, мет. (zip-lock)	61,310	52,560	11,163	1,696
	ПВД в вакуум.	61,310	41,220	7,815	6,561
	ПП	61,310	41,520	6,400	5,389
	БХ	61,310	37,610	6,210	3,030
Триптофан	БП	0,240	0,280	0,305	0,131
	ПВД (zip-lock)	0,240	0,190	0,240	0,180
	Doу Pack, мет. (zip-lock)	0,240	0,350	0,541	0,161
	ПВД в вакуум.	0,240	0,250	0,283	0,204
	ПП	0,240	0,190	0,240	0,188
	БХ	0,240	0,190	0,190	0,090

Продолжение таблицы А.2

Наименование аминокислоты	Способ хранения/вид упаковки	Срок хранения, мес.			
		1	6	12	18
текстурированный продукт из ячменя					
Валин	БП	4,720	4,960	5,213	1,936
	ПВД (zip-lock)	4,720	4,430	4,770	4,978
	Doy Pack, мет. (zip-lock)	4,720	5,060	5,442	0,000
	ПВД в вакуум.	4,720	3,290	2,588	1,944
	ПП	4,720	4,560	4,772	0,454
	БХ	4,720	4,620	4,820	1,450
Лейцин+изолейцин	БП	5,050	5,710	5,956	2,172
	ПВД (zip-lock)	5,050	5,410	5,557	5,584
	Doy Pack, мет. (zip-lock)	5,050	5,490	5,700	0,000
	ПВД в вакуум.	5,050	4,190	3,470	2,449
	ПП	5,050	5,380	5,718	7,584
	БХ	5,050	5,260	5,770	2,050
Треонин	БП	2,760	4,150	5,202	1,652
	ПВД (zip-lock)	2,760	3,710	4,340	4,981
	Doy Pack, мет. (zip-lock)	2,760	3,150	3,924	0,000
	ПВД в вакуум.	2,760	2,420	2,150	2,119
	ПП	2,760	3,850	4,392	3,486
	БХ	2,760	3,960	5,060	1,570
Фенилаланин+тирозин	БП	8,220	8,990	9,438	2,627
	ПВД (zip-lock)	8,220	8,330	8,525	9,885
	Doy Pack, мет. (zip-lock)	8,220	8,640	8,950	0,000
	ПВД в вакуум.	8,220	7,010	6,176	3,127
	ПП	8,220	8,900	9,209	3,779
	БХ	8,220	8,600	9,110	2,490
текстурированный продукт из овса					
Лизин	БП	4,250	4,810	5,232	1,348
	ПВД (zip-lock)	4,250	4,920	5,271	2,209
	Doy Pack, мет. (zip-lock)	4,250	4,760	5,046	0,575
	ПВД в вакуум.	4,250	4,040	3,943	1,824
	ПП	4,250	4,780	5,018	1,652
	БХ	4,250	4,710	5,210	1,250
Метионин+цистин	БП	64,340	40,120	11,382	1,950
	ПВД (zip-lock)	64,340	43,810	9,547	0,000
	Doy Pack, мет. (zip-lock)	64,340	43,210	10,309	9,405
	ПВД в вакуум.	64,340	41,870	6,409	1,156
	ПП	64,340	45,220	6,289	5,312
	БХ	64,340	39,360	10,570	1,770

Продолжение таблицы А.2

Наименование аминокислоты	Способ хранения/вид упаковки	Срок хранения, мес.			
		1	6	12	18
текстурированный продукт из овса					
Триптофан	БП	0,270	0,260	0,291	0,000
	ПВД (zip-lock)	0,270	0,260	0,257	0,000
	Doy Pack, мет. (zip-lock)	0,270	0,310	0,303	0,207
	ПВД в вакуум.	0,270	0,250	0,277	0,216
	ПП	0,270	0,310	0,346	0,224
	БХ	0,270	0,260	0,240	0,000
Валин	БП	5,740	6,020	6,208	1,654
	ПВД (zip-lock)	5,740	5,890	6,232	2,541
	Doy Pack, мет. (zip-lock)	5,740	5,990	6,021	7,018
	ПВД в вакуум.	5,740	4,840	4,167	4,583
	ПП	5,740	5,930	6,326	2,364
	БХ	5,740	5,950	6,030	1,470
Лейцин+изолейцин	БП	6,990	7,050	7,262	3,642
	ПВД (zip-lock)	6,990	7,150	7,500	3,002
	Doy Pack, мет. (zip-lock)	6,990	7,160	7,312	3,227
	ПВД в вакуум.	6,990	6,180	5,656	2,787
	ПП	6,990	7,050	7,127	3,144
	БХ	6,990	7,060	7,040	3,080
Треонин	БП	4,14	5,38	5,889	2,673
	ПВД (zip-lock)	4,14	5,54	6,355	0
	Doy Pack, мет. (zip-lock)	4,14	5,51	6,047	4,222
	ПВД в вакуум.	4,14	4,26	4,32	3,4
	ПП	4,14	4,34	4,661	2,737
	БХ	4,14	5,26	5,31	2,74
Фенилаланин+тирозин	БП	10,560	10,680	10,793	2,761
	ПВД (zip-lock)	10,560	11,050	11,315	3,502
	Doy Pack, мет. (zip-lock)	10,560	10,880	10,855	6,802
	ПВД в вакуум.	10,560	9,630	9,622	4,840
	ПП	10,560	10,850	11,135	3,127
	БХ	10,560	10,530	10,330	2,590

Приложение Б Результаты математической обработки экспериментальных данных

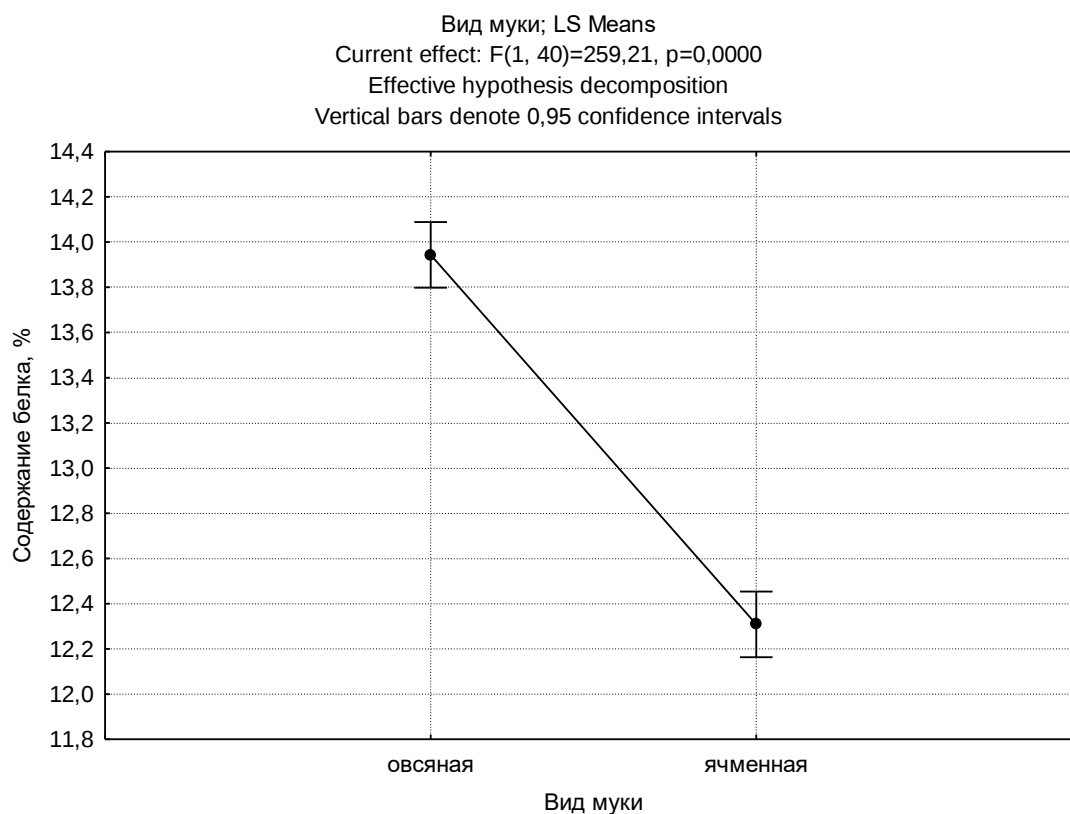


Рисунок Б.1 – Значимость различий между ячменной и овсяной мукой по содержанию белка (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.1– Содержание белка в зависимости от вида муки

Вид муки	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
ячменная	13,94	0,07	13,80	14,09
овсяная	12,31	0,07	12,16	12,45

Таблица Б.2 – Значимость различий (p) между ячменной и овсяной мукой по содержанию белка (Tukey HSD test)

Вид муки	ячменная	овсяная
ячменная		0,000116
овсяная	0,000116	

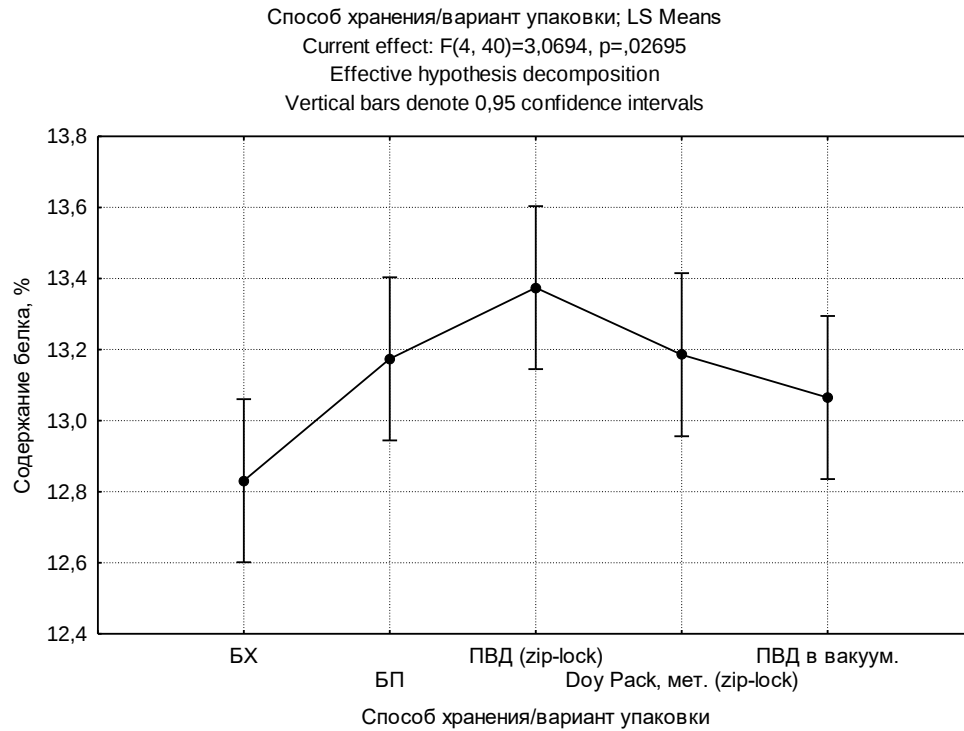


Рисунок Б.2 – Значимость различий между способами хранения и видами упаковки ячменной и овсяной муки по содержанию белка (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.3 – Содержание белка в зависимости от способа хранения и вида упаковки ячменной и овсяной муки

Вид муки	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
БХ	12,83	0,11	12,60	13,06
БП	13,17	0,11	12,94	13,40
ПВД (zip-lock)	13,37	0,11	13,14	13,60
Doy Pack, мет. (zip-lock)	13,19	0,11	12,96	13,41
ПВД в вакуум.	13,06	0,11	12,83	13,29

Таблица Б.4 – Значимость различий (p) между способами хранения и вариантами упаковки ячменной и овсяной муки по содержанию белка (Scheffe test)

Способ хранения/вариант упаковки	БХ	БП	ПВД (zip-lock)	Doy Pack, мет. (zip-lock)	ПВД в вакуум.
БХ		0,351637	0,035465	0,318018	0,713858
БП	0,351637		0,814754	0,999996	0,976443
ПВД (zip-lock)	0,035465	0,814754		0,845450	0,457207
Doy Pack, мет. (zip-lock)	0,318018	0,999996	0,845450		0,965899
ПВД в вакуум.	0,713858	0,976443	0,457207	0,965899	

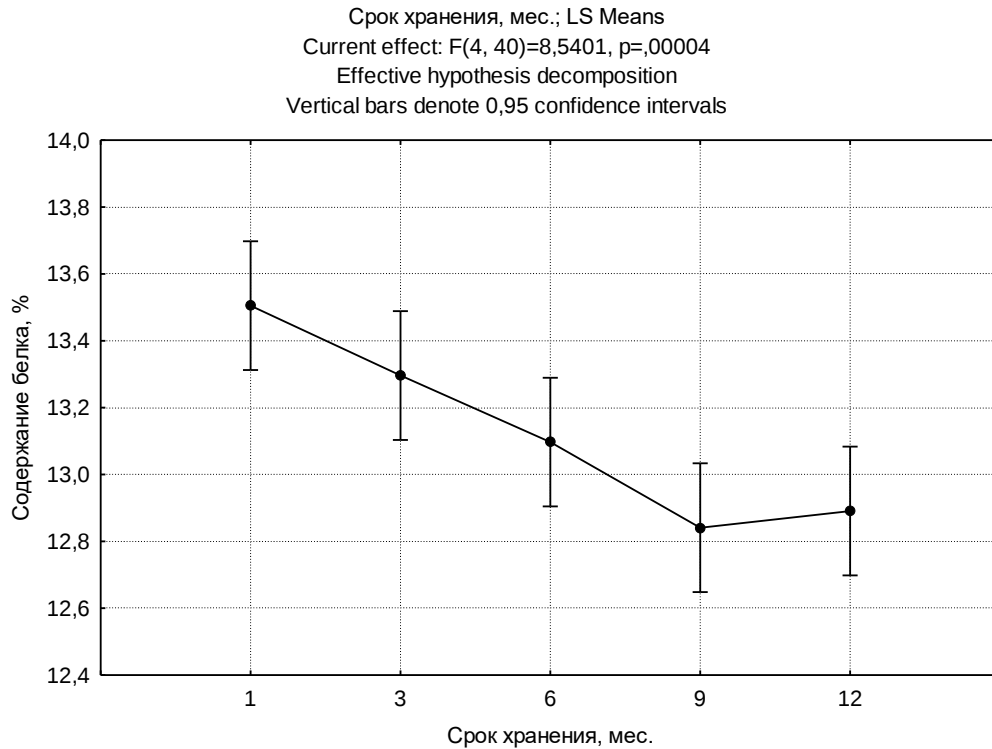


Рисунок Б.3 – Значимость различий между сроками хранения ячменной и овсяной муки по содержанию белка (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.5 – Содержание белка ячменной и овсяной муки в зависимости от срока хранения

Срок хранения, мес.	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
1	13,50	0,09	13,31	13,70
3	13,30	0,09	13,10	13,49
6	13,10	0,09	12,90	13,30
9	12,84	0,09	12,65	13,03
12	12,89	0,09	12,70	13,08

Таблица Б.6 – Значимость различий (p) между сроками хранения ячменной и овсяной муки по содержанию белка (Scheffe test)

Срок хранения, мес.	1	3	6	9	12
1		0,663527	0,076121	0,000645	0,001815
3	0,663527		0,703210	0,035966	0,079394
6	0,076121	0,703210		0,471436	0,674713
9	0,000645	0,035966	0,471436		0,997670
12	0,001815	0,079394	0,674713	0,997670	

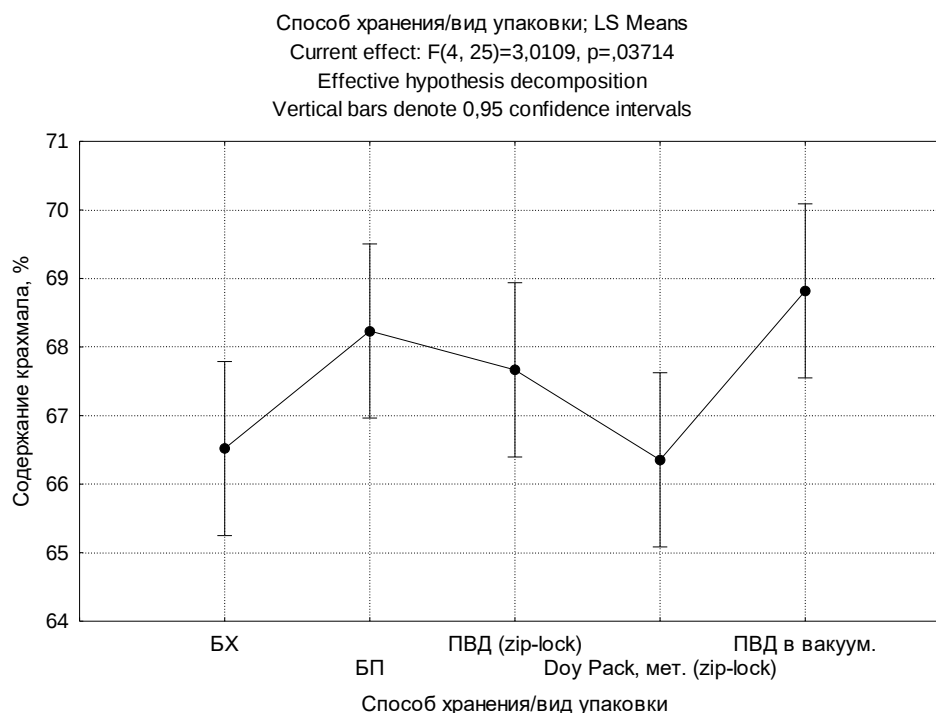


Рисунок Б.4 – Значимость различий между способами хранения и видами упаковки ячменной и овсяной муки по содержанию крахмала (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.7 – Содержание крахмала в зависимости от способа хранения и вида упаковки ячменной и овсяной муки

Вид муки	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
БХ	66,52	0,62	65,25	67,79
БП	68,23	0,62	66,965	69,50
ПВД (zip-lock)	67,67	0,62	66,40	68,94
Doy Pack, мет. (zip-lock)	66,35	0,62	65,08	67,62
ПВД в вакуум.	68,82	0,62	67,55	70,09

Таблица Б.8 – Значимость различий (p) между способами хранения и вариантами упаковки ячменной и овсяной муки по содержанию крахмала (LSD test)

Способ хранения/вариант упаковки	БХ	БП	ПВД (zip-lock)	Doy Pack, мет. (zip-lock)	ПВД в вакуум.
БХ		0,060467	0,200125	0,851928	0,014145
БП	0,060467		0,521442	0,041001	0,507977
ПВД (zip-lock)	0,200125	0,521442		0,144965	0,198166
Doy Pack, мет. (zip-lock)	0,851928	0,041001	0,144965		0,009124
ПВД в вакуум.	0,014145	0,507977	0,198166	0,009124	

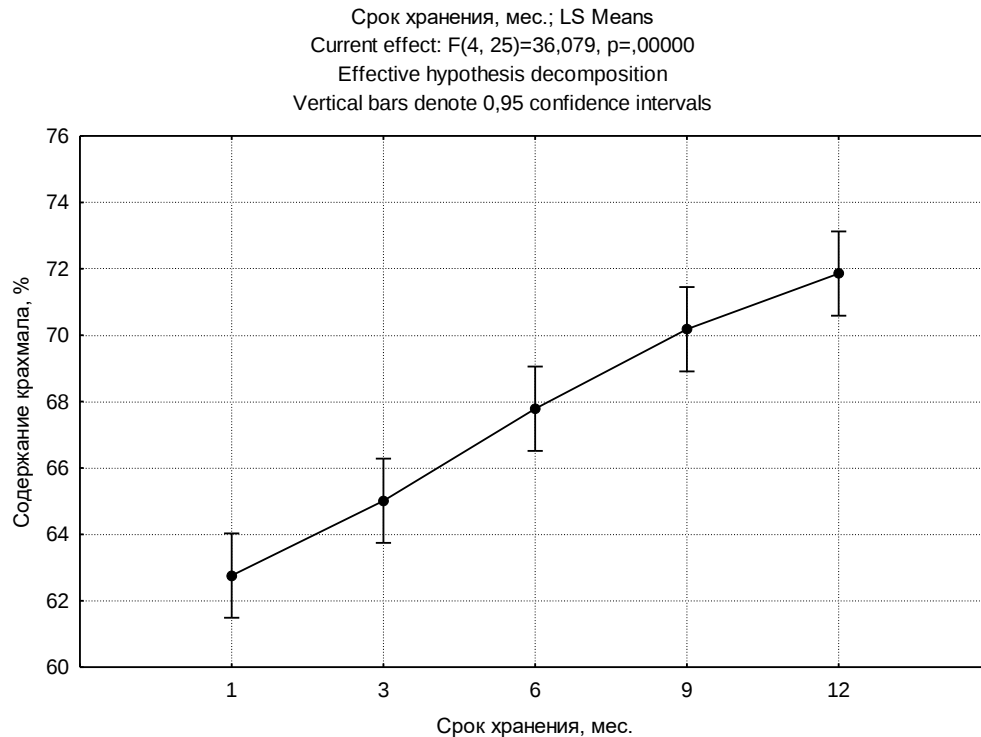


Рисунок Б.5 – Значимость различий между сроками хранения ячменной и овсяной муки по содержанию крахмала (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.9 – Содержание крахмала ячменной и овсяной муки в зависимости от срока хранения

Срок хранения, мес.	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
1	62,76	0,62	61,49	64,03
3	65,01	0,62	63,74	66,28
6	67,78	0,62	66,51	69,05
9	70,18	0,62	68,91	71,45
12	71,86	0,62	70,58	73,13

Таблица Б.10 – Значимость различий (p) между сроками хранения ячменной и овсяной муки по содержанию крахмала (Scheffe test)

Срок хранения, мес.	1	3	6	9	12
1		0,188819	0,000211	0,000000	0,000000
3	0,188819		0,066259	0,000143	0,000002
6	0,000211	0,066259		0,143883	0,002695
9	0,000000	0,000143	0,143883		0,466768
12	0,000000	0,000002	0,002695	0,466768	

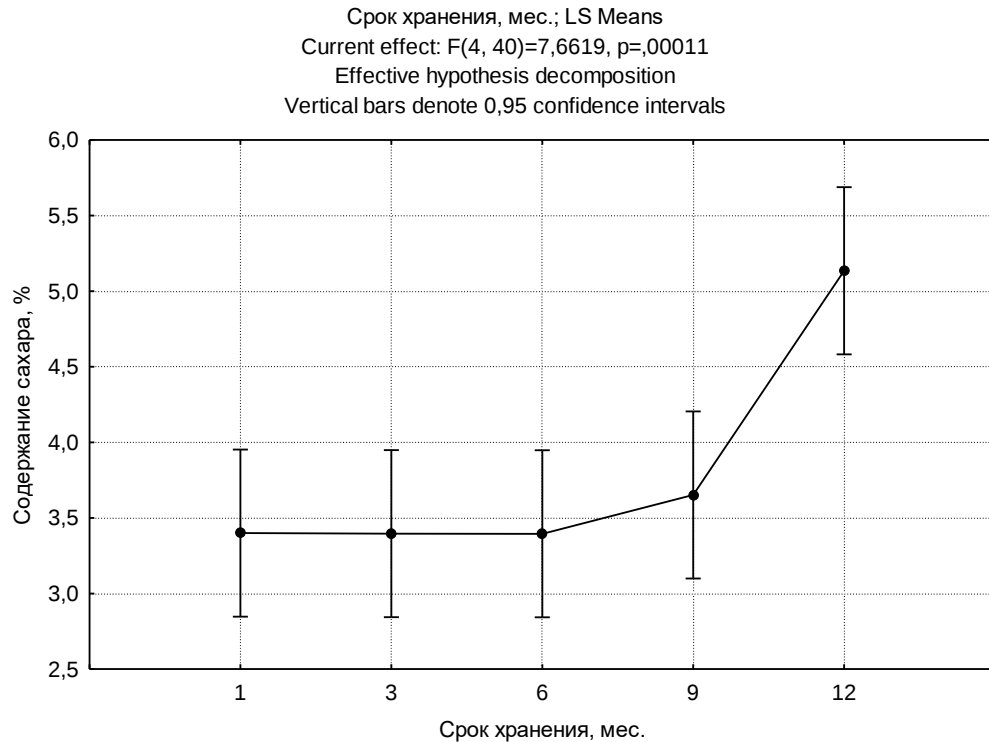


Рисунок Б.6 – Значимость различий между сроками хранения ячменной и овсяной муки по содержанию сахара (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.11– Содержание сахара ячменной и овсяной муки в зависимости от срока хранения

Срок хранения, мес.	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
1	3,40	0,27	2,85	3,95
3	3,40	0,27	2,84	3,95
6	3,39	0,27	2,84	3,95
9	3,65	0,27	3,10	4,2
12	5,13	0,27	4,58	5,69

Таблица Б.12 – Значимость различий (p) между сроками хранения ячменной и овсяной муки по содержанию сахара (Scheffe test)

Срок хранения, мес.	1	3	6	9	12
1		1,000000	1,000000	0,979701	0,002215
3	1,000000		1,000000	0,978486	0,002153
6	1,000000	1,000000		0,978175	0,002138
9	0,979701	0,978486	0,978175		0,012153
12	0,002215	0,002153	0,002138	0,012153	

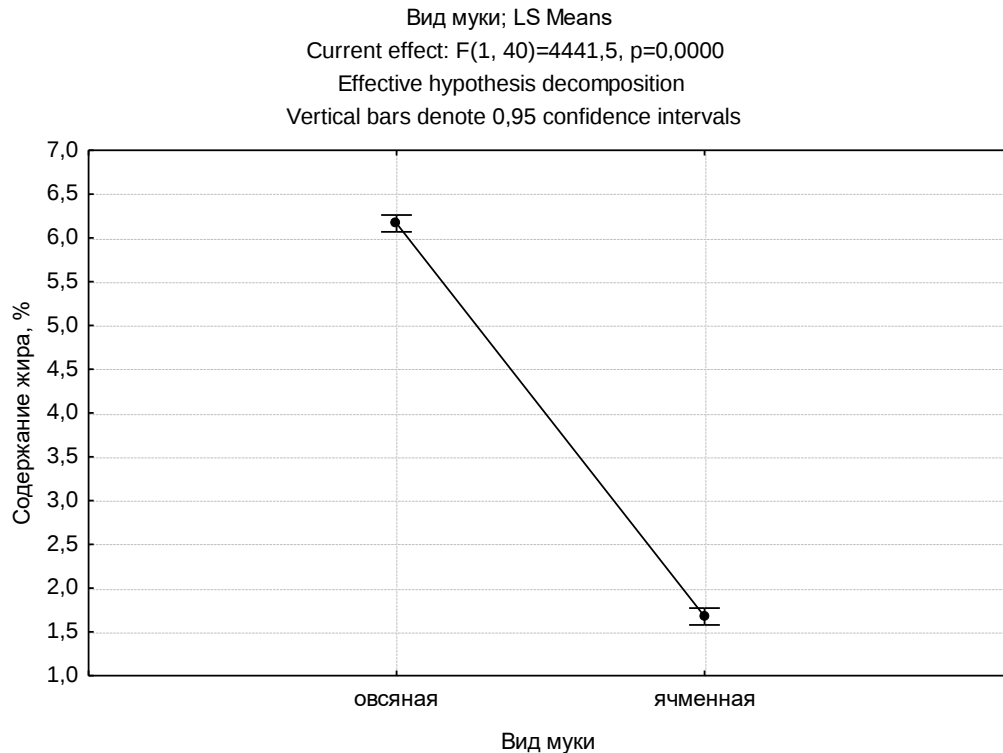


Рисунок Б.7 – Значимость различий между ячменной и овсяной мукой по содержанию жира (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.13 – Содержание жира в зависимости от вида муки

Вид муки	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
овсяная	6,16	0,05	6,07	6,26
ячменная	1,68	0,05	1,58	1,77

Таблица Б.14 – Значимость различий (p) между ячменной и овсяной мукой по содержанию жира (Tukey HSD test)

Вид муки	ячменная	овсяная
ячменная		0,000116
овсяная	0,000116	

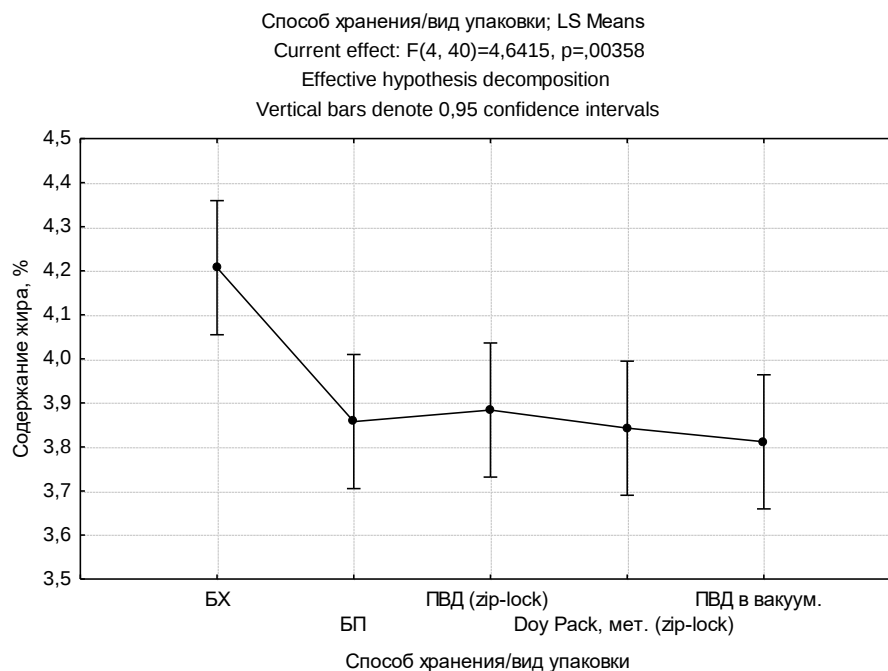


Рисунок Б.8 – Значимость различий между способами хранения и видами упаковки ячменной и овсяной муки по содержанию жира (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.15 – Содержание жира в зависимости от способа хранения и вида упаковки ячменной и овсяной муки

Вид муки	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
БХ	4,21	0,07	4,05	4,36
БП	3,86	0,07	3,70	4,01
ПВД (zip-lock)	3,88	0,07	3,73	4,07
Doy Pack, мет. (zip-lock)	3,84	0,07	3,69	3,99
ПВД в вакуум.	3,81	0,07	3,66	3,96

Таблица Б.16 – Значимость различий (p) между способами хранения и вариантами упаковки ячменной и овсяной муки по содержанию жира (Scheffe test)

Способ хранения/вариант упаковки	БХ	БП	ПВД (zip-lock)	Doy Pack, мет. (zip-lock)	ПВД в вакуум.
БХ		0,044589	0,075233	0,032585	0,016456
БП	0,044589		0,999526	0,999950	0,995783
ПВД (zip-lock)	0,075233	0,999526		0,997219	0,976617
Doy Pack, мет. (zip-lock)	0,032585	0,999950	0,997219		0,999095
ПВД в вакуум.	0,016456	0,995783	0,976617	0,999095	

Таблица Б.17 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Вид муки» и «Способ хранения/вид упаковки» на содержание жира

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	768,5348	1	768,5348	13552,26	0,000000
Вид муки	251,8726	1	251,8726	4441,49	0,000000
Способ хранения/вид упаковки, мес.	1,0529	4	0,2632	4,64	0,003581
Вид муки* Способ хранения/вид упаковки, мес.	0,5601	4	0,1400	2,47	0,060077
Error	2,2684	40	0,0567		

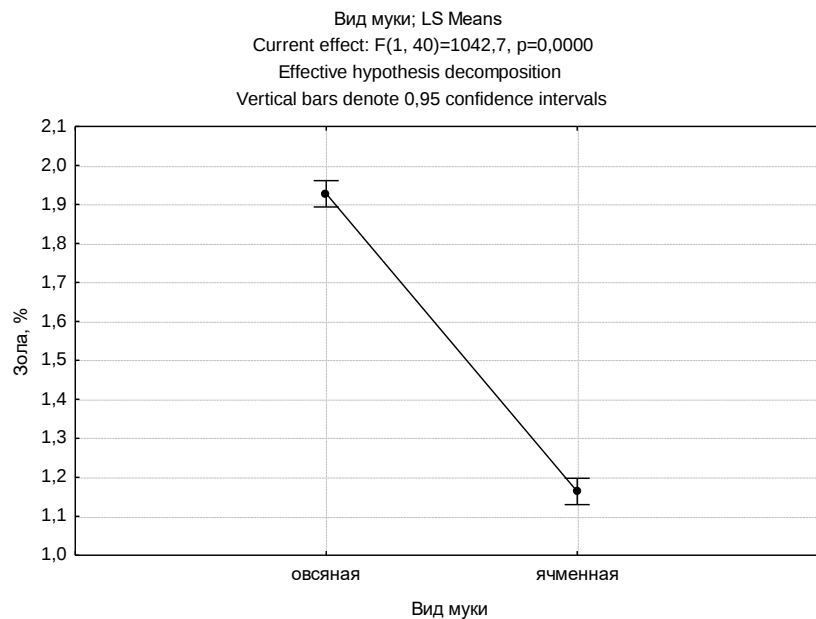


Рисунок Б.9 – Значимость различий между ячменной и овсяной мукой по содержанию золы (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.18 – Содержание золы в зависимости от вида муки

Вид муки	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
овсяная	1,93	0,017	1,89	1,96
ячменная	1,16	0,017	1,13	1,19

Таблица Б.19 – Значимость различий (p) между ячменной и овсяной мукой по содержанию золы (Tukey HSD test)

Вид муки	ячменная	овсяная
ячменная		0,000116
овсяная	0,000116	

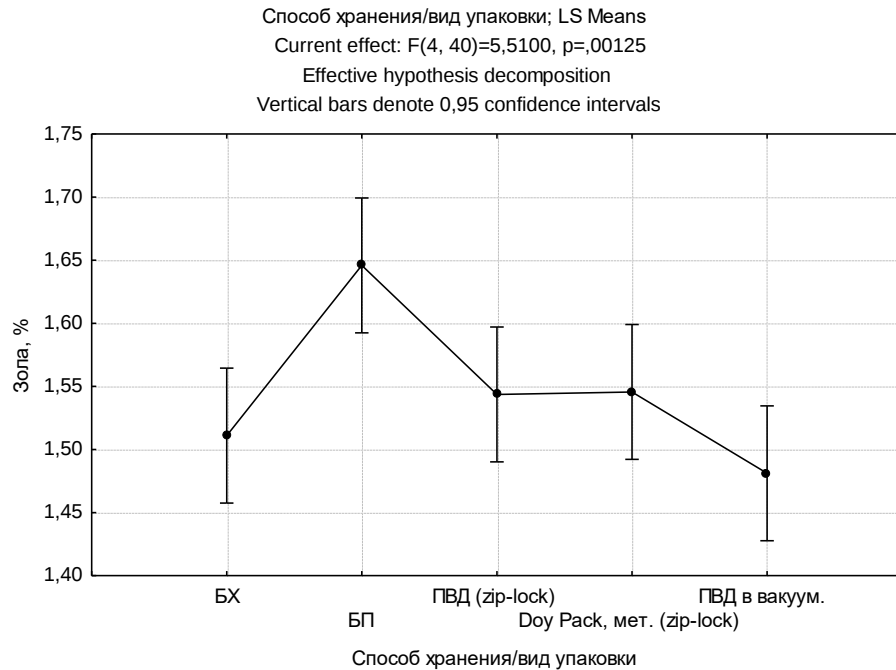


Рисунок Б.10 – Значимость различий между способами хранения и видами упаковки ячменной и овсяной муки по содержанию золы (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.20 – Содержание золы в зависимости от способа хранения и вида упаковки ячменной и овсяной муки

Вид муки	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
БХ	1,51	0,03	1,46	1,56
БП	1,65	0,03	1,59	1,70
ПВД (zip-lock)	1,54	0,03	1,49	1,60
Doy Pack, мет. (zip-lock)	1,55	0,03	1,49	1,60
ПВД в вакуум.	1,48	0,03	1,43	1,53

Таблица Б.21 – Значимость различий (p) между способами хранения и вариантами упаковки ячменной и овсяной муки по содержанию золы (Scheffe test)

Способ хранения/вариант упаковки	БХ	БП	ПВД (zip-lock)	Doy Pack, мет. (zip-lock)	ПВД в вакуум.
БХ		0,021169	0,942130	0,929167	0,957597
БП	0,021169		0,134728	0,148294	0,002765
ПВД (zip-lock)	0,942130	0,134728		0,999999	0,598068
Doy Pack, мет. (zip-lock)	0,929167	0,148294	0,999999		0,568719
ПВД в вакуум.	0,957597	0,002765	0,598068	0,568719	

Таблица Б.22 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Вид муки» и «Способ хранения/вариант упаковки» на содержание золы ячменной и овсяной муки

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	119,4201	1	119,4201	17080,52	0,000000
Вид муки	7,2904	1	7,2904	1042,73	0,000000
Способ хранения/вид упаковки	0,1541	4	0,0385	5,51	0,001249
Вид муки*Способ хранения/вид упаковки	0,0440	4	0,0110	1,57	0,200556
Error	0,2797	40	0,0070		

Таблица Б.23 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Вид муки» и «Срок хранения» на содержание золы ячменной и овсяной муки

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	119,4201	1	119,4201	13082,56	0,000000
Вид муки	7,2904	1	7,2904	798,67	0,000000
Срок хранения	0,0817	4	0,0204	2,24	0,082084
Вид муки*Срок хранения	0,0309	4	0,0077	0,85	0,504511
Error	0,3651	40	0,0091		

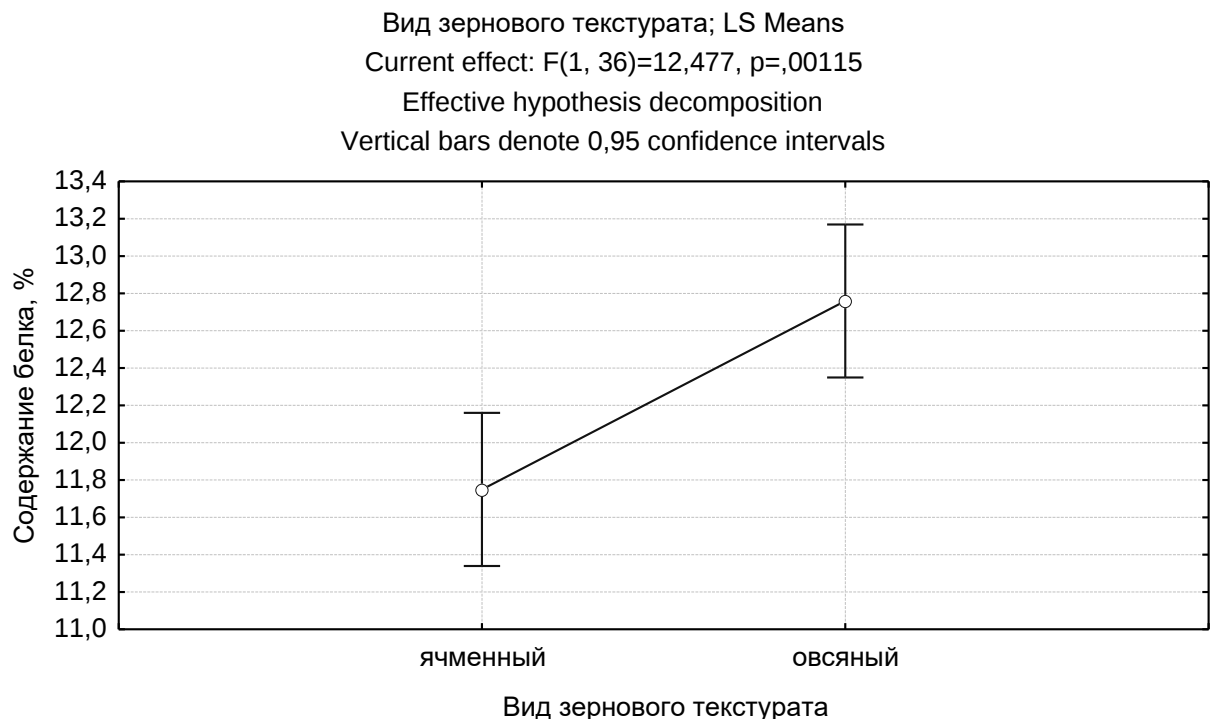


Рисунок Б.11 – Значимость различий между текстурированными зернопродуктами по содержанию белка (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.24 – Содержание белка в зависимости от вида текстурированного зернопродукта

Вид текстурированного зернопродукта	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
ячменный	11,75	0,20	11,34	12,16
овсяный	12,76	0,20	12,35	13,17

Таблица Б.25 – Значимость различий (p) между текстурированными зернопродуктами по содержанию белка (Tukey HSD test)

Вид текстурированного зернопродукта	ячменный	овсяный
ячменный		0,001278
овсяный	0,001278	

Таблица Б.26 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Вид текстурированного зернопродукта» и «Способ хранения/вид упаковки» на содержание белка

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	7208,341	1	7208,341	7349,948	0,000000
Вид текстурированного зернопродукта	12,237	1	12,237	12,477	0,001150
Способ хранения/вид упаковки	0,820	5	0,164	0,167	0,972992
Вид текстурированного зернопродукта*Способ хранения/вид упаковки	2,115	5	0,423	0,431	0,823729
Error	35,306	36	0,981		

Таблица Б.27 – Содержание белка текстурированных зернопродуктов в зависимости от срока хранения

Срок хранения, мес.	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
1	11,07	0,11	10,85	11,29
6	11,94	0,11	11,73	12,16
12	12,88	0,11	12,66	13,09
18	13,13	0,11	12,91	13,35

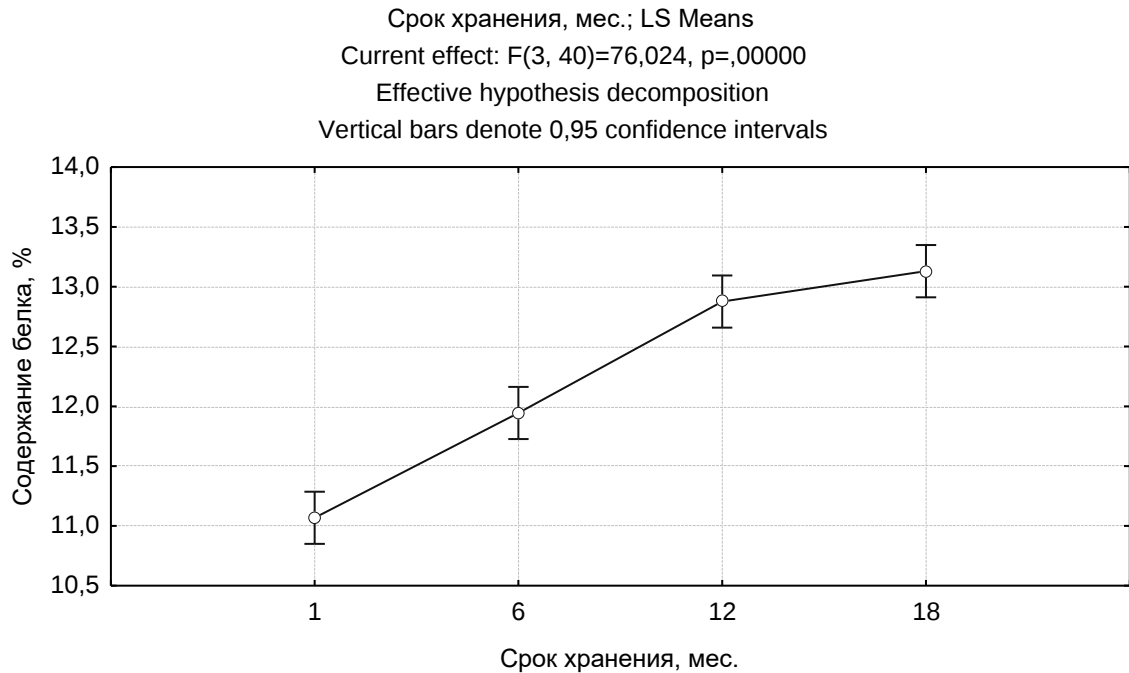


Рисунок Б.12 – Значимость различий между сроками хранения текстурированных зернопродуктов по содержанию белка (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.28 – Значимость различий (p) между сроками хранения текстурированных зернопродуктов по содержанию белка (Scheffe test)

Срок хранения, мес.	1	6	12	18
1		0,000021	0,000000	0,000000
6	0,000021		0,000007	0,000000
12	0,000000	0,000007		0,438544
18	0,000000	0,000000	0,438544	

Таблица Б.29 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Вид текстурированного зернопродукта» и «Срок хранения, мес.» на содержание белка

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	7208,341	1	7208,341	51564,83	0,000000
Вид текстурированного зернопродукта	12,237	1	12,237	87,54	0,000000
Срок хранения, мес.	31,883	3	10,628	76,02	0,000000
Вид текстурированного зернопродукта*Срок хранения, мес.	0,768	3	0,256	1,83	0,157150
Error	5,592	40	0,140		

Таблица Б.30 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Способ хранения/вид упаковки» и «Срок хранения, мес.» на содержание белка

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	7208,341	1	7208,341	10538,36	0,000000
Способ хранения/вид упаковки	0,820	5	0,164	0,24	0,940823
Срок хранения, мес.	31,883	3	10,628	15,54	0,000008
Вид текстурированного зернопродукта*Срок хранения, мес.	1,359	15	0,091	0,13	0,999902
Error	16,416	24	0,684		

Таблица Б.31 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Вид текстурированного зернопродукта» и «Способ хранения/вид упаковки» на содержание крахмала

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	145068,8	1	145068,8	402,4694	0,000000
Вид текстурированного зернопродукта	4,6	1	4,6	0,0128	0,910454
Способ хранения/вид упаковки	685,7	5	137,1	0,3805	0,858803
Вид текстурированного зернопродукта*Способ хранения/вид упаковки	245,1	5	49,0	0,1360	0,982904
Error	12976,1	36	360,4		

Таблица Б.32 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Вид текстурированного зернопродукта» и «Срок хранения, мес.» на содержание крахмала

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	145068,8	1	145068,8	1534,439	0,000000
Вид текстурированного зернопродукта	4,6	1	4,6	0,049	0,826101
Срок хранения, мес.	9574,1	3	3191,4	33,756	0,000000
Вид текстурированного зернопродукта*Срок хранения, мес.	551,1	3	183,7	1,943	0,138151
Error	3781,7	40	94,5		

Таблица Б.33 – Содержание крахмала текстурированных зернопродуктов в зависимости от срока хранения

Срок хранения, мес.	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
1	38,46	2,81	32,78	44,13
6	57,33	2,81	51,66	63,01
12	76,53	2,81	70,86	82,21
18	47,58	2,81	41,91	53,25

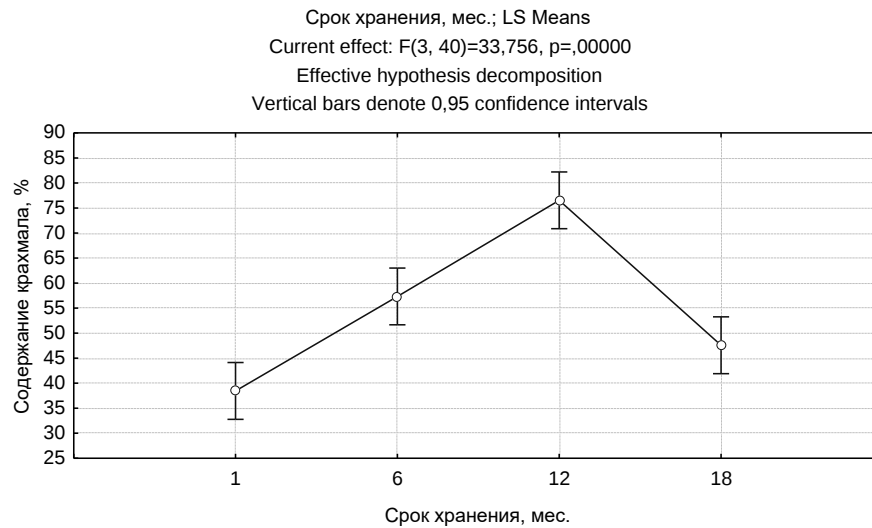


Рисунок Б.13 – Значимость различий между сроками хранения текстурированных зернопродуктов по содержанию крахмала (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.34 – Значимость различий (p) между сроками хранения текстурированных зернопродуктов по содержанию крахмала (Scheffe test)

Срок хранения, мес.	1	6	12	18
1		0,000412	0,000000	0,170214
6	0,000412		0,000325	0,127623
12	0,000000	0,000325		0,000000
18	0,170214	0,127623	0,000000	

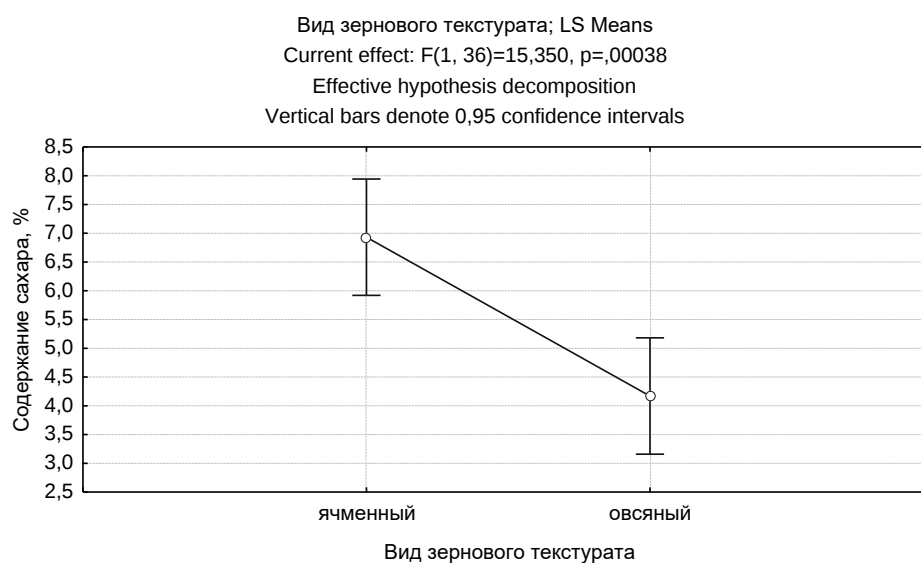


Рисунок Б.14 – Значимость различий между текстурированными зернопродуктами по содержанию сахара (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.35 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Вид текстурированного зернопродукта» и «Способ хранения/вид упаковки» на содержание сахара

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1478,920	1	1478,920	248,1303	0,000000
Вид текстурированного зернопродукта	91,490	1	91,490	15,3501	0,000383
Способ хранения/вид упаковки	13,684	5	2,737	0,4592	0,803845
Вид текстурированного зернопродукта* Способ хранения/вид упаковки	6,661	5	1,332	0,2235	0,949996
Error	214,569	36	5,960		

Таблица Б.36 – Содержание сахара в зависимости от вида текстурированного зернопродукта

Вид текстурированного зернопродукта	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
ячменный	6,9	0,50	5,9	7,94
овсяный	4,2	0,50	3,16	5,18

Таблица Б.37 – Значимость различий (p) между текстурированными зернопродуктами по содержанию сахара (Scheffe test)

Вид текстурированного зернопродукта	ячменный	овсяный
ячменный		0,000383
овсяный	0,000383	

Таблица Б.38 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Вид текстурированного зернопродукта» и «Срок хранения, мес.» на содержание сахара

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1478,920	1	1478,920	1265,305	0,000000
Вид текстурированного зернопродукта	91,490	1	91,490	78,276	0,000000
Срок хранения, мес.	150,215	3	50,072	42,839	0,000000
Вид текстурированного зернопродукта* Срок хранения, мес.	37,946	3	12,649	10,822	0,000024
Error	46,753	40	1,169		

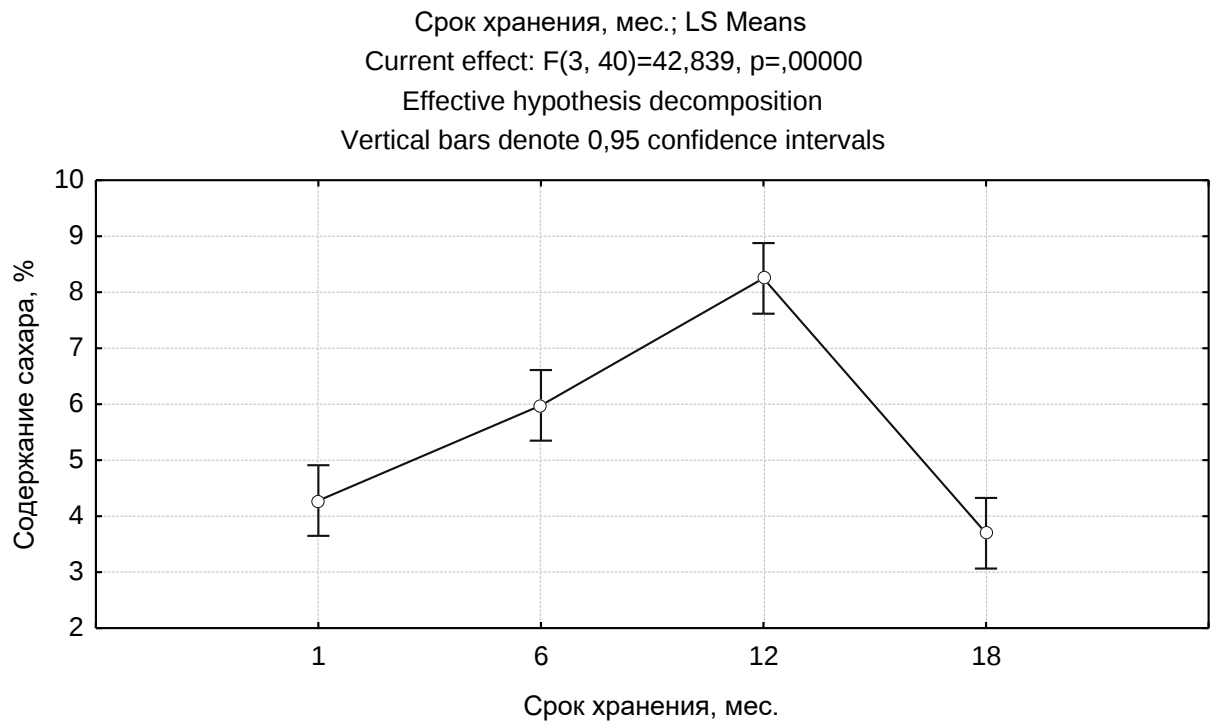


Рисунок Б.15 – Значимость различий между сроками хранения текстурированных зернопродуктов по содержанию сахара (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.39 – Содержание сахара текстурированных зернопродуктов в зависимости от срока хранения

Срок хранения, мес.	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
1	4,28	0,31	3,65	4,91
6	5,98	0,31	5,35	6,61
12	8,25	0,31	7,62	8,88
18	3,70	0,31	3,07	4,33

Таблица Б.40 – Значимость различий (p) между сроками хранения текстурированных зернопродуктов по содержанию сахара (Scheffe test)

Срок хранения, мес.	1	6	12	18
1		0,005169	0,000000	0,629899
6	0,005169		0,000132	0,000120
12	0,000000	0,000132		0,000000
18	0,629899	0,000120	0,000000	

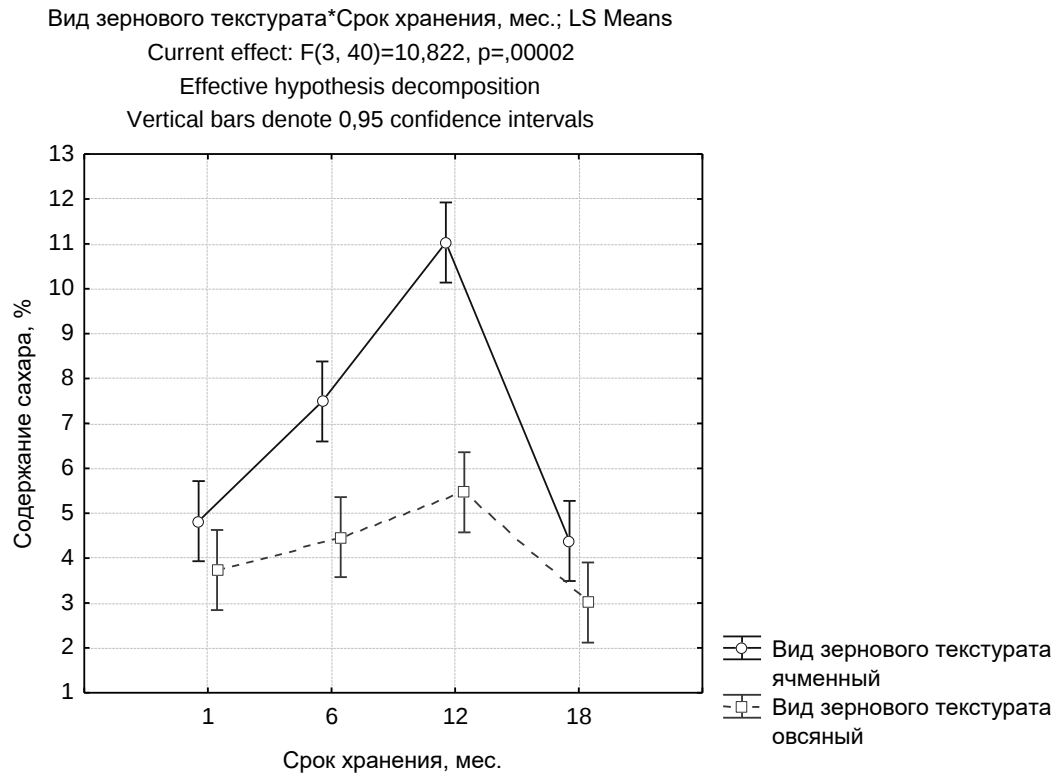


Рисунок Б.16 – Значимость различий между текстурированными зернопродуктами по содержанию сахара при различных сроках хранения (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.41 – Значимость различий (p) между текстурированными зернопродуктами по содержанию сахара при различных сроках хранения (Scheffe test)

Вид текстурированного зернопродукта	Срок хранения, мес.	ячменный	ячменный	ячменный	ячменный	овсяный	овсяный	овсяный	овсяный
		1	6	12	18	1	6	12	18
ячменный	1		0,026	0,000					
ячменный	6	0,026		0,000	0,005	0,000	0,007		0,000
ячменный	12	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ячменный	18		0,005	0,000					
овсяный	1		0,000	0,000					
овсяный	6		0,007	0,000					
овсяный	12			0,000					
овсяный	18		0,000	0,000					

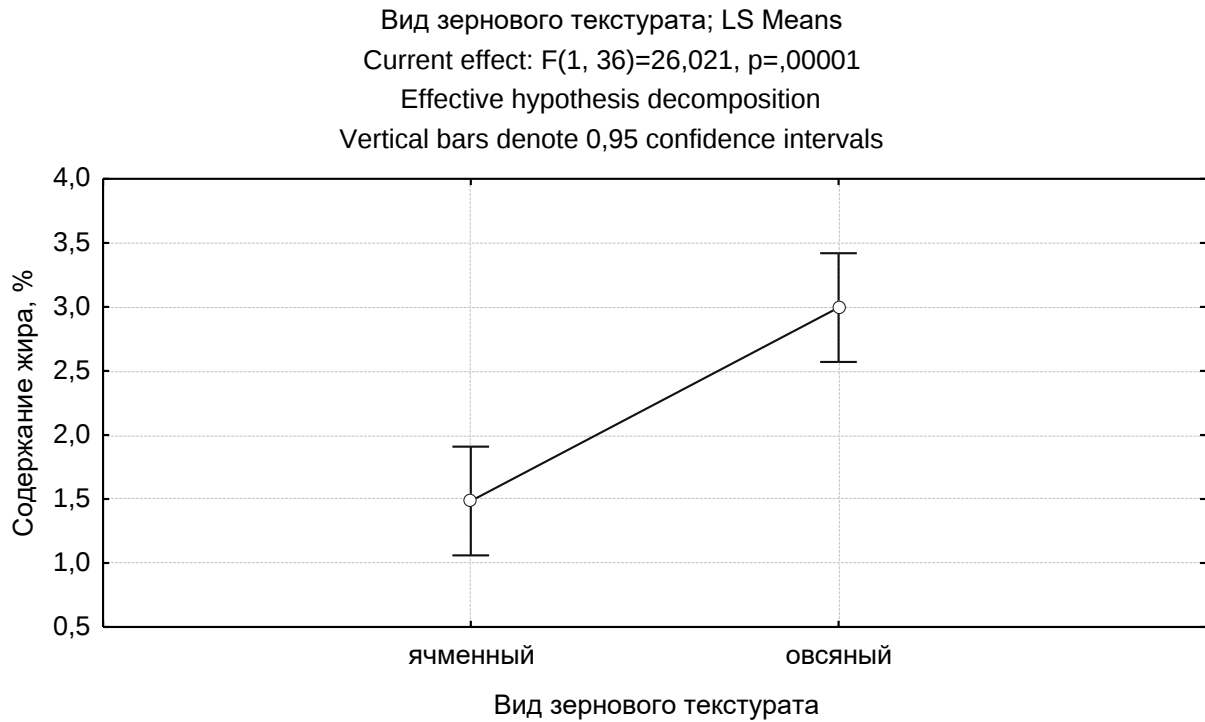


Рисунок Б.17 – Значимость различий между текстурированными зернопродуктами по содержанию жира (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.42 – Содержание жира в зависимости от вида текстурированного зернопродукта

Вид текстурированного зернопродукта	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
ячменный	1,48	0,21	1,06	1,91
овсяный	2,99	0,21	2,57	3,42

Таблица Б.43 – Значимость различий (p) между текстурированными зернопродуктами по содержанию жира (Scheffe test)

Вид текстурированного зернопродукта	ячменный	овсяный
ячменный		0,000011
овсяный	0,000011	

Таблица Б.44 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Вид текстурированного зернопродукта» и «Способ хранения/вид упаковки» на содержание жира

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	240,8181	1	240,8181	228,8227	0,000000
Вид текстурированного зернопродукта	27,3849	1	27,3849	26,0208	0,000011
Способ хранения/вид упаковки	3,4842	5	0,6968	0,6621	0,654445
Вид текстурированного зернопродукта*Способ хранения/вид упаковки	3,1030	5	0,6206	0,5897	0,707786
Error	37,8872	36	1,0524		

Таблица Б.45 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Способ хранения/вид упаковки» и «Срок хранения, мес.» на содержание жира

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	240,8181	1	240,8181	97,98822	0,000000
Способ хранения/вид упаковки	3,4842	5	0,6968	0,28354	0,917514
Срок хранения, мес.	2,5510	3	0,8503	0,34599	0,792324
Вид текстурированного зернопродукта* Срок хранения, мес.	6,8412	15	0,4561	0,18558	0,999269
Error	58,9830	24	2,4576		

Таблица Б.46 – Содержание золы в зависимости от вида текстурированного зернопродукта

Вид текстурированного зернопродукта	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
ячменный	1,14	0,02	1,10	1,18
овсяный	2,01	0,02	1,97	2,05

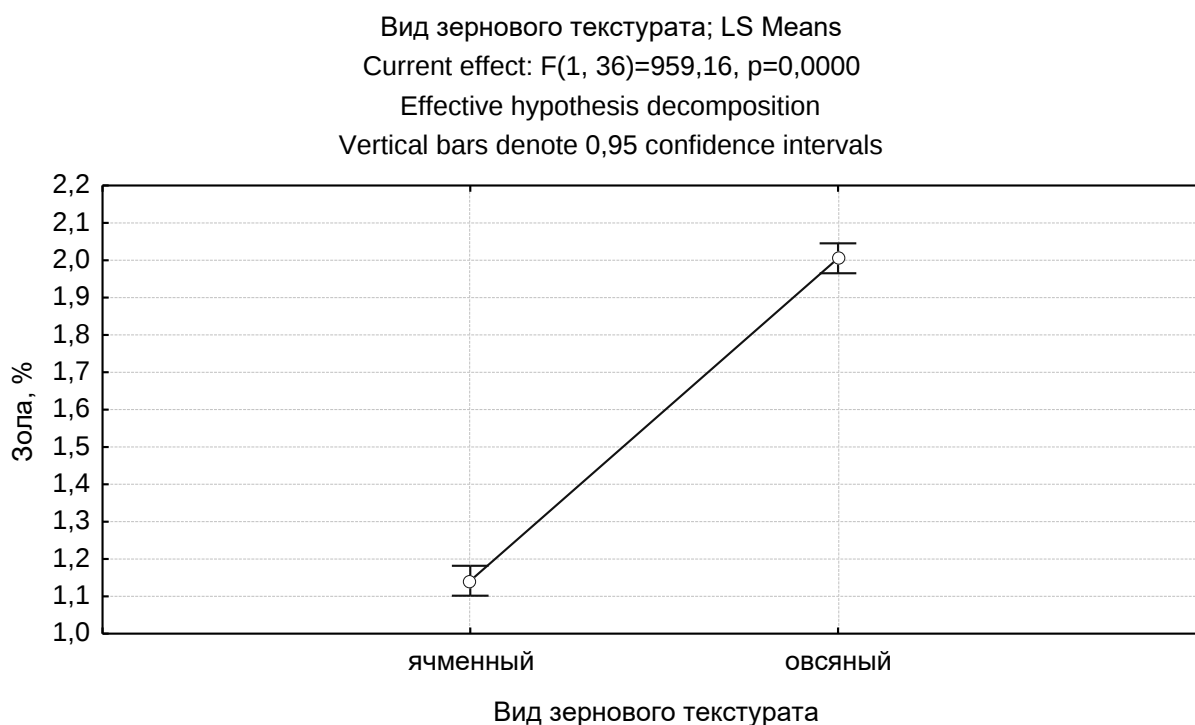


Рисунок Б.18 – Значимость различий между текстурированными зернопродуктами по содержанию золы (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.47 – Значимость различий (p) между текстурированными зернопродуктами по содержанию золы (Scheffe test)

Вид текстурированного зернопродукта	ячменный	овсяный
ячменный		0,0000
овсяный	0,0000	

Таблица Б.48 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Вид текстурированного зернопродукта» и «Способ хранения/вид упаковки» на содержание золы

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	118,8520	1	118,8520	12745,34	0,000000
Вид текстурированного зернопродукта	8,9443	1	8,9443	959,16	0,000000
Способ хранения/вид упаковки	0,1375	5	0,0275	2,95	0,024837
Вид текстурированного зернопродукта*Способ хранения/вид упаковки	0,1069	5	0,0214	2,29	0,065793
Error	0,3357	36	0,0093		

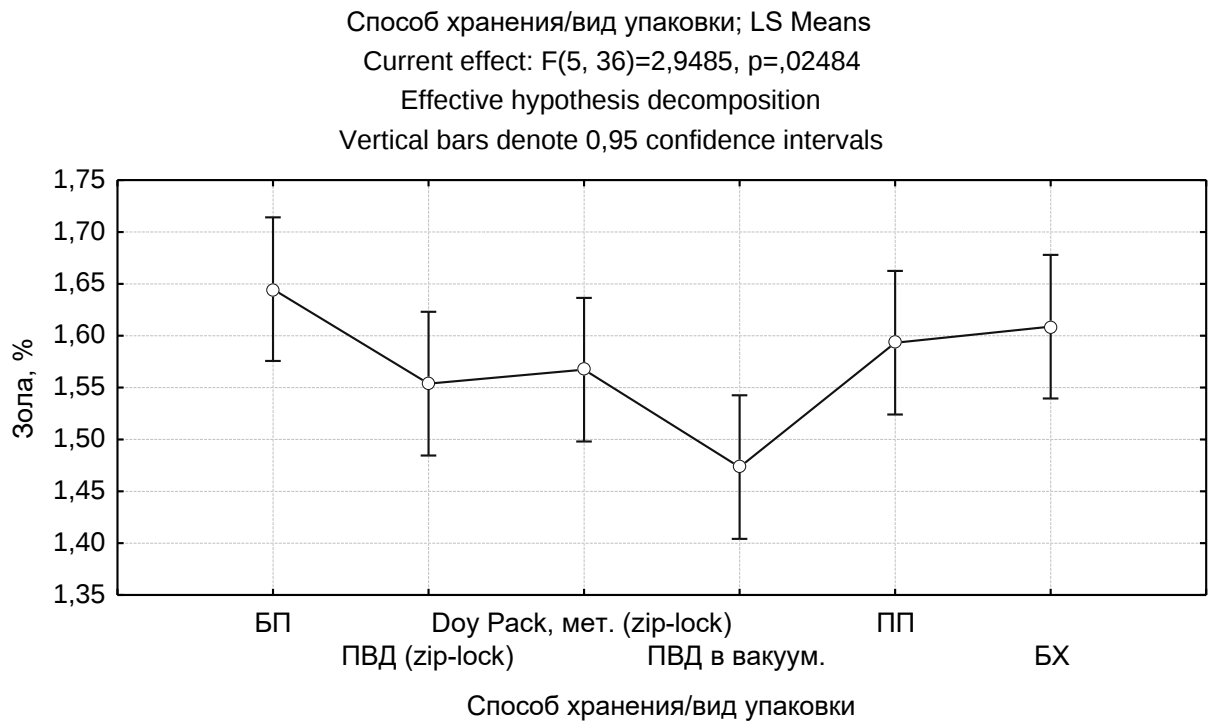


Рисунок Б.19 – Значимость различий между способами хранения и видами упаковки текстурированных зернопродуктов по содержанию золы (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.49 – Содержание золы в зависимости от способа хранения и вида упаковки текстурированных зернопродуктов

Источник вариации	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
БП	1,65	0,03	1,58	1,71
ПВД (zip-lock)	1,55	0,03	1,48	1,62
Doy Pack, мет. (zip-lock)	1,57	0,03	1,50	1,64
ПВД в вакуум.	1,47	0,03	1,40	1,54
ПП	1,59	0,03	1,52	1,66
БХ	1,61	0,03	1,54	1,68

Таблица Б.50 – Значимость различий (p) между способами хранения и видами упаковки текстурированных зернопродуктов по содержанию золы (Scheffe test)

Способ хранения/вариант упаковки	БП	ПВД (zip-lock)	Doy Pack, мет. (zip-lock)	ПВД в вакуум.	ПП	БХ
БП		0,618851	0,762117	0,046621	0,947681	0,988981
ПВД (zip-lock)	0,618851		0,999903	0,733186	0,983573	0,932449
Doy Pack, мет. (zip-lock)	0,762117	0,999903		0,586525	0,997640	0,979533
ПВД в вакуум.	0,046621	0,733186	0,586525		0,313638	0,192561
ПП	0,947681	0,983573	0,997640	0,313638		0,999809
БХ	0,988981	0,932449	0,979533	0,192561	0,999809	

Таблица Б.51 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Вид текстурированного зернопродукта» и «Срок хранения, мес.» на содержание золы

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	118,8520	1	118,8520	11201,60	0,000000
Вид текстурированного зернопродукта	8,9443	1	8,9443	842,98	0,000000
Срок хранения, мес.	0,0334	3	0,0111	1,05	0,381850
Вид текстурированного зернопродукта* Срок хранения, мес.	0,1224	3	0,0408	3,84	0,016517
Error	0,4244	40	0,0106		

Таблица Б.52 – Значимость различий (p) между текстурированными зернопродуктами по содержанию золы при различных сроках хранения (Scheffe test)

Вид текстурированного зернопродукта	Срок хранения, мес.	ячменный	ячменный	ячменный	ячменный	овсяный	овсяный	овсяный	овсяный
		1	6	12	18	1	6	12	18
ячменный	1		1,000	0,959	0,982	0,000	0,000	0,000	0,000
ячменный	6	1,000		0,985	0,995	0,000	0,000	0,000	0,000
ячменный	12	0,959	0,985		1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ячменный	18	0,982	0,995	1,000		0,000	0,000	0,000	0,000
овсяный	1	0,000	0,000	0,000	0,000		0,958	0,927	0,146
овсяный	6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,958		1,000	0,769
овсяный	12	0,000	0,000	0,000	0,000	0,927	1,000		0,835
овсяный	18	0,000	0,000	0,000	0,000	0,146	0,769	0,835	

Вид зернового текстурата*Срок хранения, мес.; Unweighted Means

Current effect: $F(3, 40)=3,8438$, $p=,01652$

Effective hypothesis decomposition

Vertical bars denote 0,95 confidence intervals

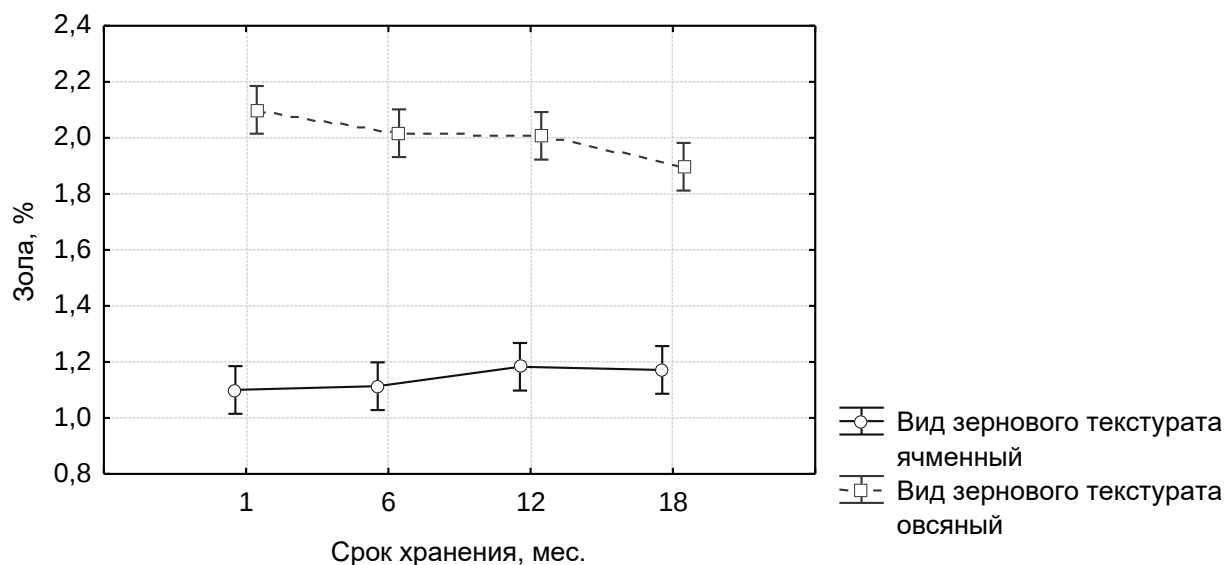


Рисунок Б.20 – Значимость различий между текстурированными зернопродуктами по содержанию золы при различных сроках хранения (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.53 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Способ хранения/вид упаковки» и «Срок хранения, мес.» на содержание золы

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	118,8520	1	118,8520	308,5261	0,000000
Способ хранения/вид упаковки	0,1375	5	0,0275	0,0714	0,995969
Срок хранения, мес.	0,0334	3	0,0111	0,0289	0,993213
Способ хранения/вид упаковки*Срок хранения, мес.	0,1082	15	0,0072	0,0187	1,000000
Error	9,2454	24	0,3852		

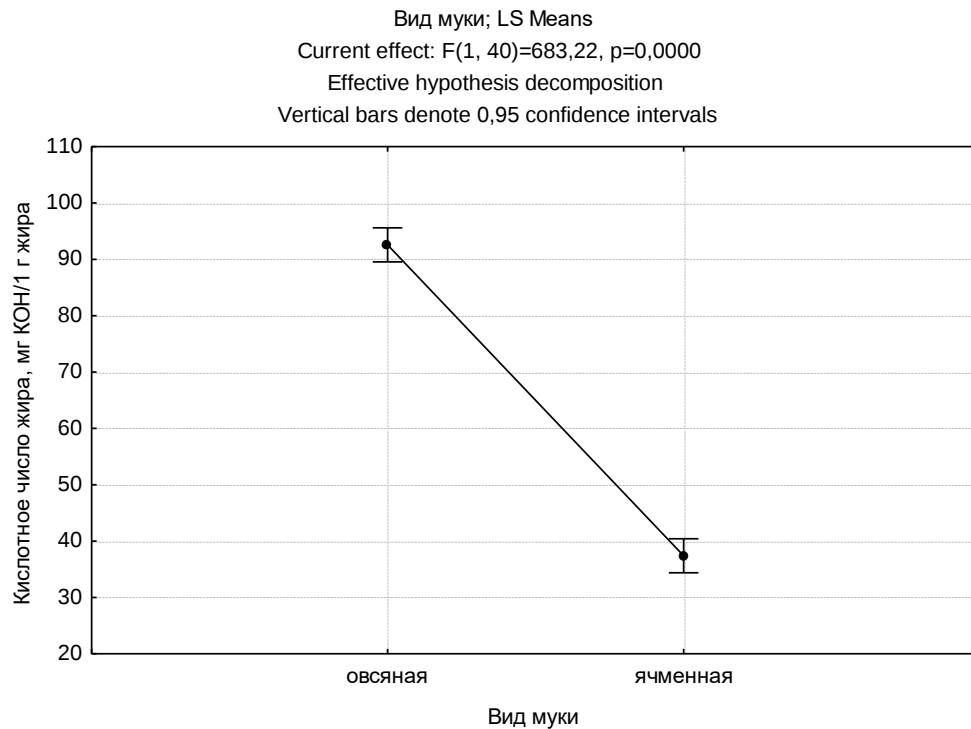


Рисунок Б.21 – Значимость различий между ячменной и овсяной мукой по КЧЖ (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.54 – КЧЖ в зависимости от вида муки

Вид муки	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
ячменная	92,57	1,49	89,55	95,59
овсяная	37,40	1,49	34,38	40,41

Таблица Б.55 – Значимость различий (p) между ячменной и овсяной мукой по КЧЖ (Tukey HSD test)

Вид муки	ячменная	овсяная
ячменная		0,000116
овсяная	0,000116	

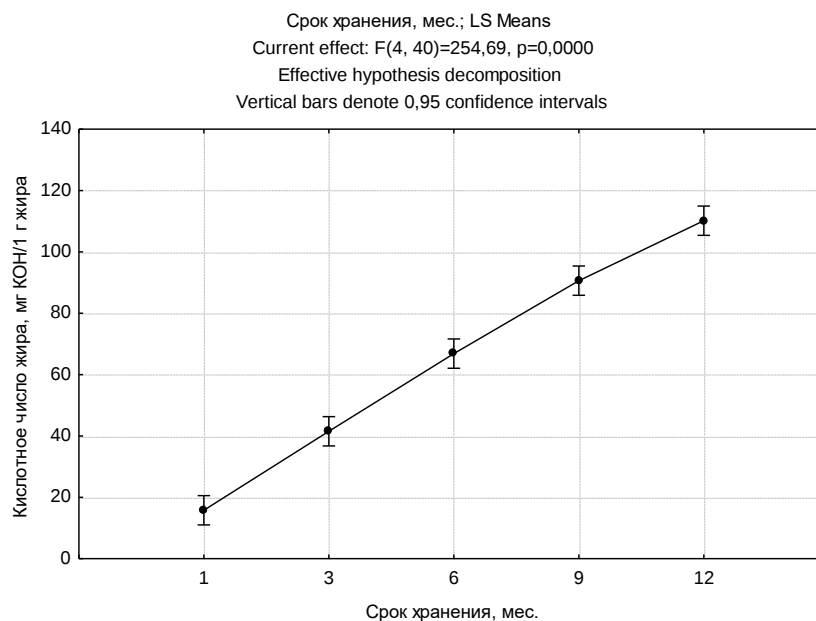


Рисунок Б.22 – Значимость различий между сроками хранения ячменной и овсяной муки по КЧЖ (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.56 – КЧЖ ячменной и овсяной муки в зависимости от срока хранения

Срок хранения, мес.	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
1	15,77	2,36	11,00	20,54
3	41,52	2,36	36,75	46,29
6	66,84	2,36	62,07	71,61
9	90,62	2,36	85,85	95,39
12	110,17	2,36	105,40	114,94

Таблица Б.57 – Значимость различий (p) между сроками хранения ячменной и овсяной муки по КЧЖ (Scheffe test)

Срок хранения, мес.	1	3	6	9	12
1		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
3	0,000000		0,000000	0,000000	0,000000
6	0,000000	0,000000		0,000001	0,000000
9	0,000000	0,000000	0,000001		0,000043
12	0,000000	0,000000	0,000000	0,000043	

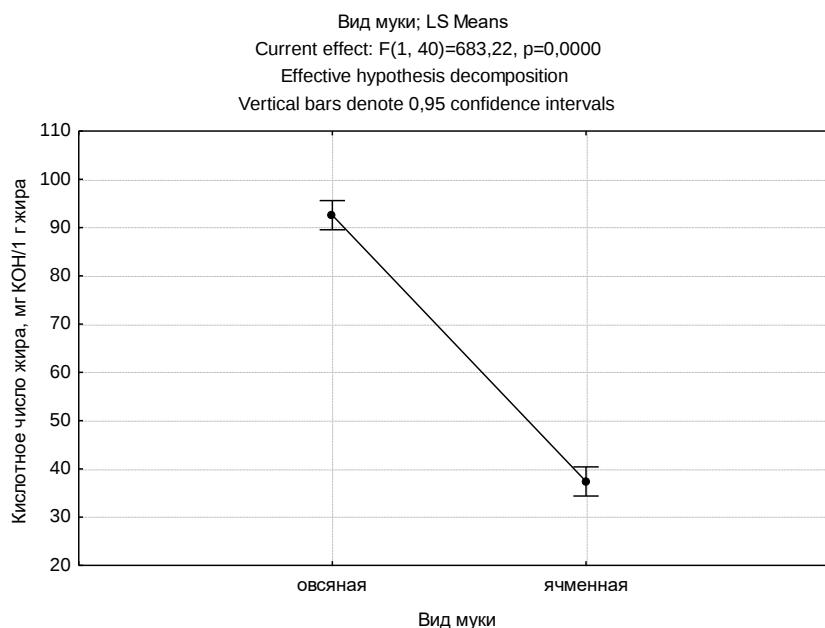


Рисунок Б.23 – Значимость различий между ячменной и овсяной мукой по КЧЖ при различных сроках хранения (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.58 – Значимость различий (p) между ячменной и овсяной мукой по КЧЖ при различных сроках хранения (Scheffe test)

Вид муки	Срок хранения, мес.	овсяная					ячменная				
		1	3	6	9	12	1	3	6	9	12
овсяная	1		0,000	0,000	0,000	0,000			0,017	0,000	0,000
	3	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			
	6	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	9	0,000	0,000	0,000		0,042	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	12	0,000	0,000	0,000	0,042		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ячменная	1		0,000	0,000	0,000	0,000				0,002	0,000
	3		0,000	0,000	0,000	0,000					0,000
	6	0,017		0,000	0,000	0,000					0,006
	9	0,000		0,000	0,000	0,000	0,002				
	12	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006		

Таблица Б.59 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Вид муки» и «Срок хранения» на КЧЖ

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	211149,9	1	211149,9	3791,268	0,00
Вид муки	38051,0	1	38051,0	683,219	0,00
Срок хранения, мес.	56738,6	4	14184,7	254,690	0,00
Вид муки*Срок хранения, мес.	17986,5	4	4496,6	80,738	0,00
Error	2227,7	40	55,7		

Таблица Б.60 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Способ хранения» и «Срок хранения» на КЧЖ ячменной и овсяной муки в процессе хранения

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	211149,9	1	211149,9	92,60057	0,000000
Способ хранения	744,7	4	186,2	0,08165	0,987288
Срок хранения, мес.	56738,6	4	14184,7	6,22073	0,001286
Способ хранения*Срок хранения, мес.	515,0	16	32,2	0,01411	1,000000
Error	57005,6	25	2280,2		

Таблица Б.61 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Вид муки» и «Срок хранения» на КМАФАНМ, КОЕ/г ячменной и овсяной муки в процессе хранения

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	3,538255E+09	1	3,538255E+09	7,331057	0,009921
Вид муки	8,041656E+07	1	8,041656E+07	0,166618	0,685312
Срок хранения, мес.	1,318173E+09	4	3,295431E+08	0,682794	0,608016
Вид муки*Срок хранения, мес.	1,856081E+09	4	4,640203E+08	0,961423	0,439194
Error	1,930557E+10	40	4,826392E+08		

Таблица Б.62 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Вид муки» и «Способ хранения/вид упаковки» на КМАФАНМ, КОЕ/г ячменной и овсяной муки в процессе хранения

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	3,538255E+09	1	3,538255E+09	11,33906	0,001688
Вид муки	8,041656E+07	1	8,041656E+07	0,25771	0,614485
Способ хранения/вид упаковки	8,213122E+09	4	2,053281E+09	6,58016	0,000363
Вид муки*Способ хранения/вид упаковки	1,785050E+09	4	4,462625E+08	1,43014	0,241733
Error	1,248165E+10	40	3,120412E+08		

Таблица Б.63 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Способ хранения/вид упаковки» и «Срок хранения» на КМАФАНМ, КОЕ/г ячменной и овсяной муки в процессе хранения

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	3,538255E+09	1	3,538255E+09	9,754095	0,004483
Способ хранения/вид упаковки	8,213122E+09	4	2,053281E+09	5,660387	0,002192
Срок хранения, мес.	1,318173E+09	4	3,295431E+08	0,908469	0,474172
Способ хранения/вид упаковки*Срок хранения, мес.	3,960303E+09	16	2,475189E+08	0,682348	0,784266
Error	9,068641E+09	25	3,627456E+08		

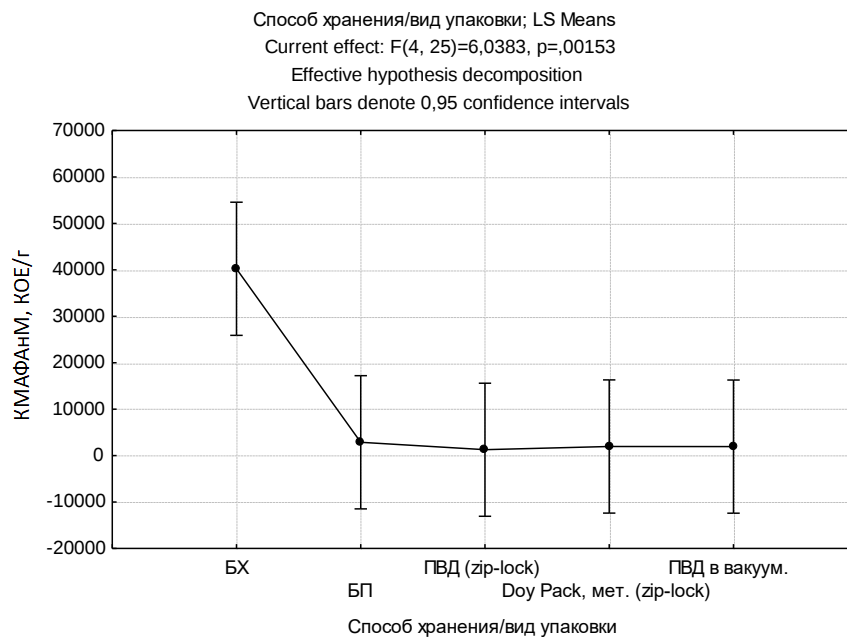


Рисунок Б.24– Значимость различий между способами хранения и видами упаковки ячменной и овсяной муки по КМАФАнМ, КОЕ/г (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.64 – КМАФАнМ, КОЕ/г в зависимости от способа хранения и вида упаковки ячменной и овсяной муки

Вид муки	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
БХ	34025,00	6022,84	21620,7	46429,26
БП	2865,00	6022,84	-9539,3	15269,26
ПВД (zip-lock)	1265,00	6022,84	-11139,3	13669,26
Doy Pack, мет. (zip-lock)	1965,00	6022,84	-10439,3	14369,26
ПВД в вакуум.	1941,00	6022,84	-10463,3	14345,26

Таблица Б.65 – Значимость различий (p) между способами хранения и вариантами упаковки ячменной и овсяной муки по КМАФАнМ, КОЕ/г (Scheffe test)

Способ хранения/вариант упаковки	БХ	БП	ПВД (zip-lock)	Doy Pack, мет. (zip-lock)	ПВД в вакуум.
БХ		0,025206	0,016923	0,020171	0,020050
БП	0,025206		0,999834	0,999983	0,999981
ПВД (zip-lock)	0,016923	0,999834		0,999994	0,999995
Doy Pack, мет. (zip-lock)	0,020171	0,999983	0,999994		1,000000
ПВД в вакуум.	0,020050	0,999981	0,999995	1,000000	

Таблица Б.66 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Вид текстурированного зернопродукта» и «Срок хранения» на КЧЖ текстурированных продуктов из ячменя и овса

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	76954,48	1	76954,48	807,1235	0,000000
Вид текстурированного зернопродукта	46,71	1	46,71	0,4899	0,488024
Срок хранения, мес.	14013,46	3	4671,15	48,9926	0,000000
Вид текстурированного зернопродукта*Срок хранения, мес.	216,20	3	72,07	0,7559	0,525509
Error	3813,76	40	95,34		

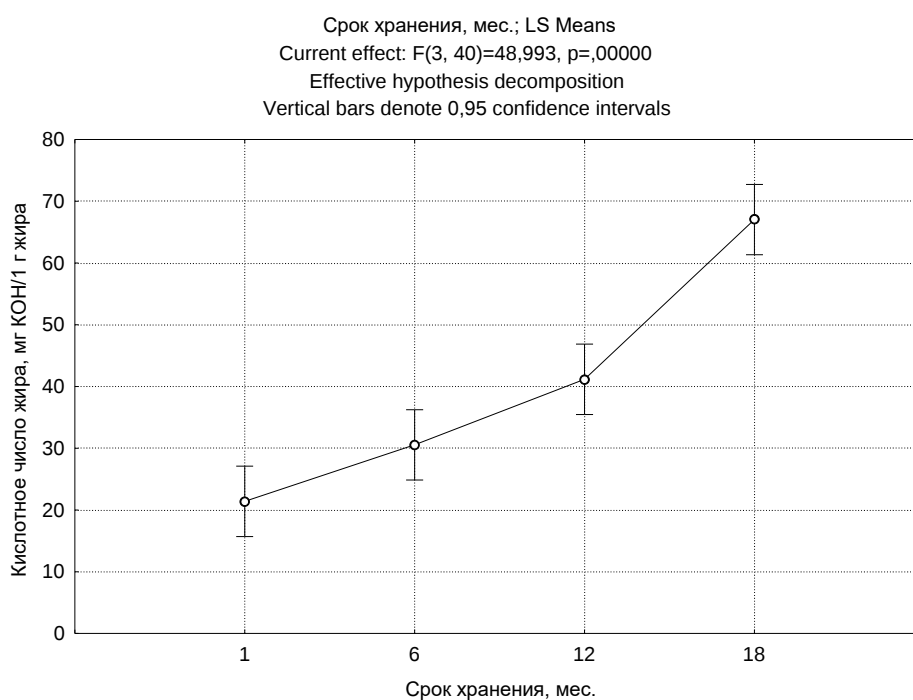


Рисунок Б.25 – Значимость различий между сроками хранения текстурированных зернопродуктов по КЧЖ (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.67 – КЧЖ текстурированных зернопродуктов в зависимости от срока хранения

Срок хранения, мес.	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
1	21,40	2,82	15,70	27,10
6	30,55	2,82	24,85	36,25
12	41,17	2,82	35,47	46,87
18	67,04	2,82	61,34	72,74

Таблица Б.68 – Значимость различий (p) между сроками хранения текстурированных зернопродуктов по КЧЖ (Scheffe test)

Срок хранения, мес.	1	6	12	18
1		0,171066	0,000226	0,000000
6	0,171066		0,085262	0,000000
12	0,000226	0,085262		0,000002
18	0,000000	0,000000	0,000002	

Таблица Б.69 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Способ хранения/вид упаковки» и «Срок хранения» на КЧЖ зеровых текстуратов

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	76954,48	1	76954,48	1262,768	0,000000
Способ хранения/вид упаковки	1731,51	5	346,30	5,683	0,001353
Срок хранения, мес.	14013,46	3	4671,15	76,650	0,000000
Способ хранения/вид упаковки*Срок хранения, мес.	882,58	15	58,84	0,966	0,515260
Error	1462,59	24	60,94		

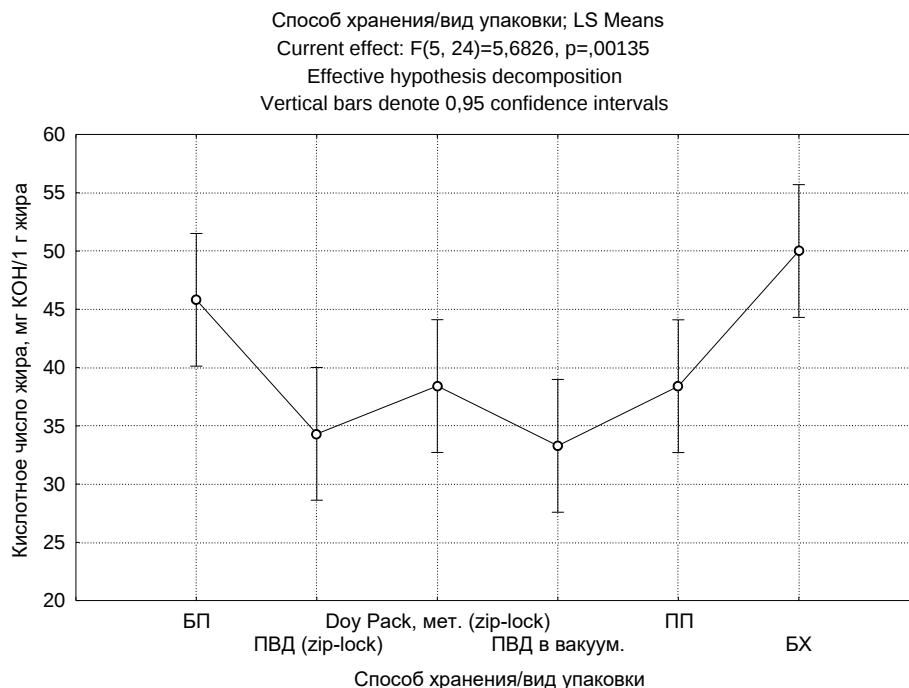


Рисунок Б.26 – Значимость различий между способами хранения и видами упаковки текстурированных зернопродуктов по КЧЖ (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.70 – КЧЖ в зависимости от способа хранения и вида текстурированных зернопродуктов

Источник вариации	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
ПП	38,40	2,76	32,71	44,10
БХ	50,01	2,76	44,31	55,70
БП	45,82	2,76	40,12	51,51
ПВД (zip-lock)	34,31	2,76	28,61	40,00
Doy Pack, мет. (zip-lock)	38,42	2,76	32,72	44,11
ПВД в вакуум.	33,29	2,76	27,59	38,98

Таблица Б.71 – Значимость различий (p) между способами хранения и видами упаковки текстурированных зернопродуктов по КЧЖ (Scheffe test)

Способ хранения/вариант упаковки	БП	ПВД (zip-lock)	Doy Pack, мет. (zip-lock)	ПВД в вакуум.	ПП	БХ
БП		0,164276	0,615452	0,105860	0,613596	0,945520
ПВД (zip-lock)	0,164276		0,949850	0,999926	0,950539	0,022617
Doy Pack, мет. (zip-lock)	0,615452	0,949850		0,880164	1,000000	0,158692
ПВД в вакуум.	0,105860	0,999926	0,880164		0,881344	0,013149
ПП	0,613596	0,950539	1,000000	0,881344		0,157790
БХ	0,945520	0,022617	0,158692	0,013149	0,157790	

Таблица Б.72 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Вид текстурированного зернопродукта» и «Срок хранения» на КМАФАнМ, КОЕ/г текстурированных зернопродуктов

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	435487008	1	435487008	346,5327	0,000000
Вид текстурированного зернопродукта	66788008	1	66788008	53,1456	0,000000
Срок хранения, мес.	190021158	3	63340386	50,4022	0,000000
Вид текстурированного зернопродукта*Срок хранения, мес.	91029492	3	30343164	24,1451	0,000000
Error	50267933	40	1256698		

Таблица Б.73 – КМАФАнМ, КОЕ/г в зависимости от вида текстурированного зернопродукта

Вид текстурированного зернопродукта	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
ячменный	4191,67	228,83	3729,19	4654,15
овсяный	1832,50	228,83	1370,02	2294,98

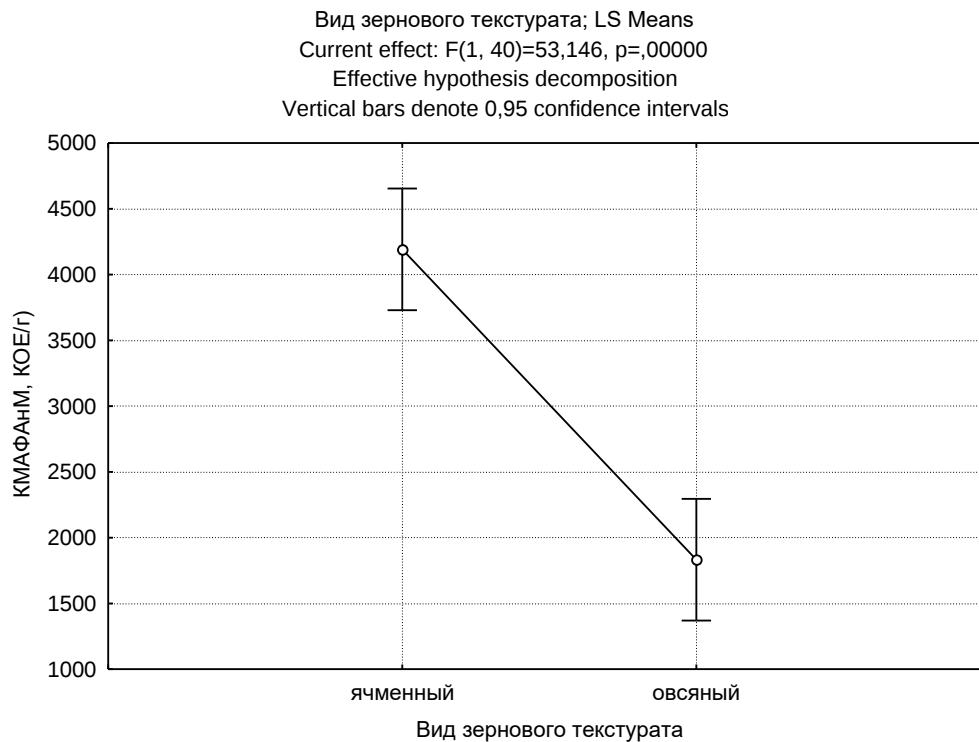


Рисунок Б.27 – Значимость различий между текстурированными зернопродуктами по КМАФАнМ, КОЕ/г (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.74 – Значимость различий (p) между текстурированными зернопродуктами по КМАФАнМ, КОЕ/г (Scheffe test)

Вид текстурированного зернопродукта	ячменный	овсяный
ячменный		0,000000
овсяный	0,000000	

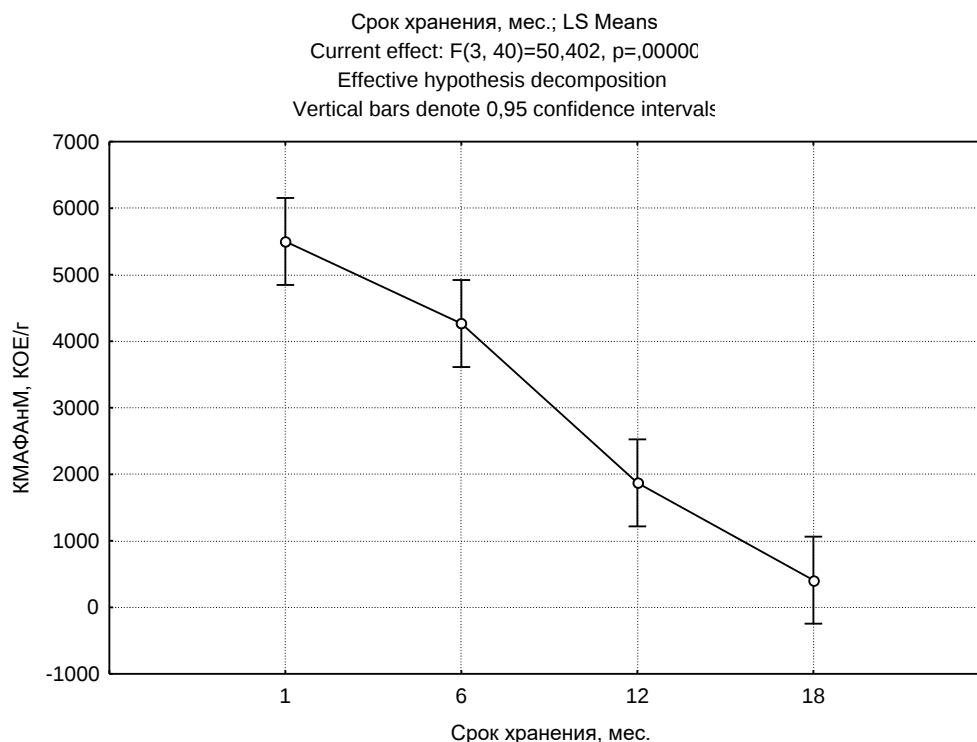


Рисунок Б.28 – Значимость различий между сроками хранения текстурированных зернопродуктов по КМАФАнМ, КОЕ/г (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.75 – КМАФАнМ, КОЕ/г текстурированных зернопродуктов в зависимости от срока хранения

Срок хранения, мес.	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
1	5500,00	323,61	4845,96	6154,05
6	4266,67	323,61	3612,62	4920,71
12	1871,67	323,61	1217,62	2525,71
18	410,00	323,61	-244,05	1064,05

Таблица Б.76 – Значимость различий (p) между сроками хранения текстурированных зернопродуктов КМАФАнМ, КОЕ/г (Scheffe test)

Срок хранения, мес.	1	6	12	18
1		0,010245	0,000000	0,000000
6	0,010245		0,000006	0,000000
12	0,000000	0,000006		0,002737
18	0,000000	0,000000	0,002737	

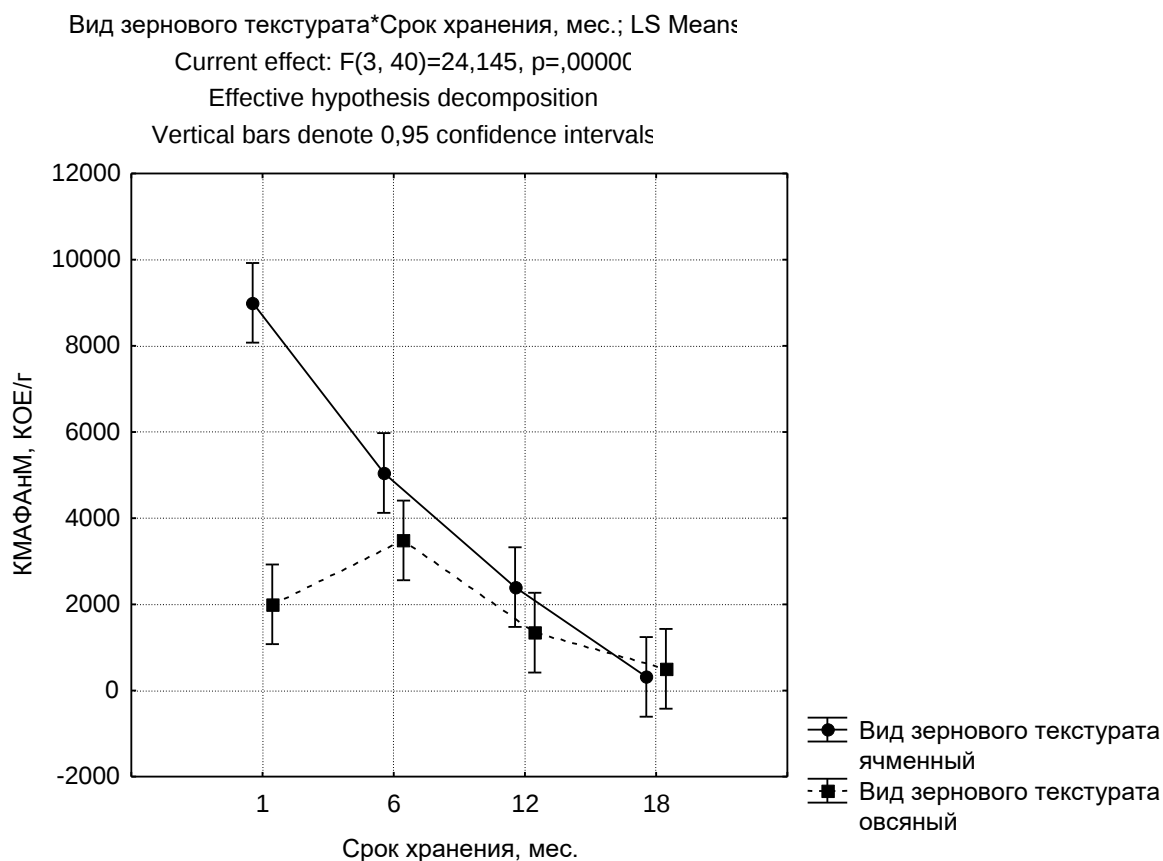


Рисунок Б.29 – Значимость различий между текстурированными зернопродуктами по КМАФАНМ, КОЕ/г при различных сроках хранения (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.77 – Значимость различий (p) между текстурированными зернопродуктами по КМАФАНМ, КОЕ/г при различных сроках хранения (Scheffe test)

Вид текстурированного зернопродукта	Срок хранения, мес.	ячменный				овсяный			
		1	6	12	18	1	6	12	18
ячменный	1		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ячменный	6	0,000		0,038	0,000	0,009		0,001	0,000
ячменный	12	0,000	0,038						
ячменный	18	0,000	0,000				0,006		
овсяный	1	0,000	0,009						
овсяный	6	0,000			0,006				0,011
овсяный	12	0,000	0,000						
овсяный	18	0,000	0,000				0,011		

Таблица Б.78 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Способ хранения/вид упаковки» и «Срок хранения» на КМАФАНМ, КОЕ/г текстурированных зернопродуктов

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	435487008	1	435487008	61,89456	0,000000
Способ хранения/вид упаковки	18834092	5	3766818	0,53537	0,747435
Срок хранения, мес.	190021158	3	63340386	9,00239	0,000357
Способ хранения/вид упаковки*Срок хранения, мес.	20388542	15	1359236	0,19318	0,999080
Error	168862800	24	7035950		

Вид муки; LS Means
 Current effect: F(1, 40)=50,381, p=,00000
 Effective hypothesis decomposition
 Vertical bars denote 0,95 confidence intervals

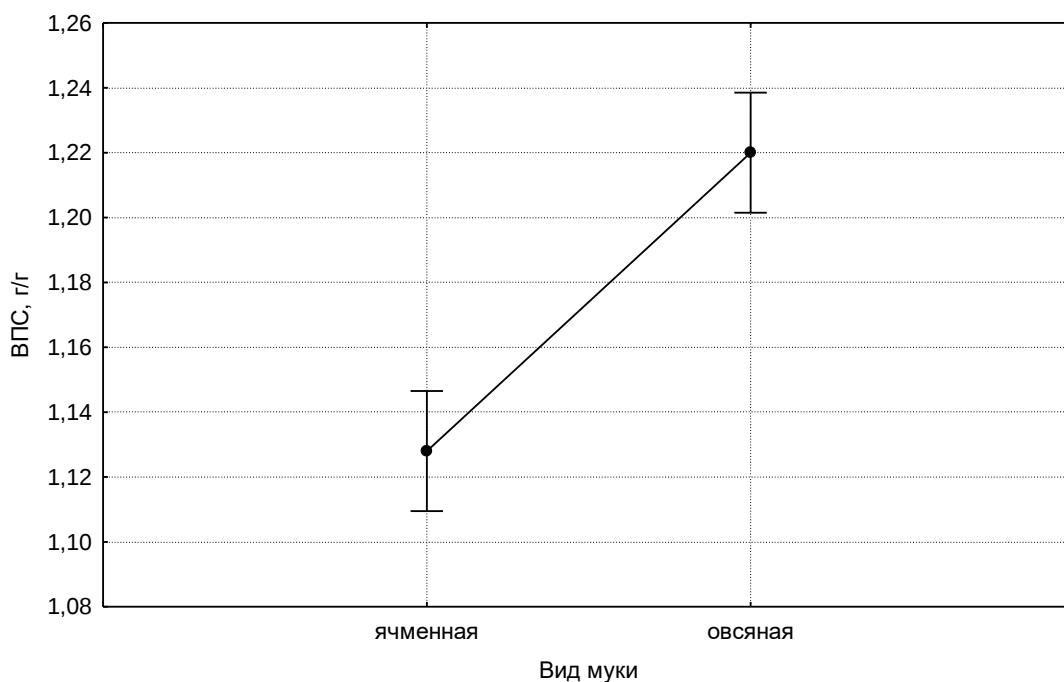


Рисунок Б.30 – Значимость различий между ячменной и овсяной мукой по ВПС (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.79 – ВПС в зависимости от вида муки

Вид муки	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
ячменная	1,13	0,0092	1,11	1,15
овсяная	1,22	0,0092	1,20	1,24

Таблица Б.80 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Способ хранения/вид упаковки» и «Вид муки» на ВПС ячменной и овсяной муки в процессе хранения

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	68,91380	1	68,91380	32816,10	0,000000
Вид муки	0,10580	1	0,10580	50,38	0,000000
Способ хранения/вид упаковки	0,00520	4	0,00130	0,62	0,651525
Вид муки*Способ хранения/вид упаковки	0,00120	4	0,00030	0,14	0,965110
Error	0,08400	40	0,00210		

Таблица Б.81 – Значимость различий (p) между ячменной и овсяной мукой по ВПС (Tukey HSD test)

Вид муки	ячменная	овсяная
ячменная		0,000116
овсяная	0,000116	

Таблица Б.82 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Срок хранения» и «Вид муки» на ВПС ячменной и овсяной муки в процессе хранения

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	68,91380	1	68,91380	40537,53	0,000000
Вид муки	0,10580	1	0,10580	62,24	0,000000
Срок хранения	0,00920	4	0,00230	1,35	0,267416
Вид муки* Срок хранения	0,01320	4	0,00330	1,94	0,122341
Error	0,06800	40	0,00170		

Таблица Б.83 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Срок хранения» и «Способ хранения/вид упаковки» на ВПС ячменной и овсяной муки в процессе хранения

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	68,91380	1	68,91380	11881,69	0,000000
Срок хранения	0,00520	4	0,00130	0,22	0,922355
Способ хранения/вид упаковки	0,00920	4	0,00230	0,40	0,809163
Срок хранения*Способ хранения/вид упаковки	0,03680	16	0,00230	0,40	0,970622
Error	68,91380	1	68,91380	11881,69	0,000000

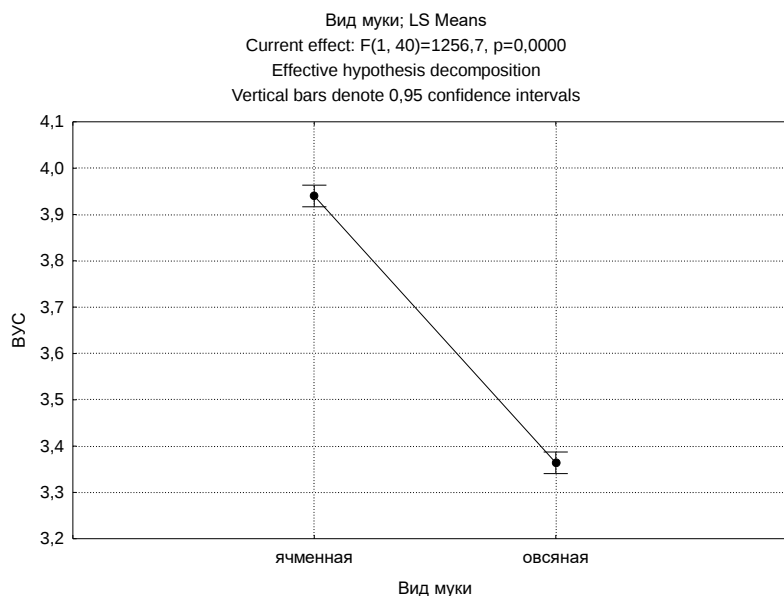


Рисунок Б.31 – Значимость различий между ячменной и овсяной мукой по ВУС (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.84 – ВУС в зависимости от вида муки

Вид муки	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
ячменная	3,94	0,0115	3,92	3,96
овсяная	3,36	0,0115	3,34	3,39

Таблица Б.85 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Способ хранения/вид упаковки» и «Вид муки» на ВУС ячменной и овсяной муки в процессе хранения

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	666,8552	1	666,8552	202077,3	0,000000
Вид муки	4,1472	1	4,1472	1256,7	0,000000
Способ хранения/вид упаковки	0,0208	4	0,0052	1,6	0,199456
Вид муки*Способ хранения/вид упаковки	0,0048	4	0,0012	0,4	0,833016
Error	0,1320	40	0,0033		

Таблица Б.86 – Значимость различий (p) между ячменной и овсяной мукой по ВУС (Tukey HSD test)

Вид муки	ячменная	овсяная
ячменная		0,000116
овсяная	0,000116	

Таблица Б.87 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Вид муки» и «Срок хранения» на ВУС ячменной и овсяной муки в процессе хранения

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	666,8552	1	666,8552	317550,1	0,000000
Вид муки	4,1472	1	4,1472	1974,9	0,000000
Срок хранения, мес.	0,0608	4	0,0152	7,2	0,000175
Вид муки* Срок хранения, мес.	0,0128	4	0,0032	1,5	0,213664
Error	0,0840	40	0,0021		

Таблица Б.88 – ВУС в зависимости от срока хранения

Срок хранения, мес.	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
1	3,70	0,0145	3,67	3,73
3	3,68	0,0145	3,65	3,71
6	3,64	0,0145	3,61	3,70
9	3,64	0,0145	3,61	3,70
12	3,60	0,0145	3,57	3,63

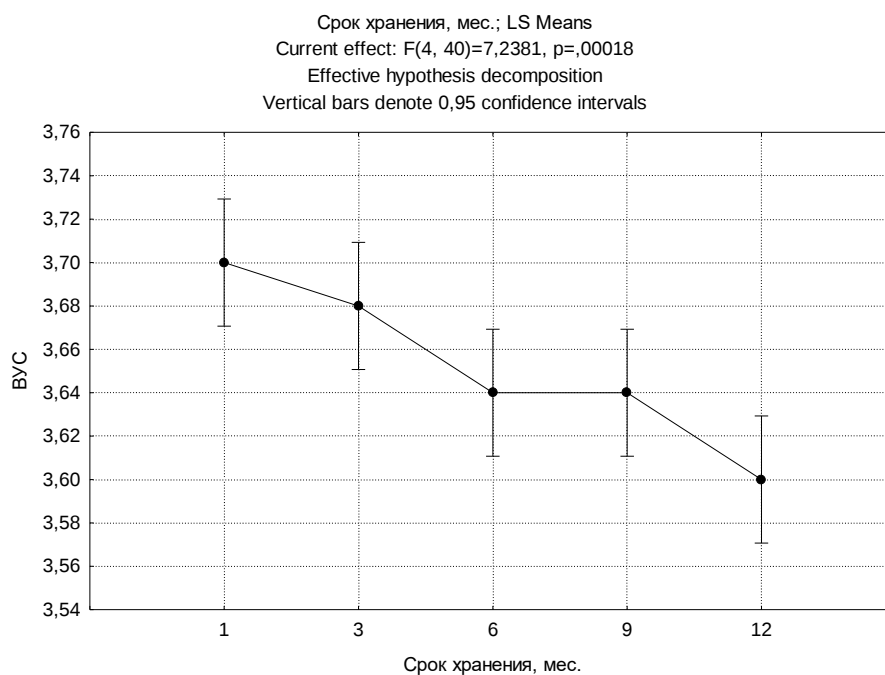


Рисунок Б.32 – Значимость различий между сроками хранения ячменной и овсяной мукой по ВУС (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.89 – Значимость различий (p) между сроками хранения ячменной и овсяной муки по ВУС (Scheffe test)

Срок хранения, мес.	1	3	6	9	12
1		0,864487	0,042227	0,042227	0,000290
3	0,864487		0,307864	0,307864	0,003213
6	0,042227	0,307864		1,000000	0,307864
9	0,042227	0,307864	1,000000		0,307864
12	0,000290	0,003213	0,307864	0,307864	

Таблица Б.90 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Способ хранения/вид упаковки» и «Срок хранения» на ВУС ячменной и овсяной муки в процессе хранения

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	666,8552	1	666,8552	3978,850	0,000000
Способ хранения/вид упаковки	0,0208	4	0,0052	0,031	0,998018
Срок хранения, мес.	0,0608	4	0,0152	0,091	0,984528
Способ хранения/вид упаковки* Срок хранения, мес.	0,0332	16	0,0021	0,012	1,000000
Error	4,1900	25	0,1676		

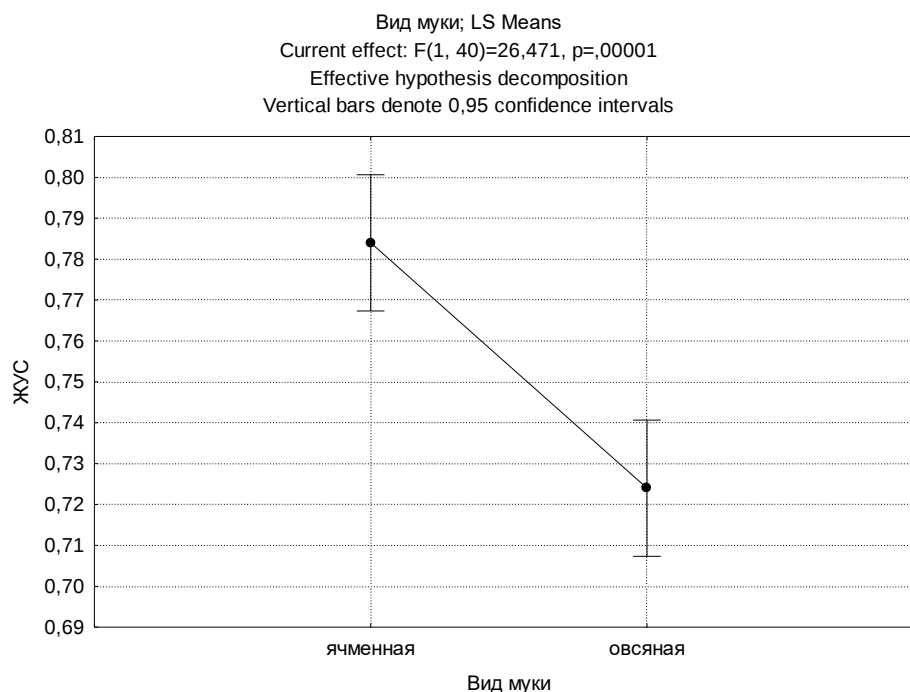


Рисунок Б.33 – Значимость различий между ячменной и овсяной мукой по ЖУС (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.91 – ЖУС в зависимости от вида муки

Вид муки	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
ячменная	0,784000	0,008246	0,767334	0,800666
овсяная	0,724000	0,008246	0,707334	0,740666

Таблица Б.92 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Способ хранения/вид упаковки» и «Вид муки» на ЖУС ячменной и овсяной муки в процессе хранения

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	28,42580	1	28,42580	16721,06	0,000000
Вид муки	0,04500	1	0,04500	26,47	0,000007
Способ хранения/вид упаковки	0,00320	4	0,00080	0,47	0,756964
Вид муки*Способ хранения/вид упаковки	0,00800	4	0,00200	1,18	0,335741
Error	0,06800	40	0,00170		

Таблица Б.93 – Значимость различий (p) между ячменной и овсяной мукой по ЖУС (Tukey HSD test)

Вид муки	ячменная	овсяная
ячменная		0,000122
овсяная	0,000122	

Таблица Б.94 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Вид муки» и «Срок хранения» на ЖУС ячменной и овсяной муки в процессе хранения

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	28,42580	1	28,42580	18950,53	0,000000
Вид муки	0,04500	1	0,04500	30,00	0,000003
Срок хранения, мес.	0,01120	4	0,00280	1,87	0,135226
Вид муки* Срок хранения, мес.	0,00800	4	0,00200	1,33	0,274330
Error	0,06000	40	0,00150		

Таблица Б.95 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Способ хранения/вид упаковки» и «Срок хранения» на ЖУС ячменной и овсяной муки в процессе хранения

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	28,42580	1	28,42580	9475,267	0,000000
Способ хранения/вид упаковки	0,00320	4	0,00080	0,267	0,896586
Срок хранения, мес.	0,01120	4	0,00280	0,933	0,460692
Способ хранения/вид упаковки* Срок хранения, мес.	0,03480	16	0,00218	0,725	0,744937
Error	0,07500	25	0,00300		

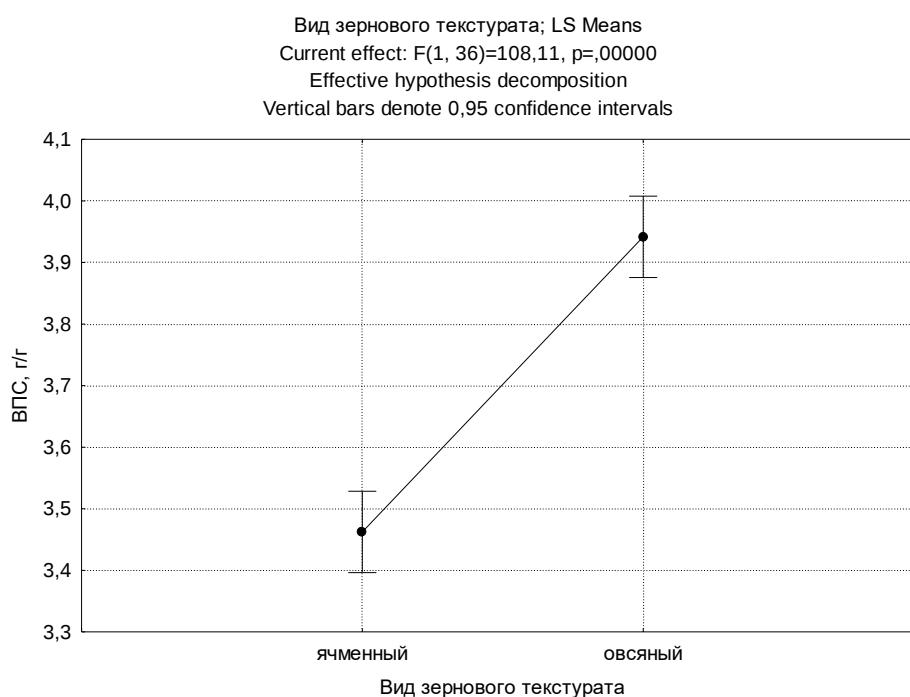


Рисунок Б.34 – Значимость различий между текстурированными зернопродуктами по ВПС (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.96 – ВПС в зависимости от вида текстурированного зернопродукта

Вид текстурированного зернопродукта	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
ячменный	3,46	0,033	3,40	3,53
овсяный	3,94	0,033	3,88	4,01

Таблица Б.97 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Способ хранения/вид упаковки» и «Вид текстурированного зернопродукта» на ВПС в процессе хранения

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	657,8602	1	657,8602	25812,50	0,000000
Вид текстурированного зернопродукта	2,7552	1	2,7552	108,11	0,000000
Способ хранения/вид упаковки	0,3210	5	0,0642	2,52	0,046948
Вид текстурированного зернопродукта*Способ хранения/вид упаковки	0,2960	5	0,0592	2,32	0,062952
Error	0,9175	36	0,0255		

Таблица Б.98 – Значимость различий (p) между текстурированными зернопродуктами по ВПС (Tukey HSD test)

Вид текстурированного зернопродукта	ячменный	овсяный
ячменный		0,000121
овсяный	0,000121	

Способ хранения/вид упаковки; LS Means

Current effect: F(5, 36)=2,5193, p=,04695

Effective hypothesis decomposition

Vertical bars denote 0,95 confidence intervals

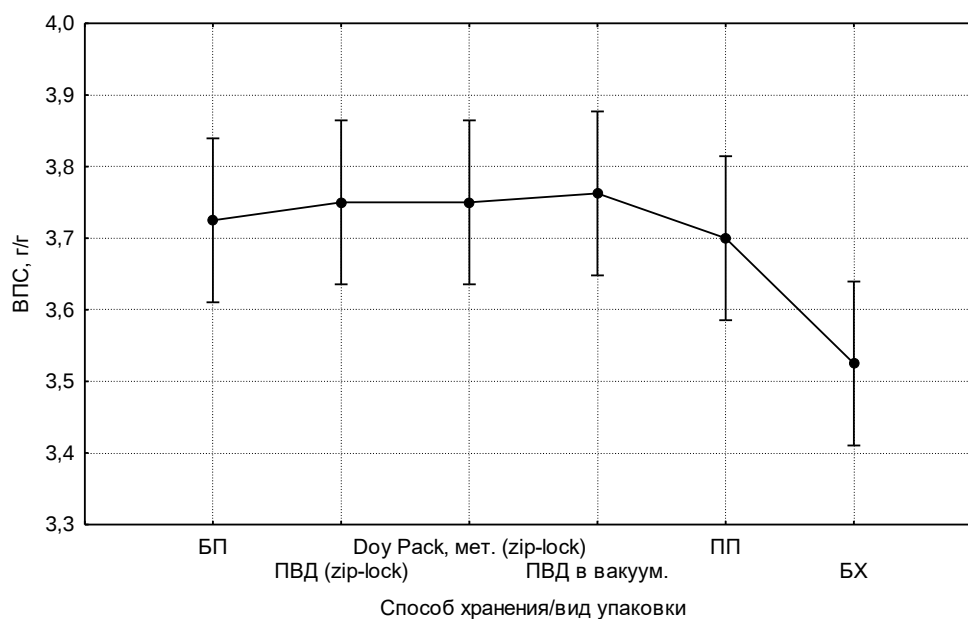


Рисунок Б.35 – Значимость различий между способами хранения текстурированных зернопродуктов по ВПС (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.99 – Значимость различий (p) между способами хранения текстурированных зернопродуктов по ВПС (Tukey HSD test)

Способ хранения/вид упаковки	БП	ПВД (zip-lock)	Doy Pack, мет. (zip-lock)	ПВД в вакуум.	ПП	БХ
БП		0,999594	0,999594	0,996955	0,999594	0,149461
ПВД (zip-lock)	0,999594		1,000000	0,999987	0,988343	0,077310
Doy Pack, мет. (zip-lock)	0,999594	1,000000		0,999987	0,988343	0,077310
ПВД в вакуум.	0,996955	0,999987	0,999987		0,968724	0,054119
ПП	0,999594	0,988343	0,988343	0,968724		0,266269
БХ	0,149461	0,077310	0,077310	0,054119	0,266269	

Таблица Б.100 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Срок хранения» и «Вид текстурированного зернопродукта» на ВПС в процессе хранения

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	657,8602	1	657,8602	23600,37	0,000000
Вид текстурированного зернопродукта	2,7552	1	2,7552	98,84	0,000000
Срок хранения, мес.	0,0073	3	0,0024	0,09	0,966658
Вид текстурированного зернопродукта*Срок хранения, мес.	0,4123	3	0,1374	4,93	0,005241
Error	1,1150	40	0,0279		

Таблица Б.101 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Срок хранения» и «Способ хранения/вид упаковки» на ВПС текстурированных зернопродуктов в процессе хранения

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	657,8602	1	657,8602	4261,443	0,000000
Способ хранения/вид упаковки	0,3210	5	0,0642	0,416	0,832966
Срок хранения, мес.	0,0073	3	0,0024	0,016	0,997230
Способ хранения/вид упаковки*Срок хранения, мес.	0,2565	15	0,0171	0,111	0,999968
Error	3,7050	24	0,1544		

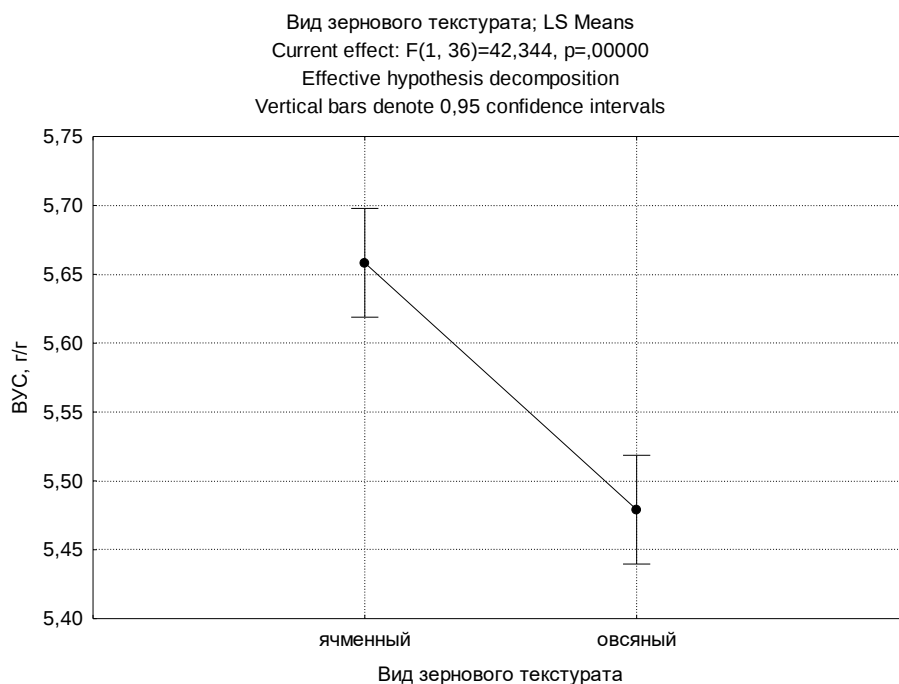


Рисунок Б.36 – Значимость различий между текстурированными зернопродуктами по ВУС (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.102 – ВУС в зависимости от текстурированного зернопродукта

Вид текстурированного зернопродукта	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
ячменный	5,66	0,019	5,62	5,70
овсяный	5,45	0,019	5,44	5,52

Таблица Б.103 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Способ хранения/вид упаковки» и «Вид текстурированного зернопродукта» на ВУС в процессе хранения

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1488,527	1	1488,527	163624,3	0,000000
Вид текстурированного зернопродукта	0,385	1	0,385	42,3	0,000000
Способ хранения/вид упаковки	0,147	5	0,029	3,2	0,016468
Вид текстурированного зернопродукта*Способ хранения/вид упаковки	0,104	5	0,021	2,3	0,067524
Error	0,327	36	0,009		

Таблица Б.104 – Значимость различий (p) между текстурированными зернопродуктами по ВУС (Tukey HSD test)

Вид текстурированного зернопродукта	ячменный	овсяный
ячменный		0,000121
овсяный	0,000121	

Таблица Б.105 – Значимость различий (p) между способами хранения текстурированных зернопродуктов по ВУС (Tukey HSD test)

Способ хранения/вид упаковки	БП	ПВД (zip-lock)	Doy Pack, мет. (zip-lock)	ПВД в вакуум.	ПП	БХ
БП		0,621148	0,457401	0,036135	0,968150	0,999830
ПВД (zip-lock)	0,621148		0,999830	0,621148	0,968150	0,457401
Doy Pack, мет. (zip-lock)	0,457401	0,999830		0,777395	0,898101	0,311702
ПВД в вакуум.	0,036135	0,621148	0,777395		0,198059	0,018813
ПП	0,968150	0,968150	0,898101	0,198059		0,898101
БХ	0,999830	0,457401	0,311702	0,018813	0,898101	

Таблица Б.106 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Вид текстурированного зернопродукта» и «Срок хранения» на ВУС в процессе хранения

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1488,527	1	1488,527	130859,5	0,000000
Вид текстурированного зернопродукта	0,385	1	0,385	33,9	0,000001
Срок хранения, мес.	0,121	3	0,040	3,5	0,023115
Вид текстурированного зернопродукта*Срок хранения, мес.	0,002	3	0,001	0,1	0,977031
Error	0,455	40	0,011		

Таблица Б.107 – ВУС в зависимости от срока хранения текстурированных зернопродуктов

Срок хранения, мес.	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
1	5,50	0,03	5,44	5,56
6	5,54	0,03	5,48	5,60
12	5,62	0,03	5,55	5,68
18	5,62	0,03	5,55	5,68

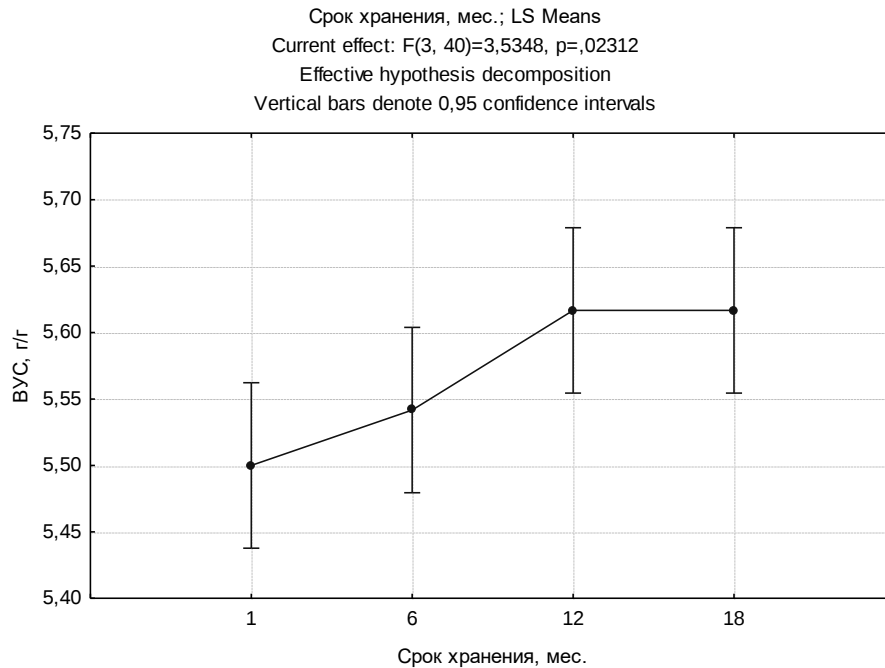


Рисунок Б.37 – Значимость различий между сроками хранения текстурированных зернопродуктов по ВУС (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.108 – Значимость различий (p) между сроками хранения текстурированных зернопродуктов по ВУС (Scheffe test)

Срок хранения, мес.	1	6	12	18
1		0,821419	0,082691	0,082691
6	0,821419		0,407725	0,407725
12	0,082691	0,407725		1,000000
18	0,082691	0,407725	1,000000	

Таблица Б.109 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Способ хранения/вид упаковки» и «Срок хранения» на ВУС текстурированных зернопродуктов в процессе хранения

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1488,527	1	1488,527	65549,81	0,000000
Способ хранения/вид упаковки	0,147	5	0,029	1,29	0,299515
Срок хранения, мес.	0,121	3	0,040	1,77	0,179635
Способ хранения/вид упаковки* Срок хранения, мес.	0,151	15	0,010	0,44	0,947651
Error	0,545	24	0,023		

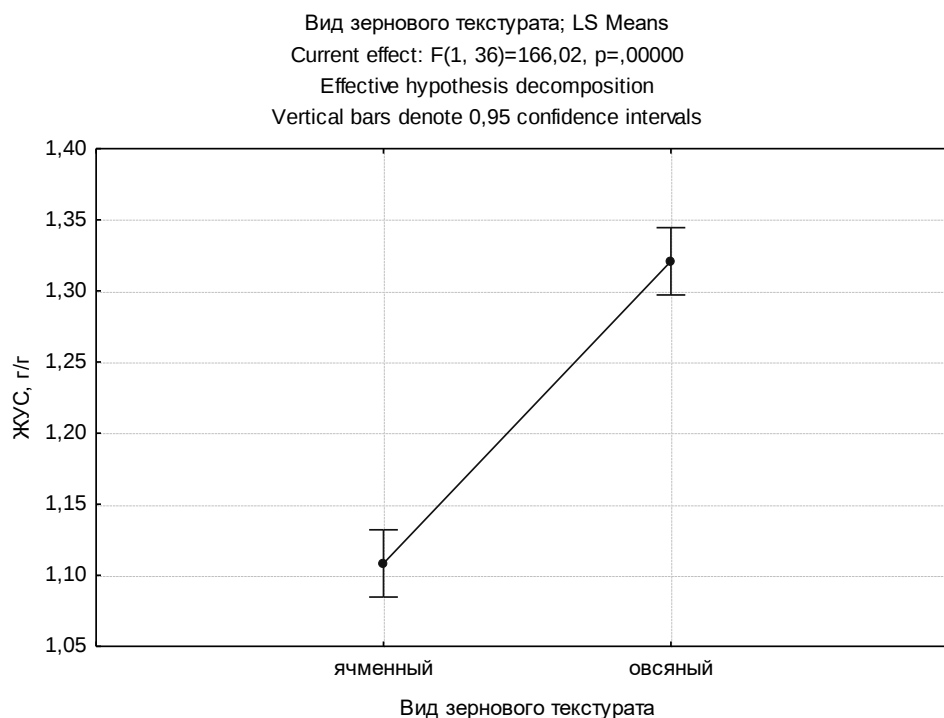


Рисунок Б.38 – Значимость различий между текстурированными зернопродуктами по ЖУС (значимость различий указана в заголовке, планки погрешностей показывают 95 % доверительные интервалы для среднего)

Таблица Б.110 – ЖУС в зависимости от текстурированного зернопродукта

Вид текстурированного зернопродукта	Среднее	Стандартная ошибка	95 % доверительные границы для среднего	
			нижняя	верхняя
ячменный	1,11	0,01	1,08	1,13
овсяный	1,32	0,01	1,30	1,34

Таблица Б.111 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Способ хранения/вид упаковки» и «Вид текстурированного зернопродукта» на ЖУС в процессе хранения

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	70,81021	1	70,81021	21695,04	0,000000
Вид текстурированного зернопродукта	0,54188	1	0,54188	166,02	0,000000
Способ хранения/вид упаковки	0,01604	5	0,00321	0,98	0,441530
Вид текстурированного зернопродукта*Способ хранения/вид упаковки	0,10437	5	0,02087	6,40	0,050240
Error	0,11750	36	0,00326		

Таблица Б.112 – Значимость различий (p) между текстурированными зернопродуктами по ЖУС (Tukey HSD test)

Вид текстурированного зернопродукта	ячменный	овсяный
ячменный		0,000121
овсяный	0,000121	

Таблица Б.113 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Вид текстурированного зернопродукта» и «Срок хранения» на ЖУС в процессе хранения

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	70,81021	1	70,81021	14525,17	0,000000
Вид текстурированного зернопродукта	0,54188	1	0,54188	111,15	0,000000
Срок хранения, мес.	0,03729	3	0,01243	2,55	0,069235
Вид текстурированного зернопродукта*Срок хранения, мес.	0,00563	3	0,00188	0,38	0,764645
Error	0,19500	40	0,00488		

Таблица Б.114 – Дисперсионный анализ влияния факторов «Способ хранения/вид упаковки» и «Срок хранения» на ЖУС текстурированных зернопродуктов в процессе хранения

Источник вариации	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	70,81021	1	70,81021	2445,245	0,000000
Способ хранения/вид упаковки	0,01604	5	0,00321	0,111	0,988855
Срок хранения, мес.	0,03729	3	0,01243	0,429	0,733891
Способ хранения/вид упаковки* Срок хранения, мес.	0,03146	15	0,00210	0,072	0,999998
Error	0,69500	24	0,02896		

Приложение В Относительные показатели качества

Сорт/вид муки	Способ хранения/вариант упаковки	Срок хранения, мес.	$K_{КЧЖ}$	$K_{КОЕ}$	$K_{белок}$	$K_{крахмал}$	$K_{сахар}$
ячменная мука	БП	1	4,64	250,0	1,08	1,00	0,63
		3	2,76	12,50	1,08	1,02	0,60
		6	2,17	2,50	1,03	1,13	0,58
		9	1,88	25,00	1,06	1,17	0,69
		12	1,66	125,0	1,07	1,20	1,97
	ПВД (zip-lock)	1	4,64	250,0	1,26	0,97	2,53
		3	3,29	50,00	1,25	1,01	2,43
		6	2,23	7,14	1,25	1,05	2,40
		9	1,84	25,00	1,24	1,07	2,77
		12	1,26	35,71	1,22	1,07	3,16
	Doy Pack, мет. (zip-lock)	1	4,64	250,0	1,26	0,97	2,53
		3	3,19	16,67	1,25	1,02	2,44
		6	2,22	5,00	1,25	1,04	2,25
		9	1,78	25,00	1,24	1,07	3,22
		12	1,29	15,63	1,23	1,10	8,37
	ПВД в вакуум.	1	4,64	250,0	1,26	0,97	2,53
		3	3,26	16,67	1,25	1,09	2,46
		6	2,18	5,00	1,22	1,11	2,38
		9	1,88	25,00	1,21	1,17	2,80
		12	1,20	19,23	1,19	1,18	5,02
	БХ	1	4,64	250,0	1,26	0,97	2,53
		3	2,65	1,67	1,23	1,00	2,95
		6	1,97	1,04	1,22	1,03	3,71
		9	1,74	2,50	1,18	1,08	4,06
		12	1,15	8,33	1,16	1,10	4,21
текстурированный продукт из ячменя	БП	1	3,86	1,11	0,97	0,53	1,00
		6	2,89	2,00	1,03	0,72	1,63
		12	2,27	3,45	1,10	0,95	2,40
		18	0,92*	142,8	1,14	0,86	1,22
	ПВД (zip-lock)	1	3,86	1,11	0,97	0,53	1,00
		6	3,56	2,13	1,04	0,70	1,72
		12	2,74	7,14	1,12	1,23	2,64
		18	1,23	43,48	1,13	1,07	0,90
	Doy Pack, мет. (zip-lock)	1	3,86	1,11	0,97	0,53	1,00
		6	2,24	2,27	1,04	0,97	1,32
		12	1,58	7,69	1,12	1,31	2,07
		18	1,11	16,67	1,11	1,02	0,71
	ПВД в вакуум.	1	3,86	1,11	0,97	0,53	1,00
		6	3,42	2,38	1,08	1,08	1,81
		12	2,12	2,78	1,13	1,55	2,66
		18	1,29	100,0	1,12	0,50	0,73
	ПП	1	3,86	1,11	0,97	0,53	1,00
		6	2,61	2,00	1,02	1,02	1,47
		12	1,67	4,76	1,13	1,36	2,20
		18	1,26	16,67	1,10	0,64	0,88

Продолжение приложения В

Сорт/вид муки	Способ хранения/вариант упаковки	Срок хранения, мес.	$K_{КЧЖ}$	$K_{КОЕ}$	$K_{белок}$	$K_{крахмал}$	$K_{сахар}$
текстурированный продукт из ячменя	БХ	1	3,86	1,11	0,97	0,53	1,00
		6	2,15	1,43	1,04	0,91	1,41
		12	1,47	3,23	1,13	1,14	1,81
		18	1,01	33,33	1,17	0,82	1,04
овсяная мука (для установленного значения КЧЖ – 27)	БП	1	1,89	200,0	1,11	1,00	4,02
		3	0,48*	33,33	1,09	1,04	4,01
		6	0,27	10,00	1,08	1,08	3,93
		9	0,20	50,00	1,03	1,11	3,86
		12	0,16	20,00	1,08	1,14	3,73
	ПВД (zip-lock)	1	1,89	200,0	1,11	1,00	4,02
		3	0,47*	100,0	1,10	1,02	4,00
		6	0,31	14,29	1,09	1,12	3,98
		9	0,22	100,0	1,08	1,14	4,00
		12	0,20	100,0	1,13	1,18	4,74
	Doy Pack, мет. (zip-lock)	1	1,89	200,0	1,11	1,00	4,02
		3	0,50*	25,00	1,10	1,01	4,01
		6	0,30	20,00	1,07	1,05	4,00
		9	0,20	50,00	1,04	1,07	3,97
		12	0,18	100,0	1,03	1,09	3,94
	ПВД в вакуум.	1	1,89	200,0	1,11	1,00	4,02
		3	0,50*	14,29	1,11	1,02	4,01
		6	0,29	33,33	1,06	1,03	3,97
		9	0,19	100,0	1,03	1,10	3,89
		12	0,16	21,74	1,03	1,15	3,78
	БХ	1	1,89	200,0	1,11	1,00	4,02
		3	0,45*	1,67	1,04	1,02	3,97
		6	0,24	0,33	1,05	1,04	3,73
		9	0,18	0,13	1,01	1,09	3,64
		12	0,16	0,08	1,01	1,11	3,67
овсяная мука (для установленного значения КЧЖ – 15)	БП	1	1,05	200,0	1,11	1,00	4,02
		3	0,27*	33,33	1,09	1,04	4,01
		6	0,15	10,00	1,08	1,08	3,93
		9	0,11	50,00	1,03	1,11	3,86
		12	0,09	20,00	1,08	1,14	3,73
	ПВД (zip-lock)	1	1,05	200,0	1,11	1,00	4,02
		3	0,26*	100,0	1,10	1,02	4,00
		6	0,17	14,29	1,09	1,12	3,98
		9	0,12	100,0	1,08	1,14	4,00
		12	0,11	100,0	1,13	1,18	4,74
	Doy Pack, мет. (zip-lock)	1	1,05	200,0	1,11	1,00	4,02
		3	0,28*	25,00	1,10	1,01	4,01
		6	0,17	20,00	1,07	1,05	4,00
		9	0,11	50,00	1,04	1,07	3,97
		12	0,10	100,0	1,03	1,09	3,94

Продолжение приложения В

Сорт/вид муки	Способ хранения/вариант упаковки	Срок хранения, мес.	$K_{КЧЖ}$	$K_{КОЕ}$	$K_{белок}$	$K_{крахмал}$	$K_{сахар}$
овсяная мука (для установленного значения КЧЖ – 15)	ПВД в вакуум.	1	1,05	200,0	1,11	1,00	4,02
		3	0,28*	14,29	1,11	1,02	4,01
		6	0,16	33,33	1,06	1,03	3,97
		9	0,11	100,0	1,03	1,10	3,89
		12	0,09	21,74	1,03	1,15	3,78
	БХ	1	1,05	200,0	1,11	1,00	4,02
		3	0,25*	1,67	1,04	1,02	3,97
		6	0,13	0,33	1,05	1,04	3,73
		9	0,10	0,13	1,01	1,09	3,64
		12	0,09	0,08	1,01	1,11	3,67
текстурированный продукт из овса	БП	1	1,22	5,00	0,88	0,96	1,01
		6	0,67*	1,82	0,93	1,26	1,09
		12	0,43	5,26	1,05	1,43	1,12
		18	0,38	12,50	1,07	0,85	0,79
	ПВД (zip-lock)	1	1,22	5,00	0,88	0,96	1,01
		6	0,97*	4,00	1,00	1,25	1,10
		12	0,95	10,00	1,07	1,82	1,24
		18	0,46	100,0	1,07	1,52	0,78
	Doy Pack, мет. (zip-lock)	1	1,22	5,00	0,88	0,96	1,01
		6	1,14	7,69	0,96	1,44	1,09
		12	1,16	62,50	1,09	1,79	1,20
		18	0,46*	1000	1,09	1,23	0,73
	ПВД в вакуум.	1	1,22	5,00	0,88	0,96	1,01
		6	1,07	20,00	0,92	1,21	1,66
		12	0,99*	8,33	0,94	1,60	2,57
		18	0,56	1000	1,03	0,77	0,95
	ПП	1	1,22	5,00	0,88	0,96	1,01
		6	0,91*	2,44	0,98	1,29	1,19
		12	0,81	16,67	1,08	1,70	1,58
		18	0,45	100,0	1,08	0,55	0,78
	БХ	1	1,22	5,00	0,88	0,96	1,01
		6	0,63*	1,43	0,92	1,29	1,12
		12	0,42	3,13	0,95	1,51	1,16
		18	0,34	5,00	1,04	0,89	0,86

* - значения, при которых зафиксировано превышении уровней кислотного числа жира (КЧЖ) и КОЕ/г относительно их установленных значений, после которого расчет итоговой оценки уровня качества с конкретного срока хранения, на котором было зафиксировано превышение, не проводился

**Приложение Г Технологическая инструкция на хранение тарным и бестарным
способом продуктов переработки зерна**

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ЗЕРНОПРОДУКТ»

ОКПД210.61

ОКС 67.060



УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «Зернопродукт»

Ю.В. Шапогатов

« 20 » 04 2024 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
на хранение тарным и бестарным способом продуктов переработки зерна
(муки и текстурированных зернопродуктов)
ТИ 10.61-97623423-001-2024

Дата введение в действие
« 04 » 03 2024 г.

Разработал:
М.А. Янова
И.В. Федорович

Красноярск
2024

Приложение Д Технологический регламент

Утверждаю
председатель Координационного совета
Ассоциации сельхозпроизводителей,
переработчиков и торговли
«Енисейский стандарт»

К.А. Чиж
« 16 » 20 25 г.



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ

ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ ТЕКСТУРИРОВАННЫХ ЗЕРНОПРОДУКТОВ И МУКИ ИЗ ЯЧМЕНЯ И ОВСА

РАЗРАБОТАНО:
ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ

Ректор

Н.И. Пыжикова

« 16 » 20 25 г.



СОГЛАСОВАНО:
Красноярский научно-
исследовательский институт сельского
хозяйства - обособленное
подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН
Директор

А.Т. Липинин

« 16 » 20 25 г.



Красноярск 2025

Приложение Е Акт внедрения и производственных испытаний

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ЗЕРНОПРОДУКТ»

662608, Красноярский край, г. Минусинск, улица Городокская, 7А

ОГРН 1152455000884, ИНН 2455036413 и КПП 245501001

Тел.: +7 (39132) 5-10-15 E-mail: info@z-melinka.ru



Утверждаю

Директор ООО «Зернопродукт»

Ю.В. Шапогатов

20 24 г.

Акт

внедрения результатов исследования научно-исследовательской работы по теме «Обоснование сроков годности зерновых текстуратов и муки при различных способах хранения»

Мы, нижеподписавшиеся, в составе комиссии: представители организации ООО «Зернопродукт» директор Ю.В. Шапогатов, главный инженер Ю.Ю. Журавлев, зав. лабораторией В.Л. Артамонова, представители ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ (д-ра тех. наук, зав. каф. технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств М.А. Яновой, канд. тех. наук, и. о. зав. каф. технологии, оборудования бродильных и пищевых производств И.В. Мацкевича, аспиранта каф. технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств И.В. Федорович) – составили настоящий акт о том, что в практику работы организации внедрены результаты исследования в части организации хранения овсяной и ячменной муки.

При организации хранения в производственных условиях предприятия соблюдаются следующие условия:

1. для овсяной муки – бестарным и тарным способом хранения срок хранения соответствующий годности составляет до 2 мес. при температуре хранения не более 10-15 °С, относительной влажности не выше 70 % без воздействия прямых солнечных лучей и атмосферных осадков, при нахождении в сухом, чистом, вентилируемом помещении, не зараженным вредителями хлебных запасов;

2. для ячменной муки – бестарным и тарным способом хранения срок хранения соответствующий годности составляет до 12 мес. при температуре хранения от -10 °С до +10-15 °С, относительной влажности не выше 70 % без воздействия прямых солнечных лучей и атмосферных осадков, при нахождении в сухом, чистом, вентилируемом помещении, не зараженным вредителями хлебных запасов;

3. хранение стеллажным способом, либо посредством укладки мешков на поддоны или подтоварники, использование бумажных мешков, продуктовых мешков, мешков из полимерных пленок при хранении тарным способом;

4. при хранении тарным способом расстояние от штабеля до стены не менее 0,5-0,7 м, между проходами – не более 1,2 м, ширина проходов между штабелями – не менее 0,75 м, ширина проездов при транспортировке мешков на тележках – не менее 1,5 м, при транспортировке на электропогрузчике – не менее 4 м, высота склада от пола до выступающих частей перекрытия при укладке мешков с мукой – не менее 0,6 м;

5. изменение местами нижних и верхних мешков в штабеле при тарном хранении или перегрузка муки из одного силоса (бункера) в другой не менее 1 раза в месяц.

Использование полученных результатов позволило обеспечить годность мучного сырья на протяжении следующих сроков хранения: для овсяной муки – 2 мес.; для ячменной муки – 12 мес.

Представитель ООО «Зернопродукт»

Главный инженер

Зав. лабораторией

Представители ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ

д-р тех. наук, зав. технологии хлебопекарного, кондитерского и

макаронного производств

канд. тех. наук, и. о. зав. каф. технологии, оборудования

бродильных и пищевых производств

аспирант каф. технологии хлебопекарного, кондитерского и

макаронного производств

Ю.Ю. Журавлев

В.Л. Артамонова

М.А. Янова

И.В. Мацкевич

И.В. Федорович

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ЗЕРНОПРОДУКТ»

662608, Красноярский край, г. Минусинск, улица Городокская, 7А

ОГРН 1152455000884, ИНН 2455036413 и КПП 245501001

Тел.: +7 (39132) 5-10-15 E-mail: info@z-melenka.ru



Утверждаю

Директор ООО «Зернопродукт»

Ю.В. Шапогатов

20.04 г.

Акт**производственных испытаний результатов исследования научно-исследовательской работы по теме «Обоснование сроков годности зерновых текстуратов и муки при различных способах хранения»**

Мы, нижеподписавшиеся, в составе комиссии: представители организации ООО «Зернопродукт» директор Ю.В. Шапогатов, главный инженер Ю.Ю. Журавлев, зав. лабораторией В.Л. Артамонова, представители ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ (д-ра тех. наук, зав. каф. технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств М.А. Яновой, канд. тех. наук, и. о. зав. каф. технологии, оборудования бродильных и пищевых производств И.В. Мацкевича, аспиранта каф. технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств И.В. Федорович) – составили настоящий акт о том, что в производственных условиях ООО «Зернопродукт» проведены испытания по хранению овсяной и ячменной муки.

Производство овсяной и ячменной муки проведено по ТУ 10.61.22-006-97623423-2018 и ТУ 10.61.22-005-97623423-2018 соответственно.

Хранение каждого вида муки массой по 50 кг осуществлялось двумя способами (бестарное хранение в бункере и тарное хранение) при следующих условиях: температура не более 15 °С при относительной влажности не выше 70 % без воздействия прямых солнечных лучей при нахождении в сухом вентилируемом помещении.

Период хранения составлял: для овсяной муки – 2 мес.; для ячменной муки – 12 мес. В указанный период показатель «кислотное число жира» не превышал следующих значений: для овсяной муки – до 27 мг КОН/1 г жира; для ячменной муки – до 80 мг КОН/1 г жира. Установлено, что при указанных сроках хранения овсяная и ячменная мука по химическим показателям и показателю кислотного числа жира соответствовала требованиям нормативно-технической документации.

Заключение. Проведенные производственные испытания и результаты определения кислотного числа жира овсяной и ячменной муки позволили установить сроки годности в производственных условиях. На основании вышеизложенного, комиссией сделано заключение, что хранение рассматриваемыми способами при указанных сроках и организованных условиях применимо для производства в условиях предприятия и рекомендовано к внедрению.

Настоящий документ подтверждает практическую значимость результатов исследования и внедрение в условиях организации, в иных целях использован быть не может.

Представитель ООО «Зернопродукт»

Главный инженер

Зав. лабораторией

Представители ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ

д-р тех. наук, зав. технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств

канд. тех. наук, и. о. зав. каф. технологии, оборудования бродильных и пищевых производств

аспирант каф. технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств

Ю.Ю. Журавлев

В.Л. Артамонова

М.А. Янова

И.В. Мацкевич

И.В. Федорович

Приложение Ж Акт внедрения в учебный процесс

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по учебно-воспитательной работе и

молодежной политике

ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ

канд. тех. наук Крымкова В.П.

« 30 »

04/



AKT

о внедрении результатов научной-исследовательской работы
в учебный процесс

Результаты научного исследования по обоснованию сроков годности текстурированных зернопродуктов и муки при различных способах хранения, выполненные при непосредственном участии Федорович Ирины Владимировны на кафедре технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств Института пищевых производств ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, используются в учебном процессе при реализации основных профессиональных образовательных программ по направлениям подготовки:

35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (направленность (профиль) «Технология хранения и глубокой переработки растительного сырья») по дисциплинам: «Технология муки и крупы», «Упаковочные материалы для хранения»;

19.03.02 Продукты питания из растительного сырья (направленность (профиль) «Технология продуктов питания из растительного сырья») по дисциплинам: «Технология муки и крупы», «Комплексная переработка растительного сырья»;

19.04.02 Продукты питания из растительного сырья (направленность (профиль) «Инновационные технологии хлебопекарных, кондитерских, макаронных и зерноперерабатывающих производств») по дисциплинам: «Комплексная переработка зерна», «Биохимия зерна и продуктов его переработки».

Директор Института пищевых производств,
канд. биол. наук, доцент

May

Чаплыгина
Ирина Александровна