Федеральное агентство по государственным резервам
ФГБУ Научно-исследовательский институт проблем хранения

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ХРАНЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ НУЖД

Международный научный сборник
Выпуск XII

г. Москва 2019

УДК 658.783.011.2:001.895 (082)
ББК 30.604.5
И 66

Редакционная комиссия: Ю.И. Никитченко, К.Б. Гурьева, С.Л. Белецкий, Т.Б. Гусева, Д.Ю. Пономарев, А.Н. Рогова.

И 66 Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд : науч. сб. Вып. XII / ФГБУ НИИПХ Росрезерва; под общ. ред. Ю. И. Никитченко. − М. : Галлея-Принт, 2019. − 254 с. – Откр. прил. к информ. сб. «Теория и практика длительного хранения»

В сборник вошли научные статьи ученых и специалистов, работающих над проблемами хранения материальных ценностей в государственном резерве.

Кроме специалистов ФГБУ НИИПХ Росрезерва свои материалы в сборник представили ученые из ВНИИТеК – филиала ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ВНИИЗ – филиала ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, НИИ пищеконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии - филиала ФГБУН Федерального исследовательского центра питания, биотехнологии и безопасности пищи, Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского, Санкт-Петербургского филиала ФГАНУ НИИХП, НИИСХ и ЭА ФКНЦ СО РАН, ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности» и других научно-исследовательских учреждений.

Материалы сборника освещают современные проблемы усовершенствования и развития технологий формирования, хранения, обеспечения безопасности и качества материальных запасов.

ISBN 978-5-906936-47-9

© ФГБУ НИИПХ Росрезерва, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Ю.И. Никитченко, С.Л. Белецкий

ФЛАГМАНУ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НАУКИ О ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ – 80 ЛЕТ.....7-16

К.Б. Гурьева

ИСТОРИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ДЛИТЕЛЬНОМУ ХРАНЕНИЮ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ И ХЛЕБОПРОДУКТОВ В СИСТЕМЕ ГОСРЕЗЕРВА.....17-26

С.Л. Белецкий, В.В. Лоозе

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПРИСТЕННОГО СЛОЯ ЗЕРНА НАРУЖНЫХ СИЛОСОВ ЭЛЕВАТОРОВ ИЗ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА.....27-41

О.В. Бессараб, Т.Ф. Платонова, И.В. Протункевич

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЬНЫХ КОРРОЗИОННЫХ СРЕД.....42-62

О.И. Бундина, А.Ю. Герасина

ВВЕДЕНИЕ НОВЫХ МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫХ СТАНДАРТОВ НА ЗЕРНО, ПРОДУКТЫ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ И МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА.....63-69

Л.В. Годулян, Е.В.Хаустова

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТОЯНИЯ СВИНЦА ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ НА КОМБИНАТАХ РОСРЕЗЕРВА.....70-80

И.А. Гурский, А.А. Творогова, Т.В. Шобанова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОТАЦИОННОЙ ВИЗКОЗИМЕТРИИ ПРИ ВЫБОРЕ РАЗНОВИДНОСТИ ЖЕЛАТИНА В ТЕХНОЛОГИИ РАЗМОРОЖЕННЫХ АЭРИРОВАННЫХ ДЕСЕРТОВ.....81-88

К.Б. Гурьева, Т.С. Куликовская, Т.Б. Гусева

ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ И ХЛЕБОПРОДУКТОВ.....89-96

К.Б. Гурьева

ОЦЕНКА ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ ПРИЗНАКОВ ЧАЯ ЧЕРНОГО ЛИСТОВОГО ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ФАЛЬСИФИКАЦИИ.....97-108

В.Ф. Добровольский, М.И. Лындина

НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ РАЦИОНОВ КОСМИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ.....109-119

Г.А. Закладной

АГРОСТРАЖ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕРНА.....120-125

А.А. Королёв, С.А. Урубков, С.О. Смирнов

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ БОБОВОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ БЫСТРОГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ.....126-133

Н.С. Лаврентьева, Л.И. Кузнецова, Л.П. Бекиш, Н.Н. Чикида, К.Г. Барыльник

ОЦЕНКА ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СВОЙСТВ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ СЕЛЕКЦИИ.....134-142

Т.М. Логвинчук, В.Ф. Добровольский

ПОЛЕЗНЫЕ СВОЙСТВА ИНУЛИНА – ГЛАВНЫЙ КРИТЕРИЙ ВЫБОРА ЦИКОРИЯ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАПИТКОВ.....143-147

О.Н. Магаюмова, Г.Б. Белокурова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАМИНИРОВАННОЙ ПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ ТКАНИ ДЛЯ УПАКОВКИ ХЛОПКОВОГО ВОЛОКНА ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ.....148-167

О.Н. Магаюмова, Г.Б. Белокурова

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ШИН СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....168-175

Ф.Б. Мусаев, М.С. Антошкина, Н.С. Прияткин, С.Л. Белецкий

ЦИФРОВАЯ МОРФОМЕТРИЯ СЕМЯН ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР.....176-182

М.В. Носова, Г.Ф. Дремучева

ВЛИЯНИЕ ХЛЕБОПЕКАРНОГО УЛУЧШИТЕЛЯ АМИЛОКС-6-1 НА КАЧЕСТВО ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПШЕНИЧНОЙ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ МУКИ ВЫСШЕГО СОРТА.....183-189

О.И. Парахина, Л.И. Кузнецова, Т.А. Гаврилова, Н.О. Дубровская

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТУРНОГО СОСТАВА СМЕСИ МУЧНОЙ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....190-198

Н.М. Подгорнова, С.М. Петров

ПРИМЕНЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ МЕМБРАН ПРИ ОСВЕТЛЕНИИ И ПАСТЕРИЗАЦИИ СОКОВ ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ.....199-203

С.О. Смирнов, О.Ф. Фазуллина

ОБОГАЩЕННЫЕ МАКАРОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ ИЗ ПОЛБЯНОЙ МУКИ С ДОБАВЛЕНИЕМ СОЕВОЙ КЛЕТЧАТКИ И ОВОЩНЫХ ПОРОШКОВ.....204-212

Г.И. Тюпкина, Н.И. Кисвай, И.П. Корниенко, С.В. Свечкарева

ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ АРКТИЧЕСКОЙ ТЕРРИТОРИИ.....213-222

Г.И. Тюпкина, С.В. Окунева, И.П. Корниенко, С.Л. Белецкий

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЛИШАЙНИКОВ – КОРМА СЕВЕРНЫХ ОЛЕНЕЙ НА АРКТИЧЕСКОЙ ТЕРРИТОРИИ.....223-232

С.А. Урубков, С.С. Хованская, С.О. Смирнов

ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТКЕ БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ.....233-242

В.Н. Юхторов, А.О. Арлащенкова

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ НА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ РЕЗЕРВУАРА НА ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ТОПЛИВ ПЯТОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КЛАССА.....243-252

Ю.И. Никитченко, заместитель директора, к.в.н.,
С.Л. Белецкий, к.т.н., доц., учёный секретарь,
ФГБУ НИИПХ Росрезерва

ФЛАГМАНУ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НАУКИ О ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ – 80 ЛЕТ

Yu.I. Nikitchenko, S.L. Beletskiy

TO THE FLAGMAN OF DOMESTIC SCIENCE ABOUT LONG STORAGE - 80 YEARS

20 июля 1939 г. по решению Совета Народных Комиссаров Союза ССР при Управлении Госрезервов была организована центральная научно-исследовательская лаборатория (ЦНИЛ) со штатом 15 человек, которая со временем преобразовалась в Федеральное государственное бюджетное учреждение Научно-исследовательский институт проблем хранения Росрезерва.

В этом году Институту исполнилось 80 лет, и к своему юбилею он подошел как сформировавшаяся научная организация,

прошедшая государственную регистрацию и полностью отвечающая своему назначению – быть научно-методологическим центром системы государственного материального резерва Российской Федерации. НИИ проблем хранения является единственным на постсоветском пространстве многопрофильным научно-исследовательским учреждением, занимающимся разработкой технологий длительного хранения различных товаров и материалов.

В 30-40-х годах прошлого столетия в Советском Союзе началось формирование государственных резервов страны. При сложившейся в то время структуре управления запасами, значительном расширении номенклатуры, создании баз длительного хранения стало очевидно, что решение вопросов качественной и количественной сохранности невозможно без проведения специальных научных исследований. Назрела объективная необходимость в создании отраслевой научной базы.

80-летний исторический путь научно-технической деятельности Института включает в себя следующие наиболее значимые периоды:

1) → зарождение и становление науки о длительном хранении;

2) → формирование новой организационной структуры отраслевой научной базы;

3) → динамичное развитие теоретических основ длительного хранения, разработка и широкое внедрение в практику прогрессивных технологий хранения;

4) → поиск путей реформирования организационной структуры и направлений научных исследований в условиях рыночных отношений;

5) → развитие научно-методического обеспечения процессов управления, поиск и разработка высокоэффективных инновационных технологий длительного хранения и методов контроля качества.

Время подтвердило обоснованность и необходимость создания Института. За 80 лет Институт из научно-исследовательской лаборатории превратился в уникальный научно-методологический центр в области хранения и полностью отвечает своему

назначению – быть интеллектуальным центром важной отрасли страны, приоритетно видеть и решать проблемы государственного резерва, определять единую научно-техническую политику.

Исследования Института, в основном, направлены на решение проблем, связанных с длительным хранением продовольственных товаров, в том числе хлебопродуктов, промышленного сырья, нефтепродуктов, оборудования и материалов для ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Основная задача Института – развитие научно-методического обеспечения процессов управления государственными материальными резервами. В области фундаментальных исследований задачей Института является разработка теоретических основ длительного хранения потребительских товаров, а в области прикладных работ – разработка единой методики прогнозирования изменения качественных показателей товаров при их длительном хранении.

НИИ проблем хранения, как флагман отечественной науки о длительном хранении, никогда не стоял на месте. И сегодня его учёные и специалисты ведут поиск и разработку высокоэффективных инновационных технологий и методов, которые могут быть использованы в деятельности системы государственного материального резерва.

Институт обладает мощным научным потенциалом для успешного решения задач, которые ставит Росрезерв, - современными лабораториями, оснащенными уникальным экспериментальным и исследовательским оборудованием, высококвалифицированными научными кадрами.

Институт взаимодействует с ведущими государственными и научными организациями страны, многими отраслевыми НИИ, а также осуществляет международное сотрудничество. В 2007 году Институту был придан статус Базовой организации государств – участников СНГ для научно-технического развития систем государственных резервов стран Содружества, переподготовки и повышения квалификации кадров.

Сегодня Институт располагает уникальным экспериментальным оборудованием для проведения научных исследований

и испытаний, инновационными методиками.

За весь период своей деятельности в институте были разработаны научные основы длительного хранения продовольственных и промышленных товаров, сырья и горюче-смазочных материалов. По технологии хранения всех позиций государственных резервов разработаны инструкции, методические указания, методические рекомендации и СТО. Сотрудники института выполнили более 1400 НИР, издали более 2500 научных трудов различного достоинства, получили десятки авторских свидетельств,

патентов и регистраций интеллектуальной собственности. Были успешно защищены четыре докторских диссертации, в которых обосновываются процессы, протекающие в материалах и товарах при длительном хранении и более десяти кандидатских диссертаций. Создана научная школа длительного хранения. По результатам исследований ряд сотрудников Института были удостоены Государственных премий Совета Министров СССР.

На основании Протокола заседания Межведомственной

комиссии по оценке результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения от 27 декабря 2018 г. № ГТ-6/пр и приказа Росрезерва Институт отнесен ко 2-ой категории научных организаций, т.е. стабильные научные организации, демонстрирующие удовлетворительную результативность.

Новизна и научная значимость результатов, полученных Институтом, соответствуют уровню результатов других организаций, реализующих те же научные направления исследований.

За последние годы Институтом проводились работы по установлению сроков длительного хранения пищевой продукции: чая черного байхового, кофе сырого в зернах, какао-бобов, крупы рисовой и гречневой, муки хлебопекарной, консервированной продукции, по разработке рекомендаций по условиям хранения, приемки и выпуска товаров ЧС, по совершенствованию способов подготовки резервуаров и технологического оборудования к приему нефтепродуктов, обоснованию критериев, определяющих дополнительные требования к качеству нефтепродуктов, поставляемых в Росрезерв, работы по обоснованию и установлению сроков длительного хранения оксидов редкоземельных металлов, исследования по влиянию антиоксиданта дигидрокверцетина на сохранность продукции при длительном хранении.

Одним из успешных результатов в рамках проведения научной работы, стал инновационный продукт – молочные консервы с добавлением дигидрокверцитина с увеличенным сроком годности (24 месяца вместо 15), которые успешно производятся на предприятиях молочной промышленности и закладываются на длительное хранение в системе Росрезерва, не теряя своих потребительских качеств на протяжении всего периода хранения.

Специалистами Института совместно с учёными ЗАО «ЭЛТЕХ-мед» создан инновационный аппаратно-программный комплекс экспресс рентген-диагностического контроля скрытых дефектов зерна: пшеницы, ржи, ячменя и риса- зерна. Комплекс позволяет оперативно и более глубоко оценивать качество и состояние зерна, делая заключение о возможности его дальнейшей пе-

реработке и хранении. Для этого разработана передвижная рентгендиагностическая установка ПРДУ-02, создана аттестованная Методика измерений внутренних дефектов зерна с применением рентгендиагностической установки типа ПРДУ-02, разработаны нормы скрытых дефектов. По данному направлению имеются 4 патента РФ, 2 свидетельства на программное обеспечение, более 120 статей и 4 пособия; подготовлена к защите диссертация на степень доктора технических наук.

В 2017 г. была проведена апробация аппаратно-диагностического комплекса на элеваторе Росрезерва, по результатам которой получено положительное заключение и даны рекомендации по его внедрению в системе. Также совместно с изготовителем

Рисунок. Справа – модернизированная ПРДУ-02, слева – ручная ПРДУ-02.1

ведутся работы по усовершенствованию аппаратно-диагностического комплекса и уменьшению его себестоимости.

Кроме того, на сегодняшний день Институт совместно с НЦ «Сколково» ведет работу по подготовке материалов для получения гранта по продолжению научно-исследовательской работы на коммерческой основе.

Специалистами Института была разработана модель прогнозирования скорости коррозии цветных металлов. На основании использования модели были спрогнозированы сроки хранения цветных металлов. Рекомендован новый химический состав оксидов редкоземельных металлов, предназначенных для закладки на длительное хранение.

Ведущими специалистами Института не остался без внимания проект и по освоению Арктики, как одно из направлений по обеспечению длительного хранения продукции в естественных условиях окружающей среды.

Условия активного промышленного освоения арктического региона и, как следствие, удовлетворение потребности населения Арктической зоны РФ в качественных продуктах питания является еще одним обоснованием для изучения проблемы длительного хранения продовольствия.

В результате проведенных исследований Институтом получены новые данные по длительному хранению (до 36 лет) большого ассортимента продтоваров разных групп в вечной мерзлоте на п/о Таймыр, показавшие хорошую сохранность продуктов. Более 100 наименований продукции проранжированы по длительности хранения за полярным кругом. Исследования в этой области продолжаются. Окончание «арктического эксперимента» запланировано на 2050 год.

Таблица. Полученные сроки хранения продуктов питания в условиях вечной мерзлоты

№ п/п	Наименование продукции	Срок годности по ГОСТ	Срок хранения в арктической зоне по результатам эксперимента
1	Говядина тушеная	5 лет	до 30 лет
2	Молоко цельное сгущенное с сахаром	15 месяцев	до 30 лет
3	Чай черный индийский	2 года	до 30 лет
4	Кофе зеленый в зернах «Арабика»	5 лет	до 30 лет
5	Сухое молоко	1 год	до 36 лет
6	Пшеница	4 года	до 36 лет
7	Рожь	4 года	6 лет
8	Рис	2 года	6 лет
9	Гречка	18 месяцев	6 лет
10	Галеты «Армейские»	до 2-х лет	6 лет

По результатам научных исследований, проведённых за последние годы научными работниками получены патенты на изобретения, полезные модели, промышленные образцы, зарегистрированы компьютерные программы. Сегодня Институтом поддерживается действие 15 патентов:

1. Патент № 2624322 Способ определения скрытой зараженности насекомыми партий семян и зерновых культур.

2. Патент № 2624705 Способ определения анатомо-морфологических дефектов зерна и семян в партиях зерновых культур.

3. Патент №2627405 Способ оперативного контроля зараженности насекомыми-вредителями зерновой массы.

4. Патент на промышленный образец №104685 Прибор портативный для исследования проб зерна и семян.

5. Программа «Агротест-Крупа» №2016613307.

6. Программа «Агротест-Зерно» №2016612920.

7. Программа «Резерв-прогноз» №2016616478.

8. Патент №2563820 Способ определения свежести гречневой крупы.

9. Патент №2563128 Способ определения свежести рисовой крупы.

10. Патент №2540100 Способ получения сахара для длительного хранения.

11. Патент № 2560948 Способ производства натуральных рыбных консервов для длительного хранения.

12. Патент №2624246 Способ контроля показателей окисления растительных масел.

13. Патент №21884118 Способ определения качества жиров и жиросодержащих продуктов.

14. Патент №2520043 Устройство для ограничения испарения нефтепродуктов.

15. Патент № 2629201. Способ оценки низкотемпературной прокачиваемости моторных топлив для двигателей транспортных средств.

Полученные результаты научных исследований в качестве требований и рекомендаций были включены в стандарты Росрезерва. За последние пять лет было разработано, введено в действие и внедрено на комбинатах Росрезерва 10 стандартов и 8 изменений к стандартам.

Кроме того, Институт выпустил 30 информационных сборников, опубликовал более 300 статей, зарегистрированных в системе РИНЦ, и 4 монографии:

- Корольченко И.А. Основы теории процессов горения.
- Квашнин А.Б. Разработка неэтилированных авиационных бензинов для ВС РФ.
- Белецкий С.Л. в соавторстве Краткий атлас рентгенографических признаков семян овощных культур.
- Белецкий С.Л. в соавторстве Несчастные случаи на производстве. Расследование реальных происшествий. Издание второе, дополненное.

Также специалистами Института разработаны и аттестованы 12 методик, которые позволяют определять наиболее важные параметры продукции в условиях длительного хранения.

Полученные Институтом за последние годы результаты позволили увеличить сроки годности продтоваров, например, чая – на 50%, соли – на 60-100%, сахара кристаллического – на 50%, крупы – на 64-72% замороженной продукции – на 75-100%.

За последние годы институт был отмечен двумя наградами: в 2015 году Российской национальной премией «Аграрная элита России» имени Петра Столыпина по номинации «За значительный вклад в развитие аграрной науки», в 2018 году коллектив института награждён почётной грамотой РАН по совокупности научных заслуг, включая активную работу в таймырском эксперименте.

Сейчас институт проводит работы: по исследованию качественных характеристик пиломатериалов, по разработке модели

Российская национальная премия
«Аграрная элита России»
имени Петра Столыпина по номинации
«За значительный вклад в развитие
аграрной науки»

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ПОЧЕТНАЯ ГРАМОТА

НАГРАЖДАЕТСЯ

КОЛЛЕКТИВ
Федерального государственного бюджетного учреждения Научно-исследовательского института проблем хранения Росрезерва

За многолетний плодотворный труд на благо российской науки, активное участие и содействие в проведении фундаментальных и прикладных исследований показателей качества пищевых продуктов при длительном хранении в условиях вечной мерзлоты и в связи с 45-летним юбилеем проведения Полярной научной экспедиции газеты «Комсомольская правда» на Таймыр

ПРЕЗИДЕНТ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
АКАДЕМИК РАН
А.М. СЕРГЕЕВ

Почётная грамота РАН
по совокупности научных заслуг,
включая активную работу
в таймырском эксперименте.

прогнозирования сроков хранения цветных металлов, по разработке требований по хранению, приемке и выпуску дубителей и аккумуляторных батарей, по исследованию возможности увеличения сроков годности рыбных консервов.

Вся разработанная Институтом нормативно-техническая документация успешно применяется в системе Росрезерва.

Деятельность Института во все времена была бы невозможна без самого главного его ресурса – научных кадров – высококвалифицированных, грамотных, добросовестных сотрудников, являющихся лидерами науки о длительном хранении и составляющих интеллектуальное ядро Росрезерва.

УДК 664.66;608.3

К.Б. Гурьева, к.т.н., ФГБУ НИИПХ Росрезерва

ИСТОРИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ДЛИТЕЛЬНОМУ ХРАНЕНИЮ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ И ХЛЕБОПРОДУКТОВ В СИСТЕМЕ ГОСРЕЗЕРВА

В статье дано историческое развитие научных исследований по длительному хранению продовольственных товаров и хлебопродуктов в ФГБУ НИИПХ Росрезерва, показаны научные результаты и достижения в области разработки технологий длительного хранения продовольственных товаров и хлебопродуктов.

Ключевые слова: технологии хранения, увеличение сроков хранения, сроки годности, требования к качеству, новые виды упаковки, рентген-диагностический контроль скрытых дефектов зерна, приборы, патенты, методики, публикации.

Научные подразделения института, обеспечивающие методологическую и технологическую основу сохранности продовольственных товаров и хлебопродуктов, являются основой образования ФГБУ НИИПХ Росрезерва. При образовании в 1939 году Центральной научно-исследовательской лаборатории (ЦНИЛ ГУГМР) одним из первых был создан хлебный отдел, где велись интенсивные научные работы, связанные с исследованием изменения качества зерна при длительном хранении, установлением сроков хранения зерна, с определением потерь зерна при дыхании и хранении, с изучением влияния температурно-влажностных условий на сохранность зерновой массы, с разработкой и оценкой эффективности методов борьбы с вредителями зерна и другие. Отделом энтомологии и микробиологии проводились

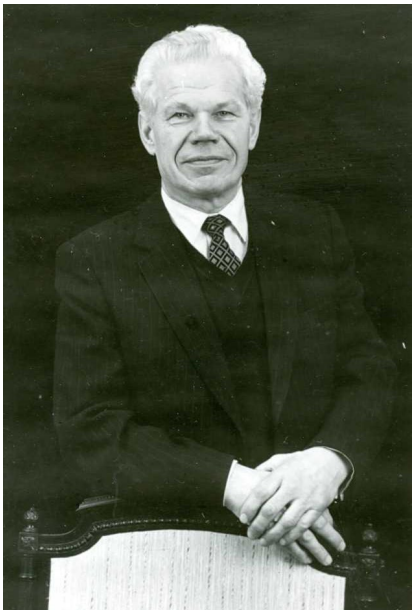
научные работы по энтомологии амбарных вредителей, по изменению микробиологии зерна при хранении. В 1958 году работы по зерну и зернопродуктам были прекращены, так как эти товары были переданы в систему Минзаготовок. Большинство НИР по длительному хранению этой продукции, выполненных в те далекие годы, а их было более 80, не потеряли своей актуальности и в настоящее время.

С 1947 года в продовольственном отделе начались исследования по длительному хранению бакалейных (сахара, чая, макаронных изделий, сухарей) и других товаров (животного масла, рыбных консервов, сгущенного молока, замороженного мяса), что положило начало целому направлению в деятельности научного подразделения – технологии длительного холодильного хранения продовольственных товаров. В ходе выполнения работ в те далекие годы оценивалось не только качество пищевых продуктов, но и разрабатывались мероприятия по повышению стойкости товаров: устанавливалось влияние условий их хранения, вида консервных банок, влияние рецептур и технологии производства на стойкость товаров при хранении. Также начаты были работы по исследованию потерь мороженого мяса при хранении.

В развитие научных исследований при длительном хранении продовольственных товаров для системы госрезервов большой вклад внесли ученые-товароведы – ранее учившиеся или работавшие в Институте народного хозяйства имени Г.В.Плеханова: Ловачев Л.Н., Церевитинов О.Б., Родионова И.Ф., Голубева И.Л., Падарян Э.М., Гурьева К.Б., Панкрухина Г.Н., Райкова И.Б., Гут А.С., Иванова Е.В. и многие другие.

В 1966 г. ЦНИЛ ГУГМР возглавил **Ловачев Лев Николаевич** (31.07.1921 г.-5.02.2009 г.), который явился основателем школы отраслевой науки по длительному хранению товаров и материалов. Ловачев Л.Н. поднял научные исследования на высокий уровень, позволивший лабораторию ЦНИЛ ГУГМР преобразовать в Научно-исследовательский Институт проблем хранения

товаров и материалов. Возглавлял Лев Николаевич Отраслевой научный центр системы государственных резервов в течение 27 лет. В 1975 году Ловачев Л.Н. защитил докторскую диссертацию, стал доктором технических наук, профессором, он подготовил нескольких докторов и более 10 кандидатов технических и химических наук. Многие годы Ловачев Л.Н. возглавлял научные исследования в области длительного хранения пищевых продуктов, решая сложные задачи по проблемам окислительных процессов в пищевых жирах и жиросодержащих продуктах. Возглавляя ведущий научный институт отрасли, Ловачев Л.Н. успешно определял перспективные направления, стоящие перед Наукой в целом, представляя нашу страну на Международных конференциях, конгрессах и совещаниях СЭВ. За развитие отраслевой науки ему было присвоено звание «Заслуженный деятель науки и техники РСФСР».



Ловачев Лев Николаевич
(1.07.1921 г. - 5.02.2009 г.),
директор НИИ проблем хранения
товаров и материалов
с 1966 по 1993 год,
доктор технических наук

Отдел продовольственных товаров с 1968 по 1995 год возглавлял **Церевитинов Олег Борисович,** под руководством и при непосредственном участии которого были разработаны теоретические основы длительного хранения многих групп продовольственных товаров, создана научная школа, а проблемы хранения пищевых продуктов стали рассматривать как отдельное научное направление.

Церевитинов Олег Борисович
(15.03.1921 г. – 25.12.1995 г.)
начальник отдела с 1968 по 1996 год,
доктор технических наук, лауреат
Государственной премии

Церевитинов Олег Борисович в течение 27 лет был душой и генератором новых идей коллектива продовольственного отдела, последовательно развивая актуальное для нашей отрасли направление в науке товароведения – длительное хранение продовольственных товаров. Результаты своих научных исследований О.Б.Церевитинов опубликовал в 120 печатных работах и 5 монографиях, получил более 10 авторских свидетельств на изобретения, на базе проведенных в институте исследований успешно защитил докторскую диссертацию.

Учеными института впервые в стране были проведены исследования по длительному хранению промышленных партий замороженного мяса и масла коровьего при температуре минус 25°С в холодильных камерах, оборудованных ледяными экранами, были даны рекомендации, позволившие снизить потери массы замороженного мяса на 20-70 % и увеличить гарантийные сроки хранения замороженной продукции до 24 месяцев. На основании полученных научных результатов были переоборудованы практически все холодильники системы на температуру минус 25°С и в настоящее время на хранение принимается замороженная мясная продукция только глубокой заморозки. За работу по совершенствованию технологии длительного хранения замороженного мяса в 1984 году ряд сотрудников института, в том числе Церевитинов

тинов Олег Борисович, были удостоены Государственной премии Совета Министров СССР.

Олег Борисович не только занимался чистой наукой в лабораториях отдела, но и принимал участие в организации научного эксперимента, составлении «Программы исследования возможности длительного хранения пищевых продуктов в условиях вечной мерзлоты» и ее реализации. Он участвовал в двух научных комплексных экспедициях на полуостров Таймыр в 1974 и 1980 гг. В этих экспедициях на склад были заложены пищевые продукты из номенклатуры длительного хранения: мясные консервы, сгущенное молоко с сахаром, чай черный байховый, кофе сырой в зернах, какао бобы, сахар-песок, соль поваренная пищевая и другие продукты. Выемка и испытания продуктов после длительного хранения в вечной мерзлоте проводились в 1980 году после 6 лет хранения, а также его преемниками Мироновым Ю.Н. и Белецким С.Л. в последующие годы в 2004, 2010, 2016 гг. после 30-36 лет хранения.

Научно-исследовательская работа в продовольственном отделе проводилась по нескольким направлениям и по каждому была сформирована соответствующая лаборатория: консервов, молочно-жировых товаров, бакалейных товаров, комплексных исследований тары и упаковки, а когда отдел начал заниматься новой перспективной проблемой хранения белковых препаратов, была организована лаборатория белков. Это позволяло сотрудникам лабораторий углубленно заниматься определенными направлениями товароведения, постоянно расширять знания по отдельным группам товаров, совершенствовать навыки и приобретать богатый практический опыт, что нашло отражение в успешном решении задач, стоящих перед отраслью.

В лаборатории молочно-жировых товаров, которую с 1968 по 1987 гг возглавляла **Родионова Ирина Федоровна,** а совместно с ней работали выпускники-плехановцы **Шишкин Николай Иванович и Зеленцов Олег Анатольевич.** При их непосред-

ственном участии были выявлены закономерности и исследованы факторы, влияющие на сохранность сливочного масла, рекомендованы виды масла для длительного хранения, впервые разработана технология его хранения при температуре - 25°С с одновременным использованием пристенных ледяных экранов, которая позволила в 1,5 – 2 раза увеличить гарантийный срок хранения. Исходя из результатов исследований, в отделе были разработаны методики научного прогнозирования устойчивости жиров при длительном хранении на базе ускорения процесса окисления для растительных масел и с применением математических моделей в зависимости от исходного качества продукта и температуры в холодильной камере для сливочного масла.

Большой вклад в исследования ряда товаров длительного хранения, подвергающимся увлажнению, внесли **Падарян Эллен Михайловна, Гурьева Ксения Борисовна, Панкрухина Галина Николаевн, Голубева Инна Леонидовна.** Для продукции бакалейной группы (чая, сахара, кофе, какао-бобов, сухого картофельного пюре, сушеного картофеля, табачных изделий) ими впервые были получены экспериментальные данные по равновесным и теплофизическим характеристикам, разработаны спектральный и газохроматографический методы оценки качества кофе и какао бобов, на которые получены авторские свидетельства. Для каждого товара установлены общие закономерности изменения при хранении показателей, характеризующих вкусовые и потребительские свойства, дифференцированы сроки хранения по сортам и видам, установлено влияние упаковочных материалов и температурно-влажностных условий хранения на сохранность этих товаров. Для замедления окисления основных компонентов химического состава, защиты гигроскопичных товаров от проникновения влаги из воздуха и в конечном итоге, для увеличения сроков хранения рекомендованы полимерные виды упаковки, в том числе ламинированная полиэтилентерефталатная пленка.

Основные достижения в области длительного хранения

продтоваров за последние годы - это современные технологии хранения, содержащие комплекс требований к качеству, к упаковке и хранению продовольственных товаров государственного резерва с целью обеспечения сохранности и увеличения сроков их годности:

- → впервые установлены специальные новые нормативы показателей качества, обеспечивающие сохранность товара (для мыла - массовая доля влаги и летучих веществ, массовая доля лауриновой кислоты, для зерна, муки и круп - кислотное число жира), ужесточение существующих (для чая, сахара, соли, зерна, круп и др. бакалейных товаров - массовая доля влаги; для сахара - цветность, редуцирующие вещества);
- → рекомендованы к применению новые виды упаковки (герметичной полимерной – для чая, соли; вакуумной - для чая, крупы; с барьерными свойствами – для замороженной продукции, крупы; консервной тары из утонченной жести) и установлены требования к их техническим характеристикам;
- → обосновано применение антислеживающих добавок, обеспечивающих сыпучесть соли пищевой после продолжительного периода хранения;
- → оптимизирована система контроля качества и безопасности продтоваров при приемке и хранении по показателям качества и периодичности их определения;
- → усовершенствована технология хранения (установлены оптимальные температурно-влажностные режимы хранения, размеры штабелей и др.).

Полученные научные результаты соответствуют уровню отечественных и зарубежных аналогов. В выполненных работах имеется научная новизна и значимость результатов по обоснованию увеличения сроков годности продовольственных товаров: чая черного в герметичной и вакуумной упаковке, соли пищевой поваренной в полимерной упаковке, сахара кристаллического повышенного качества, гречневой крупы с полимерным вклады-

шем, мясных блоков при температуре минус 25 ºС. В совокупности разработанные требования позволили увеличить сроки годности продтоваров: чая – на 50%, соли – на 60-100%, сахара кристаллического – на 50%, крупы – на 64-72%, замороженной продукции – на 75-100%.

Систематизированы экспериментальные данные и разработана система стандартов по обеспечению качества и безопасности продовольственных товаров длительного хранения, порядку поддержания оптимального температурно-влажностного режима при длительном хранении продукции, соблюдению и обеспечению санитарных норм и правил в процессе длительного хранения.

По результатам научных исследований практически для всех продовольственных товаров госрезерва разработаны СТО Росрезерв, устанавливающие алгоритм их приемки и хранения. Рекомендованные сроки годности (хранения) включены в СТО Росрезерв. По результатам научных исследований специалистами продовольственного сектора получены более 10 патентов на изобретения, 2 патента на полезные модели, проведена регистрация 4-х компьютерных программ.

С 1996 года в институте возобновились исследования, связанные с проблемами хранения хлебных запасов госрезерва. На основе выполненных за эти годы исследований разработаны нормативные документы по хранению зерна и хлебопродуктов (муки, крупы), разработана технология длительного хранения круп и пшеничной муки в различных видах упаковочных материалов, разработаны актуализированные Методические рекомендации по защите продукции от вредителей хлебных запасов.

Сейчас расширена собственная база хранилищ для зерна, поэтому работе с зерном уделяется особое внимание. Проведенные исследования показали, что хранение зерна госрезерва возможно в наружных силосах элеваторов из сборного железобетона после положительных заключений о герметичности стыков, ис-

пытанных тепловизионным способом, на который получен патент РФ.

Впервые в мировой практике оценки качества зерна и семян специалистами лаборатории под руководством **Белецкого Сергея Леонидовича** совместно с учёными ВНИИАФИ РАСХН и ЗАО «ЭЛТЕХ-мед» создан инновационный аппаратно-программный комплекс экспресс рентген-диагностического контроля скрытых дефектов зерна: пшеницы, ржи, ячменя и риса зерна и крупы. Комплекс позволяет в короткие сроки и с высокой степенью достоверности автоматически выявлять внутренние дефекты зерна: скрытая заражённость и изъеденность насекомыми, трещиноватость, повреждения зародыша, зерно, повреждённое сосущими насекомыми, энзимомикозное истощение и щуплость; также определять фракционный состав зерна, выравненность и расчётную всхожесть. Такая комплексная оценка зерна злаковых позволяет оперативно выявлять дефектное зерно, предотвращая попадание в хранилище заражённого зерна.

В настоящее время коллектив продовольственного сектора включает высококвалифицированных научных сотрудников с большим опытом работы, которые экспериментально и аналитически могут решать разнообразные проблемы, связанные с хранением продтоваров. Приходят в лабораторию и молодые специалисты после окончания ВУЗов, которые в научной работе стремятся поддерживать дух творчества, активности и высокой работоспособности, которым всегда отличался коллектив продовольственного отдела. В рамках выполнения НИР сотрудниками отдела разработаны 23 методики для оперативного контроля отдельных показателей продукции при хранении, ряд из которых аттестованы в ФГУП «УНИИМ».

Для испытаний продтоваров при хранении сотрудники применяют новые современные приборы: прибор Oxitest (окислительный реактор) для определения окислительной стабильности липидов. дифференционно-сканирующий калориметр F-204

(ДСК) для определения тепловых эффектов, возможной фальсификации масел и других продуктов, прибор «Vocmeter-V” (электронный нос) для определения уровня свежести и/или порчи разных групп продтоваров, спектрофотометры СФ-104 и UV-1800, рентгендиагностический комплекс ПРДУ-02 для определения скрытых дефектов зерна, круп, зерен кофе, какао бобов, и др. растительных объектов, для определения герметичности закатки банок.

Основная цель научных исследований на протяжении 80 лет - совершенствование технологии хранения продовольственных товаров для снижения их потерь и обеспечение методологического сопровождения всех этапов хранения с целью сохранения высокого качества продукции по окончании цикла хранения.

Результаты исследований сотрудников института по длительному хранению различных групп продовольственных товаров отражены в многочисленных публикациях в научных журналах: Международный сборник научных статей, / ФГБУ НИИПХ Росрезерва; под редакцией С. Е. Уланина. – М.: Галлея-Принт, за 2015-2018 гг. в научных специализированных журналах: Аналитика, Сахар, Товаровед продовольственных товаров, Мясные технологии, Хлебопродукты, «Хранение и переработка сельско-хозяйственной продукции», «Пищевая промышленность» и других, в материалах научно-практических конференций в ФГБОУ «МГУПП» за 2012-2018 гг., в ФНЦ пищевых систем им. В.М.Горбатова, «Церевитиновские чтения», а также в ведомственном сборнике «Теория и практика длительного хранения».

УДК 631.432.2;633.1

С.Л. Белецкий, к.т.н., доц., ученый секретарь, **В.В. Лоозе**, комплексный отдел по эксплуатации основных фондов и технологии хранения промышленных товаров, ФГБУ НИИПХ Росрезерва

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПРИСТЕННОГО СЛОЯ ЗЕРНА НАРУЖНЫХ СИЛОСОВ ЭЛЕВАТОРОВ ИЗ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

В данной статье в краткой форме представлен анализ скорости изменения влажности зерна в наружных силосах элеваторов и влияния температуры и относительной влажности наружного воздуха, в течение годового цикла, на пристенные (до одного метра) слои зерна пшеницы. Определен размер критической толщины зерновой массы пристенного слоя, наиболее подверженный нежелательным влажностным воздействиям.

Ключевые слова: влажность, теплопроводность зерна, теплоёмкость зерна, термогигрометр, относительная влажность, зерно, элеватор, наружный силос, сборный железобетон, термоподвеска, теплообмен, логгер, миграция, конвекция, термоперенос, фронт, слои, хранение, температура.

S.L. Beletskiy, V.V. Loose

DYNAMICS OF CHANGE IN HUMIDITY OF THE WALL LAYER OF GRAIN OF EXTERNAL SILOS OF ELEVATORS FROM COMBINED REINFORCED CONCRETE

This article briefly presents an analysis of the rate of change of grain moisture in the external silos of elevators and the influence of temperature and relative humidity of the outside air, during the annual cycle, on the wall (up to one meter) layers of wheat grain.

The size of the critical thickness of the grain mass of the near-wall layer, which is most susceptible to undesirable moisture influences, is determined.

Key words: humidity, grain thermal conductivity, grain heat capacity, thermohygrometer, relative humidity, grain, elevator, external silo, precast concrete, thermal suspension, heat transfer, logger, migration, convection, thermal transfer, front, layers, storage, temperature.

Длительное хранение зерна осуществляется в Российской Федерации на элеваторах из сборного железобетона, хотя основной прирост элеваторных мощностей происходит за счёт металлических силосов. Но именно железобетонные зернохранилища позволяют при длительном хранении обеспечивать оптимальные параметры температуры и влажности зерновой массы, необходимые для сохранения качественных показателей зерна. Температурные показатели в железобетонных силосах поддерживаются за счёт хороших стабилизирующих свойств железобетонных конструкций по сравнению с металлическими силосами – это является неоспоримым преимуществом. Вместе с тем в железобетонных хранилищах сложно поддерживать влажностный режим хранения зерна принудительным вентилированием, как это осуществляется в металлических силосах. Ограничение связано с особенностью конструкции железобетонных хранилищ, поскольку высота силосов значительно превышает металлические, и подаваемый для вентиляции воздух не будет проходить через толщину зерновой массы, к тому же, просачиваясь через микротрещины в швах, может привести к повреждениям и разрушениям. Формирование рекомендуемой для длительного хранения влажности зерновой массы в элеваторах из сборного железобетона добиваются во время приёмки зерна при помощи сушки [], и в последствии при перемещении зерна для охлаждения после летнего климатического

периода хранения, при этом неизбежны потери в массе и качестве зерна, связанные с травмированием зерна и аспирацией во время перемещения зерновой массы.

Процесс изменения влажности зерновой массы происходит под влиянием следующих факторов:

- воздуха межзернового пространства, который составляет 35-45% общего объёма зерновой массы;

- передачи влаги от более влажного зерна к менее влажному, при соприкосновении зерновок с различной влажностью;

- наличия сорных примесей, которые могут как тормозить, так и ускорять процесс влагопереноса, в зависимости от своего состава.

Относительная влажность наружного воздуха.

Между влажностью зерна и влажностью воздуха находящегося в межзерновых пространствах, существует динамическое равновесие. Регулируется равновесие несколькими путями:

- испарением или поглощением влаги зерновкой;

- активизацией физиологических процессов в зерновке;

- перемещением влаги из области с более высокой температуры в область более низкой температуры.

Скорость влагообмена между зерновкой и воздухом в силосе, зависит от давления водяного пара атмосферного воздуха и давления пара внутри зерновки. Если возникает разница между давлениями водяного пара, начинается влагообмен. Влага из зоны большего давления переходит в зону меньшего давления, и этот переход продолжается до тех пор, пока не произойдёт выравнивания давлений, т.е. не наступит динамическое равновесие. Поэтому влажность зерновой массы, как и температура, внутри силоса распределяются не равномерно. Равновесная влажность зерна - это состояние зерновой массы, при котором количество поглощённой из воздуха воды в единицу времени равно количеству выделившейся воды, т.е. это такое состояние, при котором влажность зер-

на не изменяется. Величина равновесной влажности зависит от культуры, степени зрелости массы, её температуры и влажности, температуры и влажности воздуха. Равновесную влажность можно определить по таблицам и по номограммам ВНИИЗ (добавить номограммы и таблицы), в которых учтены сочетания влажности и температуры зерновой массы и воздуха. Например, равновесная влажность зерна пшеницы при 20 ºС и относительной влажности воздуха межзернового пространства 50% составляет 12,2%. Повышение относительной влажности воздуха до 60%, при той же температуре повысит влажность зерна до 13,5%.

По причине низкой теплопроводности зернового слоя, температура зерна может значительно изменяться только на периферийных участках - у стен силоса, и в верхнем слое, вследствие нагрева наружной стены силоса и кровли за счет солнечного излучения, и может достигать высоких значений, до 20-26 °С и даже до 30-35 °С, что может привести к снижению качества зерна. В дополнение к этому, последующее охлаждение зерна при суточных колебаниях температуры наружного воздуха, может способствовать конденсации водяных паров из воздуха межзернового пространства, увлажнению зерна и развитию процесса самосогревания пристенного слоя, что в итоге приведёт к порче зерна.

Динамика изменения влажности зерна пристенных слоёв в силосах элеваторов из сборного и монолитного железобетона остаётся малоизученной, не смотря на свою актуальность.

Тепловизионные обследования наружных силосов элеваторов в отдельных регионах России, рисунок 1, с характерным значительным изменением климатических условий, показали, что в ряде случаев могут происходить существенные изменения температурного и соответственного влажностного режима хранения в наружных силосах из железобетона, это необходимо учитывать при длительном хранении.

В 80-х годах прошлого века проводились исследования состояния пристенного слоя зерна в металлических силосах при

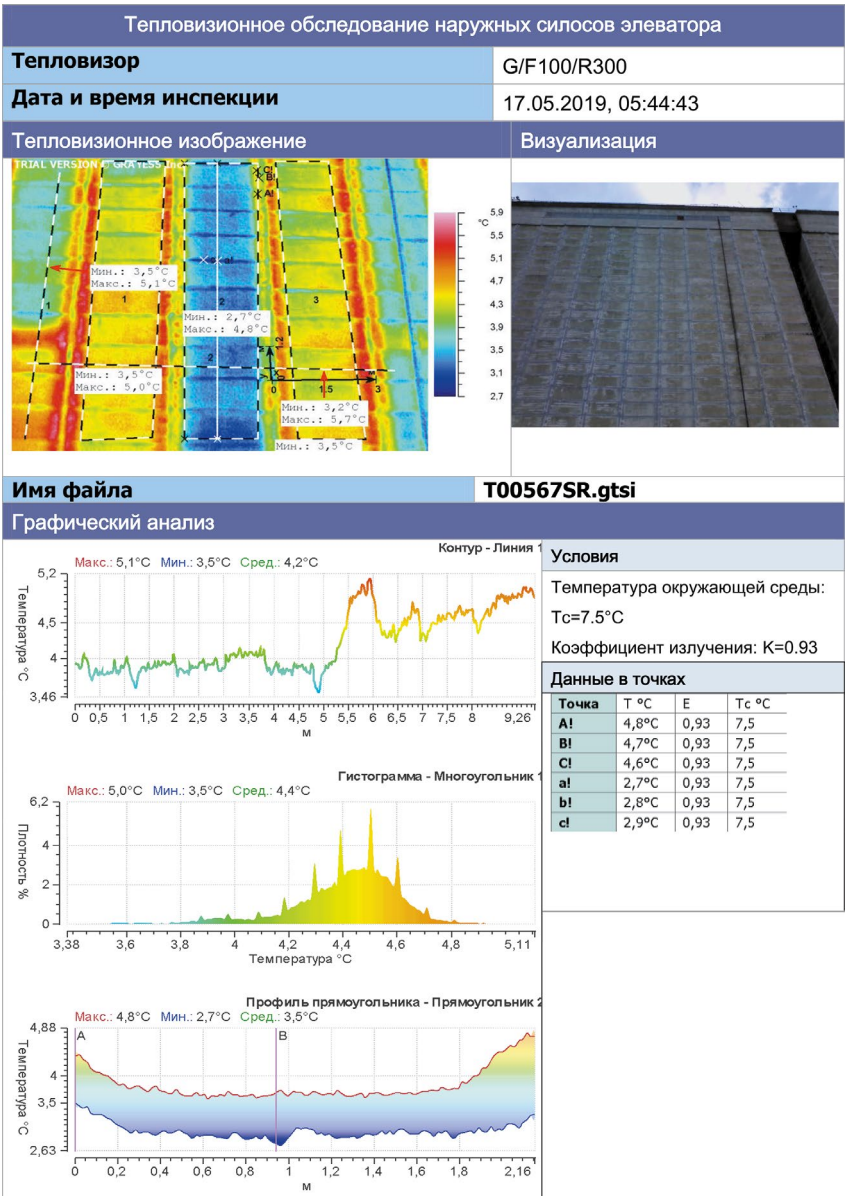


Рис. 1. Изменение температурного поля наружной поверхности силосов элеватора в зависимости от уровня заполнения зерном силосов

переменных атмосферных условиях, но они касались в основном температурного режима. Было установлено, что нагрев стенки металлического силоса оказывает влияние на температуру слоя зерна толщиной от 15 см до 20 см [1,2] и даже до 25 см согласно литературным источникам[4]. Температура пристенного слоя зерна при хранении в металлических силосах, практически полностью следует за температурой наружного воздуха, в то время как в наружных силосах из железобетона такой жёсткой зависимости нет, хотя в пристенном слое зерна толщиной до 5 см происходят значительные колебания температуры.

Теплопроводность железобетонных конструкций в 350-450 раз более низкая, чем теплопроводность стальных металлических конструкций силосов, поэтому высказываются предположения о том, что пристенный слой зерна в наружных железобетонных силосах, испытывающий значительные влажностные колебания и подверженный воздействию внешней температуры меньше почти в два раза, чем у металлического силоса и составляет около 10 см.

Вместе с тем, требуют уточнения численные значения и скорость изменения влажности зерна по толщине пристенного слоя в зависимости от изменения температуры атмосферного воздуха. Такие данные важны для определения режимов хранения зерна в железобетонных силосах. В соответствии с этим для оценки динамики изменения влажности пристенного слоя зерна на основе опытных данных, была создана измерительная система для контроля значений горизонтального распределения относительной влажности межзернового пространства.

Поставленные задачи: в соответствии с «Программой экспериментальных исследований влажности зерна пшеницы в наружных силосах элеватора из сборного железобетона» изучить динамику миграции влажностного фронта вглубь зерновой массы на трёх уровнях, выявить критичный, подверженный наибольшему изменению влажности пристенный слой зерна.

Цель эксперимента: оценка влияния температуры наруж-

ного воздуха на динамику влажности зерна пшеницы у внешней южной стены наружного силоса элеватора из сборного железобетона.

Аппаратное обеспечение: измерительная система состоит из термогигрометров – логгеров данных типа DS1923-F5, общее количество 25 штук, измерительного комплекса iBDL, производства ООО «Инженерные технологии» г. Челябинск. Автономный логгер термогигрометр DS1923-F5 представляет собой высокоэкономичный двухканальный микроконтроллер, имеющий в своем составе полупроводниковый датчик температуры, датчик относительной влажности воздуха, литиевую батарею и память объёмом до 8192 измерений, герметично размещенный в дисковом корпусе. Корпус, выполнен из пищевой нержавеющей стали, инертной в отношении агрессивных сред и с высокой стойкостью к негативным воздействиям окружающей среды, таким как пыль, влага, вибрация, удары. Диапазон регистрируемых параметров DS1923-F5: температуры (-40°C+85°C), относительной влажности (0% – 100%RH).

Термогигрометры – логгеры обладают низким энергопотреблением, что позволило запрограммировать их на проведение двух измерений в сутки непрерывно, в течение четырёх лет.

Автономные датчики вставлены в металлические крепёжные элементы (рисунок 2) и объединены между собой по горизонтали в единую сеть полимерным канатом (рисунок 3). Для объединения горизонтальных связок между собой использовался вертикальный трос. Горизонтальные обвязки были расположены внутри зерновой массы непосредственно возле внутренней поверхности наружного силоса на южной стороне корпуса элеватора на разных уровнях (рисунок 4), по мере заполнения наружного силоса зерном. Для измерения параметров наружного климата, один термогигрометр - логгер разместили в климатической будке снаружи силоса (рисунок 5).

Датчики расположили в горизонтальных плоскостях сило-

са согласно схеме, утверждённой «Программой экспериментальных исследований влажности зерна пшеницы в наружных силосах элеватора из сборного железобетона» (рисунки 6 и 7).

Рис. 2. Термогигрометр DS1923-F5 измерительного комплекса iBDL

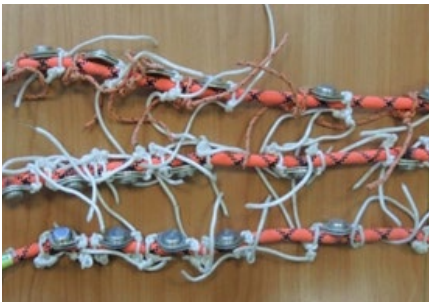


Рис. 3. Система регистраторов, закреплённых на трёх горизонтальных подвесках

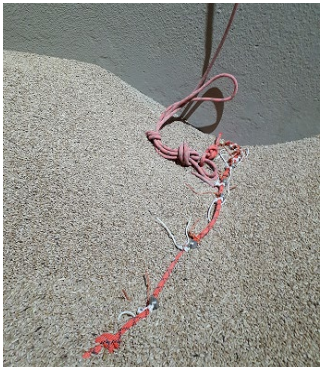


Рис. 4. Термогигрометры на канате внутри силоса у наружной стены, сверху засыпаются зерном

Рис. 5. Термогигрометр DS1923-F5 установленный в наружной климатической будке

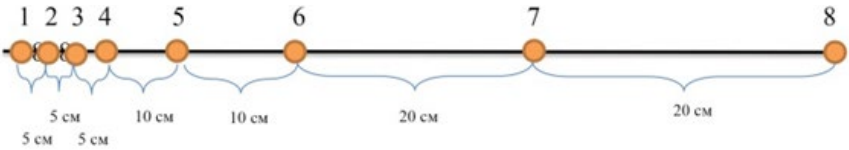


Рис. 6. Схема крепления регистраторов на горизонтальной подвеске

Алгоритм закладки: дно пустого наружного силоса заполняется зерном на высоту 1 м от основания выпускной воронки, на поверхности зерновой массы размещаются 8 автономных датчиков, скреплённых между собой тросом на заданном расстоянии друг от друга (рисунок 3), далее силос заполняется зерном до следующего уровня. Аналогичные операции проводятся на насыпях зерна на высоте 15 и 30 метров, до полного заполнения силоса зерном. Датчики на всех трёх уровнях располагаются в близи измерительных элементов термоподвесок (уровень2/уровень3).

Для выполнения работ внутри силоса используется лебёдка с тросом прошедшая периодическую поверку.

Рис. 7. Схема закладки регистраторов в наружный силос

Длительность эксперимента: мониторинг температурно-влажностных параметров внутри силоса, на момент подготовки статьи, проводился в течение одного года. По завершении годового периода - первого этапа исследования, силос был освобождён от зерна, автономные датчики извлечены, проведено считывание, обработка, архивирование и анализ записанной информации. После чего датчики были размещены у внешней северной стены наружного силоса элеватора и начаты измерения второго годового этапа.

Порядок проведения эксперимента и периодичность измерений: регистрация параметров температурно-влажностного режима в слое зерновой массы производится на трёх уровнях, 2 раза в сутки (через каждые 12 часов).

Полученные данные и предварительные выводы: впервые в практике длительного хранения зерна удалось получить данные годового цикла изменения температуры зерна и относительной влажности воздуха межзернового пространства на трёх уровнях, в пристенном слое наружного силоса на участке от наружной стены сога до середины силоса в элеваторе из сборного железобетона.

В условиях Российской Федерации оптимальный влажностный диапазон длительного хранения товарного зерна пшеницы составляет 12%, а допустимым можно считать диапазон от 10% до 13%. Графики значений наружной температуры и относительной влажности межзернового пространства представлены на рисунках 8-9.

Как видно из рисунков, с увеличением толщины слоя зерна, влияние температуры наружного воздуха на величину изменения относительной влажности зерна снижается, незначительное возрастание относительной влажности межзернового пространства во временном интервале годового цикла остается для всех слоёв на среднем уровне и существенно увеличивается для всех слоёв верхнего уровня.

Для обоснования зависимости влияния температуры наружного воздуха на динамику изменения относительной влажности межзернового пространства различных зерновых слоёв проведен расчёт коэффициента корреляции (r) (рисунок 10).

Корреляция измеряет мощность и направление связи между X и У (двумя связанными выборками). Корреляция бывает положительной линейной: при увеличении X также увеличивается У, причем линейно; отрицательной линейной, где при увеличении X, У линейно уменьшается; нелинейной, по мере увеличения X,

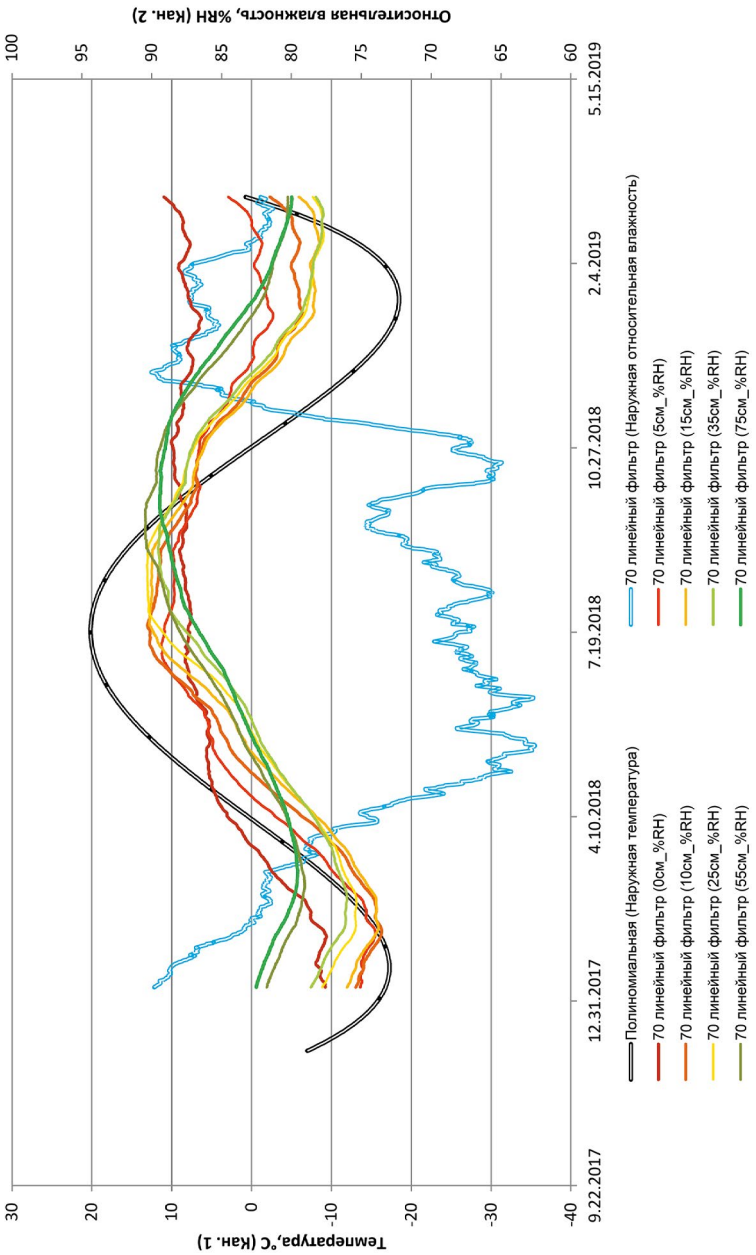


Рис. 8. Средний уровень. Графики значений наружной температуры и относительной влажности и относительной влажности межзернового пространства на разных расстояниях от стены

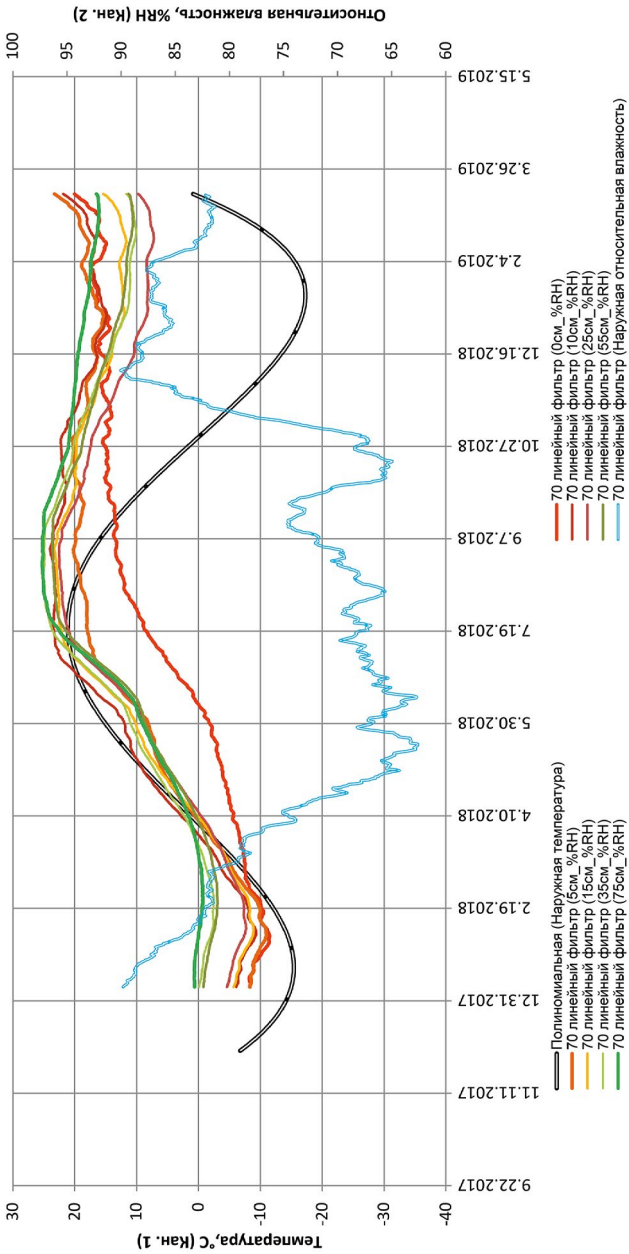


Рис. 9. Верхний уровень. Графики значений наружной температуры и относительной влажности и относительной влажности межзернового пространства на разных расстояниях от стены

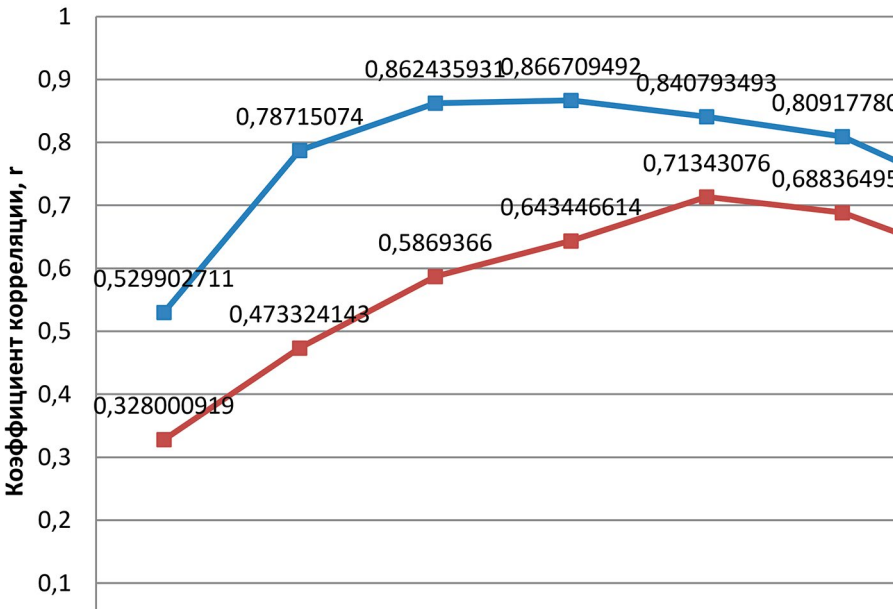


Рис. 11. Корреляция относительной влажности межзернового пространства пристенного слоя зерна верхнего уровня в зависимости наружной температуры

У сначала уменьшается, потом меняет направление и увеличивается. Также между двумя выборками может отсутствовать корреляционная зависимость, т.е. переменные x и y не влияют друг на друга.

Коэффициент корреляции R предоставляет как силу, так и направление связи между независимой и зависимой переменными. Линейный коэффициент корреляции принимает значения от –1 до +1. Когда R имеет положительное значение, связь между {и y является положительной, а когда значение r отрицательно, связь также отрицательна. Коэффициент корреляции, близкий к нулевому значению, свидетельствует о том, что между X и У сила связи уменьшается, либо связь имеет сложный нелинейный характер.

Связи между признаками могут быть слабыми и сильными (тесными). Их критерии оцениваются по шкале Чеддока:

- 0.1 < rxy < 0.3: слабая;
- 0.3 < rxy < 0.5: умеренная;
- 0.5 < rxy < 0.7: заметная;
- 0.7 < rxy < 0.9: высокая;
- 0.9 < rxy < 1: весьма высокая.

Согласно рисунку 10, установлена положительная корреляция между температурой наружного воздуха и относительной влажностью межзернового пространства слоёв зерновой массы. Наибольшая корреляция на среднем уровне в слое на 15 сантиметровой глубине r=+0,8667. Связь оценивается как высокая. Это свидетельствует о том, что повышение температуры наружного воздуха приводит к возрастанию относительной влажности межзернового пространства зерновой массы. Корреляция среднего уровня слоя 75 см, наиболее удалённого от стены, составила r=+0,6112. Связь оценивается как заметная. Однако данная взаимосвязь проявляется слабее. Это объясняется меньшими перепадами температур зерна. Динамику изменения уровня перепадов наглядно показывают значения достоверной аппроксимации R^2, рассчитанные для построенных трендов.

Анализ полученных данных относительной влажности межзернового пространсва зерна на разных уровнях расположения по высоте внутри силоса и по глубине расположения от внешней стены позволил выявить наличие положительной динамики изменения относительной влажности межзернового пространства для верхнего уровня. Влажность зерновой массы только увеличивается с течением времени хранения.

Анализ годового цикла измерений относительной влажности межзернового пространства внутри силоса элеваторного комплекса позволил уточнить длительность хранения зерновой массы, находящейся в наружном силосе возле наружной стены, с критическими для сохранности, значениями влажности.

Данные полученные с термогигрометров показали, что:

1. Средний уровень наружного силоса обеспечивает стабильность относительной влажности межзернового простран-

ства. Наиболее критичный к увлажнению слой зерновой массы до 10. Верхний уровень весь подвержен увлажнению.

2. Для уточнения критического увлажнения зерна по высоте в силосе, планируется проведение дополнительных измерений с усовершенствованной измерительной системой.

3. Для поддержания требуемой влажности сохраняемого зерна в наружных силосах элеваторов из сборного железобетона, рекомендуется осуществлять охлаждение/сушку два раза в год, в осенний и весенний климатический периоды.

Список литературы

1. Сологубик А.А., Камаева Ж.А., Фомин Н.И. «Изменение температуры зерна, хранящегося в силосах из сборных железобетонных конструкция и монолитного железобетона» Труды ВНИИЗ. 1981. № 95. С. 31-39.

2. Анастасиади И.П., Фомин Н.И., Костенко Ю.В., Трубицын В.А. «Исследование условий хранения зерна в наружных силосах элеваторов из сборных железобетонных конструкций» Труды ВНИИЗ. 1981. № 96. С. 38-42.

3. Сорочинский В.Ф. «Изменение температуры пристенного слоя зерна в металлических элеваторах».

4. Мачихина Л.И., Ушаков Т.И., Львова Л.С., Денисова Е.В. «Научный анализ хранения зерна в металлических силосах» Издательство: «Хлебопродукты» (Москва), «Хлебопродукты» №9 2012 г. ISSN: 0235-2508 С.54-59.

УДК 664.8.036.552

О.В. Бессараб, ВНИИТеК – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН,

Т.Ф. Платонова, к.т.н., **И.В. Протункевич,** ВНИИ технологии консервирования – филиал ФБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЬНЫХ КОРРОЗИОННЫХ СРЕД

Коррозия внутренней поверхности металлической упаковки является одним из факторов, оказывающих влияние на качество консервов в процессе хранения. Ввиду этого, при выборе металлической упаковки, следует учитывать коррозионную агрессивность консервированных продуктов. Для рационализации коррозионных испытаний целесообразной является замена пищевых продуктов модельными средами. Однако следует учитывать, что ввиду наличия в составе продуктов веществ, оказывающих влияние на скорость коррозии, коррозионная агрессивность модельной среды и продукта может различаться. Целью настоящей работы являлось исследование кинетики коррозии белой консервной жести (ЭЖК) в одно- и двухкомпонентных модельных средах, содержащих щавелевую и лимонную кислоты, а также в томатной пасте, смешанной с водой. Скорость равномерной коррозии ЭЖК измеряли методом поляризационного сопротивления, питтинга – амперометрии нулевого сопротивления. Измерения проводили при помощи коррозиметра «Эксперт-004» в автоматическом режиме. По результатам проведённых исследований было установлено, что в качестве модельной коррозионной среды,

имитирующей овощные консервы, целесообразно использовать раствор, содержащий 0,40 % лимонной кислоты и 0,30 % щавелевой кислоты, т. к. он является наиболее агрессивным. Кинетика коррозии ЭЖК при взаимодействии с томатной пастой аналогична кинетике процесса при взаимодействии с двухкомпонентной модельной средой. При этом коррозионная агрессивность по отношению к ЭЖК для томатной пасты в 2,4 раза меньше, чем для модельной среды (8,54 и 20,46 мкм/год, соответственно).

Ключевые слова: белая консервная жесть, модельная среда, лимонная кислота, щавелевая кислота, томатная паста, скорость коррозии, равномерная коррозия, питтинг, метод поляризационного сопротивления, амперометрия нулевого сопротивления, коррозиметр «Эксперт-004», овощные консервы.

O.V. Bessarab, T.F. Platonova, I.V. Protunkevich

RESEARCH OF PROPERTIES OF METAL PACKAGING MATERIALS USING MODEL CORROSION MEDIA

Corrosion of the metal packaging inner surface is one of the factors affecting the canned food quality during storage. In view of this, the corrosiveness of canned foods should be considered when choosing metal packaging. To rationalize corrosion testing, it is advisable to replace food products with model media. However, it should be borne in mind that, due to the presence in the products composition of substances that affect the corrosion rate, the corrosiveness of the model media and the product may vary. The aim of this work was to study the corrosion kinetics of tinplate in one- and two-component model media containing oxalic and citric acids, as well as in tomato paste mixed with water. The rate of uniform corrosion was measured by the polarization resistance method, pitting

– zero-resistance amperometry. The measurements were carried out using an "Expert-004" corrosion meter in automatic mode. According to the results of the studies, it was found that as a model corrosion medium that mimics canned vegetables, it is advisable to use a solution containing 0.40% citric acid and 0.30% oxalic acid, because it is the most aggressive. The kinetics of tinplate corrosion during interaction with tomato paste is similar to the kinetics of the process when interacting with a two-component model medium. At the same time, the corrosiveness with respect to tinplate for tomato paste is 2.4 times less than for a model medium (8.54 and 20.46 μm / year, respectively).

Key words: tinplate, model medium, citric acid, oxalic acid, tomato paste, corrosion rate, uniform corrosion, pitting corrosion, polarization resistance method, zero-resistance amperometry, corrosion-meter "Expert-004", vegetable canned food.

Введение. Коррозионная устойчивость внутренней поверхности металлической упаковки является одним из факторов, оказывающих влияние на качество консервов в процессе хранения. В составе консервов в содержатся органические кислоты, их соли, пищевая соль, являющиеся причиной электрохимической коррозии жести, в результате которой происходит миграция ионов металлов в продукт. Вследствие этого, в процессе хранения происходит накопление солей олова и железа в консервированных продуктах, что приводит к ухудшению их потребительских свойств [1]. Таким образом, при выборе металлической упаковки следует учитывать коррозионную устойчивость материала. Для рационализации коррозионных испытаний металлической упаковки и упаковочных материалов целесообразной является замена пищевых продуктов модельными средами – водными растворами, содержащими коррозионно-активные вещества. [2, 3] Такой подход обеспечивает ряд преимуществ:

- упрощение процедуры подготовки к лабораторным исследованиям;

- сокращение временных и материальных затрат на проведение испытаний;

- обеспечение воспроизводимости результатов, т. к. модельные среды обладают стабильным химическим составом.

В качестве основного компонента модельных коррозионных сред была выбрана лимонная кислота, как наиболее распространённая – она содержится практически во всех видах овощного сырья (до 0,5 %), а также широко используется в качестве технологической добавки. Также в состав овощных консервов входит щавелевая кислота, в основном, в виде оксалатов. Наиболее высоким содержанием оксалатов (1,0 – 4,0 %) отличаются различные пряности, например, такие как, тмин, кардамон, имбирь и др. Томаты, баклажаны, брокколи, морковь, картофель, сельдерей, сладкий перец, фасоль содержат до 0,1 % оксалатов. [4] Наиболее распространённые консервы, содержащие щавелевую кислоту – томатная паста, консервированные томаты, овощные и рыбные консервы в томатной заливке, а также содержащие различные пряности. Ввиду наличия в составе консервированных продуктов веществ, оказывающих влияние на скорость коррозии жести, таких как пектиновые вещества, пигменты, сахара, коррозионная агрессивность продукта и модельной среды может значительно различаться. [5]

Целью настоящей работы являлось исследование кинетики коррозии белой консервной жести (ЭЖК) в томатном соке и модельных коррозионных средах, содержащих лимонную и щавелевую кислоты.

Объекты и методы исследования. В настоящей работе в качестве модельных коррозионных сред использовали:

- водные растворы щавелевой кислоты с массовой долей 0,25 – 1,00 %;

- водные растворы лимонной кислоты с массовой долей 0,25 – 1,50 %;

- водные растворы, содержащие смесь лимонной и щавелевой кислот;

- томатный сок, полученный путём смешивания томатной пасты с водой в соотношении 1:4 по массе (массовая доля сухих веществ в томатной пасте – 25-28 %).

Скорость равномерной коррозии (К) определяли методом поляризационного сопротивления по двухэлектродной схеме. Сущность метода заключается в создании постоянной разности потенциалов (внешней поляризации) между двумя одинаковыми пластинами металла, служащими электродами, и измерении параметров возникающего при этом тока. Скорость питтинговой (точечной) коррозии (Р) определяли посредством амперометрии нулевого сопротивления, основанной на измерении плотности тока, протекающего между двумя электродами без внешней поляризации, т.е. в условиях самопроизвольного процесса [6]. Измерения проводили при помощи микропроцессорного универсального автоматического коррозиметра «Эксперт-004». Испытания проводили в соответствии с методикой, разработанной во ВНИИТеК. [7, 8] Продолжительность одного испытания составила 160 - 168 часов; запись значений скорости коррозии проводили в автоматическом режиме через каждые 4 часа. В настоящей работе использовали электрохимическую ячейку, состоящую из стеклянной основы, двух одинаковых пластин металла (электродов), двух уплотнительных прокладок из полимерного материала (пластизоль) и фиксирующего устройства. Основа изготовлена из термостойкого стекла и представляет собой открытый с двух сторон цилиндр с горловиной для заполнения. Фиксирующее устройство представляет собой две прямоугольные пластины из жёсткого пластика, соединённые двумя винтами. В качестве электродов использовали образцы белой консервной жести (ЭЖК) с

массой оловянного покрытия на поверхности, контактирующей со средой, 2,7 – 2,9 г/м2 (I класс по ГОСТ 13345; далее – ЭЖК I) и 5,5 – 5,7 г/м2 (II класс по ГОСТ 13345; ЭЖК II).

По результатам измерений были построены графики, отражающие кинетику коррозионного процесса – изменение скорости равномерной и коррозии ЭЖК в течение испытания. Исходя из анализа графиков, было рассчитано среднее стационарное значение скорости коррозии ЭЖК, характеризующее агрессивность коррозионных сред. Среднее стационарное значение скоростей равномерной и питтинговой коррозии рассчитывали по формуле:

$$\bar{V}_{ст} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \bar{V}_i}{n},$$

где $\bar{V}_{ст}$ – среднее стационарное значение скорости равномерной ($\bar{K}_i$) или питтинговой ($\bar{P}_i$) коррозии, мкм/год;

Vi – значение скорости равномерной (Ki) или питтинговой (Pi) коррозии, измеренное в определённый момент времени, в стационарном режиме, мкм/год;

n – количество измерений скорости равномерной или питтинговой коррозии в стационарном режиме.

Для оценки погрешности результатов испытаний были рассчитаны средние квадратические отклонения для средних стационарных значений скоростей равномерной и питтинговой коррозии (SK и SP).

Для двухкомпонентных коррозионных сред рассчитывали аддитивное значение стационарной скорости равномерной и питтинговой коррозии по формуле:

$$V_a = \frac{\omega_c * \bar{V}_c + \omega_o * \bar{V}_o}{\omega_c + \omega_o},$$

где Va – аддитивное значение стационарной скорости равномерной (Ka) или питтинговой (Pa) коррозии для двухкомпонентного раствора, мкм/год;

$\bar{V}$c – среднее стационарное значение скорости равномер-

ной ($\overline{K}$с) или питтинговой ($\overline{P}$с) коррозии для раствора лимонной кислоты, мкм/год;

$\overline{V}$о – среднее стационарное значение скорости равномерной ($\overline{K}$о) или питтинговой ($\overline{P}$о) коррозии для раствора щавелевой кислоты, мкм/год;

ωс – массовая доля лимонной кислоты в растворе, %;

ωо – массовая доля щавелевой кислоты в растворе, %.

Определение поправочного коэффициента для оценки коррозионной агрессивности консервированных продуктов проводили по разработанной нами схеме эксперимента, включающей в себя:

1) получение кривых скорости равномерной и питтинговой коррозии при взаимодействии ЭЖК с двухкомпонентной модельной средой, содержащей 0,40 % лимонной кислоты и 0,30 % щавелевой кислоты;

2) получение кривых скорости равномерной и питтинговой коррозии при взаимодействии ЭЖК с томатной пастой, смешанной с водой;

3) расчёт средних стационарных значений скоростей коррозии;

4) расчёт поправочного коэффициента по формуле:

$$R = \frac{\overline{V_m}}{\overline{V_p}},$$

где R – поправочный коэффициент;

$\overline{V_m}$ – среднее значение стационарной скорости равномерной (Km) или питтинговой (Pm) коррозии для модельной среды;

$\overline{V_p}$ - среднее значение стационарной скорости равномерной (Kp) или питтинговой (Pp) коррозии для продукта.

Результаты исследований. На рисунках 1 и 2 представлены графики, отражающие кинетику коррозии ЭЖК I при взаимодействии с растворами щавелевой кислоты.

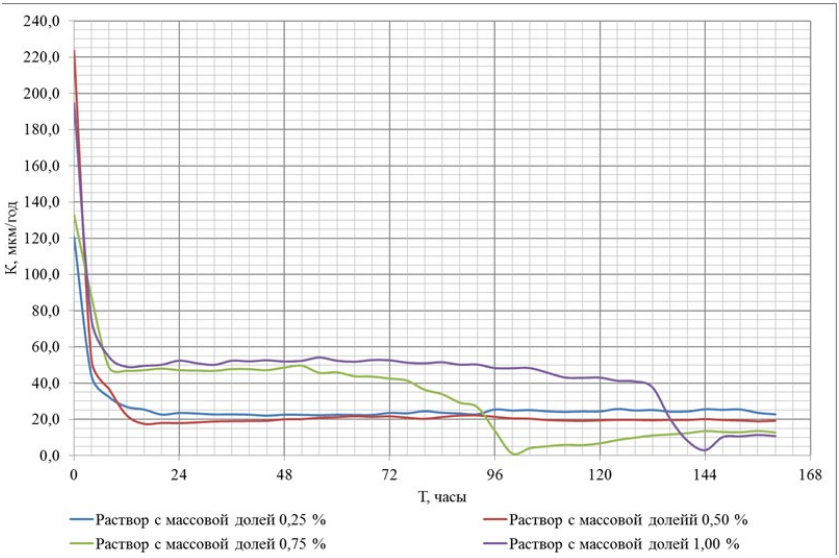


Рисунок 1. Кинетика скорости равномерной коррозии ЭЖК
при взаимодействии с растворами щавелевой кислоты

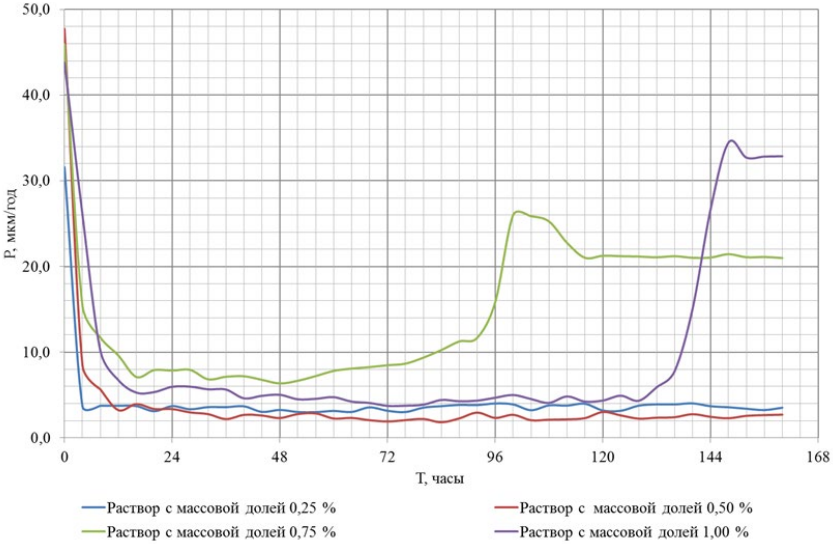


Рисунок 2. Кинетика скорости питтинговой коррозии ЭЖК
при взаимодействии с растворами щавелевой кислоты

Как видно из рисунков 1 и 2, для 0,25 % и 0,50 % растворов щавелевой кислоты в начале испытания наблюдается максимальная скорость равномерной и питтинговой коррозии ЭЖК I, которая постепенно снижается до стационарного значения. Такой характер процесса объясняется накоплением на поверхности металла нерастворимых и труднорастворимых продуктов коррозии - преимущественно оксалатов олова. Для 0,75 % и 1,00 % растворов щавелевой кислоты в начале испытания наблюдается максимальная скорость равномерной коррозии, которая постепенно снижается до 48 – 51 мкм/год. В течение последующих 2 – 3 суток скорость коррозии не изменяется, а затем наблюдается её снижение до минимального значения. Затем происходит увеличение скорости коррозии и устанавливается стационарный режим. Скорость питтинговой коррозии в начале испытания имеет максимальное значение и постепенно снижается до значения 5 – 7 мкм/год. В течение последующих 3 - 4 суток значение практически не изменяется, а затем наблюдается её увеличение и установление стационарного режима. Такой характер процесса объясняется осаждением оксалатов в начальном периоде и последующим их частичным растворением вследствие образования комплексных ионов $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$ и $[Sn(C_2O_4)_2]^{2-}$. [9]

Параметры процесса коррозии ЭЖК I при взаимодействии с растворами щавелевой кислоты приведены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры процесса коррозии ЭЖК I при взаимодействии с растворами щавелевой кислоты

Массовая доля щавелевой кислоты, %	Вид коррозии			
	равномерной		питтинговой	
	$\bar{K}_{ст} \pm S_K$, мкм/год	n	$\bar{P}_{ст} \pm S_P$, мкм/год	n
0,25	23,83 ± 1,24	38	3,53 ± 0,32	40
0,50	19,87 ± 1,17	37	2,54 ± 0,45	38
0,75	12,56 ± 0,86	8	21,26 ± 0,47	13
1,00	10,71 ± 0,49	4	32,80 ± 0,08	4

Из данных таблицы 1 видно, что для 0,25 и 0,50 % растворов щавелевой кислоты стационарные значения скоростей равномерной коррозии в 7 – 7,5 раз больше стационарных значений скоростей питтинга т.е. процесс характеризуется как равномерная коррозия.

Для 0,75 и 1,00 % растворов щавелевой кислоты после установления стационарного режима скорость питтинговой коррозии в 1,5 – 3 раза превышает скорость равномерной коррозии, т.е. процесс характеризуется как равномерная коррозия с частичным питтингом.

На рисунках 3 и 4 представлены графики, отражающие кинетику коррозионного процесса ЭЖК I при взаимодействии с растворами лимонной кислоты.

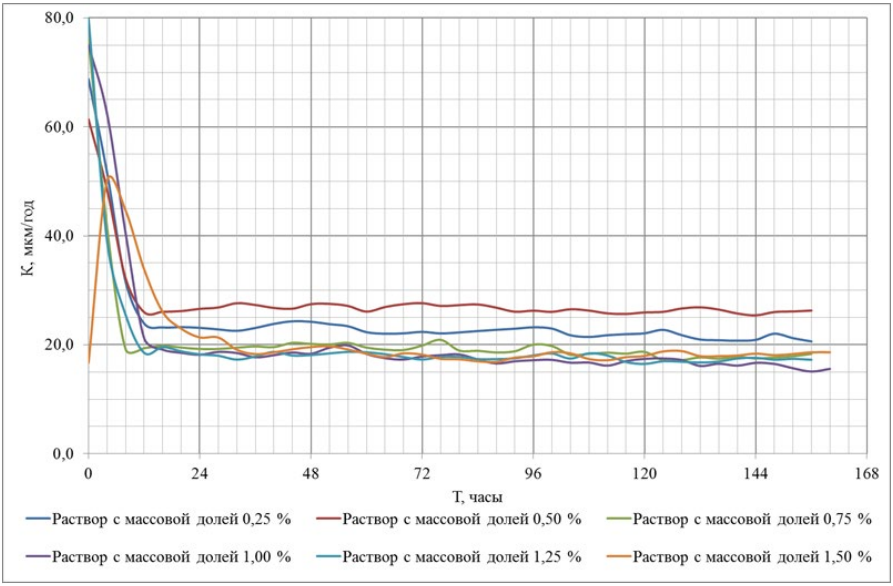


Рисунок 3. Кинетика скорости равномерной коррозии ЭЖК при взаимодействии с растворами лимонной кислоты

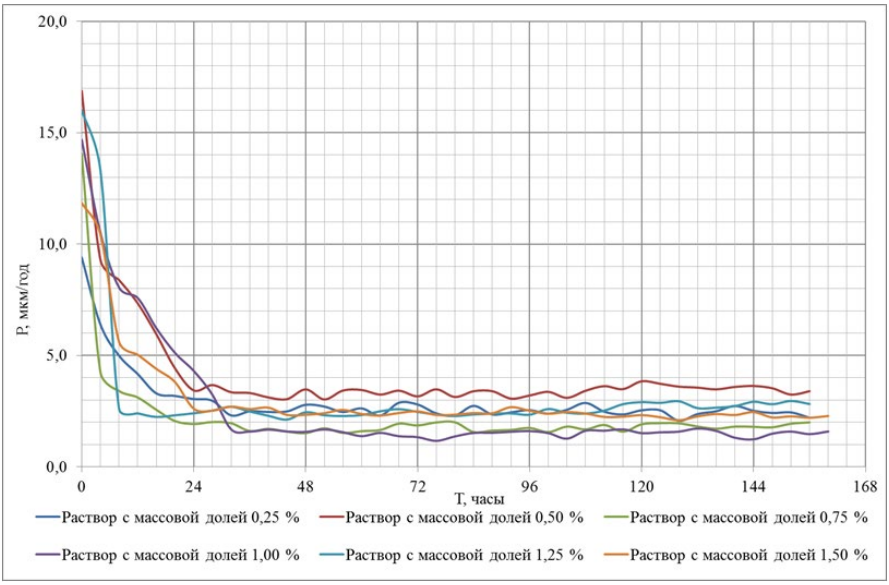


Рисунок 4. Кинетика скорости питтинговой коррозии ЭЖК при взаимодействии с растворами лимонной кислоты

Из рисунков 3 и 4 видно, что для 0,25 – 1,25 % растворов лимонной кислоты в начале испытания наблюдается максимальная скорость равномерной и питтинговой коррозии которая постепенно снижается до стационарного значения, что связано с осаждением на поверхность металла нерастворимых гидроксидов олова и железа, образующихся вследствие ионного обмена. Для 1,50 % раствора в начале испытания скорость равномерной коррозии увеличивается с 16,71 до 50,10 мкм/год, затем в постепенно снижается до стационарного значения. Такая кинетика процесса объясняется растворением пассивационной плёнки (соединений хрома) и последующим заполнением поверхности жести нерастворимыми продуктами коррозии.

Параметры процесса коррозии ЭЖК I при взаимодействии с растворами лимонной кислоты приведены в таблице 2.

Таблица 2. Параметры процесса коррозии ЭЖК I
при взаимодействии с растворами лимонной кислоты

Массовая доля лимонной кислоты, %	Вид коррозии			
	равномерной		питтинговой	
	$\bar{K}_{ст} \pm S_K$, мкм/год	n	$\bar{P}_{ст} \pm S_P$, мкм/год	n
0,25	22,42 ± 0,99	37	2,57 ± 0,27	36
0,50	26,56 ± 0,62	37	3,93 ± 0,21	34
0,75	18,94 ± 0,97	38	1,78 ± 0,17	35
1,00	17,42 ± 1,10	37	1,52 ± 0,14	33
1,25	17,78 ± 0,68	37	2,53 ± 0,23	38
1,50	18,21 ± 0,71	33	2,39 ± 0,15	35

Из данных таблицы 2 видно, что для растворов лимонной кислоты стационарные значения скоростей равномерной коррозии в 7 – 11 раз больше стационарных значений скоростей питтинговой коррозии, т.е. процесс характеризуется как равномерная коррозия.

Также из таблицы 2 видно, что для 0,75 % - 1,50 % растворов стационарное значение скорости равномерной коррозии практически не изменяется при увеличении концентрации, что связано с уменьшением степени диссоциации кислоты в растворе. [10]

Исходя из экспериментальных значений скоростей равномерной и питинговой коррозии, полученных для однокомпонентных растворов (таблицы 1 и 2), были рассчитаны аддитивные значения (таблица 3).

Таблица 3. Расчётные аддитивные значения скоростей равномерной
и питтинговой коррозии

№ п/п	Состав коррозионной среды	Аддитивное значение скорости коррозии, мкм/год	
		равномерной, $К_а$	питтинговой, $Р_а$
1	2	3	4
1	0,25 % лимонной кислоты + 0,25 % щавелевой кислоты	23,13	3,05

2	0,25 % лимонной кислоты + 0,50 % щавелевой кислоты	20,72	2,55
3	0,25 % лимонной кислоты + 0,75 % щавелевой кислоты	15,03	16,59
4	0,25 % лимонной кислоты + 1,00 % щавелевой кислоты	13,05	26,75
5	0,50 % лимонной кислоты + 0,25 % щавелевой кислоты	25,65	3,08
6	0,50 % лимонной кислоты + 0,50 % щавелевой кислоты	23,22	3,24
7	0,50 % лимонной кислоты + 0,75 % щавелевой кислоты	18,16	14,33
8	0,50 % лимонной кислоты + 1,00 % щавелевой кислоты	15,99	23,18
9	0,75 % лимонной кислоты + 0,25 % щавелевой кислоты	20,16	2,22
10	0,75 % лимонной кислоты + 0,50 % щавелевой кислоты	19,33	2,08
11	0,75 % лимонной кислоты + 0,75 % щавелевой кислоты	15,75	11,52
12	0,75 % лимонной кислоты + 1,00 % щавелевой кислоты	14,24	19,51
13	1,00 % лимонной кислоты + 0,25 % щавелевой кислоты	18,70	1,92
14	1,00 % лимонной кислоты + 0,50 % щавелевой кислоты	18,24	1,86
15	1,00 % лимонной кислоты + 0,75 % щавелевой кислоты	15,34	9,98
16	1,00 % лимонной кислоты + 1,00 % щавелевой кислоты	14,07	17,16

17	1,25 % лимонной кислоты + 0,25 % щавелевой кислоты	18,79	2,70
18	1,25 % лимонной кислоты + 0,50 % щавелевой кислоты	18,38	2,53
19	1,25 % лимонной кислоты + 0,75 % щавелевой кислоты	15,82	9,55
20	1,25 % лимонной кислоты + 1,00 % щавелевой кислоты	14,64	15,98
21	1,50 % лимонной кислоты + 0,25 % щавелевой кислоты	19,01	2,55
22	1,50 % лимонной кислоты + 0,50 % щавелевой кислоты	18,63	2,43
23	1,50 % лимонной кислоты + 0,75 % щавелевой кислоты	16,33	8,68
24	1,50 % лимонной кислоты + 1,00 % щавелевой кислоты	15,21	14,55

Поскольку консервированные продукты в металлической упаковке имеют длительные сроки хранения, для коррозионных испытаний целесообразно использовать наиболее агрессивные модельные среды. Исходя из этого, были выбраны следующие двухкомпонентные коррозионные среды:

- 0,25 % лимонной кислоты + 0,25 % щавелевой кислоты;
- 0,25 % лимонной кислоты + 0,50 % щавелевой кислоты;
- 0,50 % лимонной кислоты + 0,25 % щавелевой кислоты;
- 0,50 % лимонной кислоты + 0,50 % щавелевой кислоты.

На рисунках 5 и 6 представлены графики, отражающие кинетику коррозионного процесса при взаимодействии ЭЖК I с двухкомпонентными коррозионными средами.

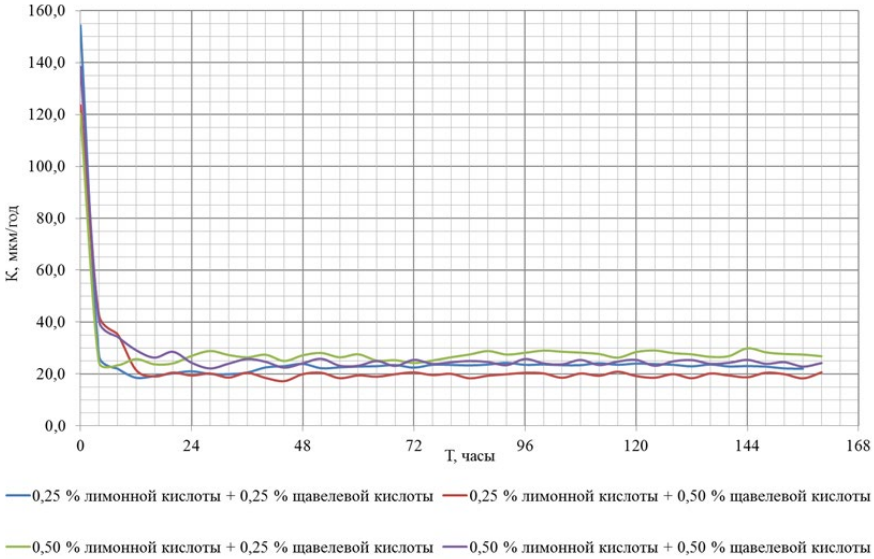


Рисунок 5. Кинетика скорости питтинговой коррозии ЭЖК
при взаимодействии с растворами лимонной кислоты

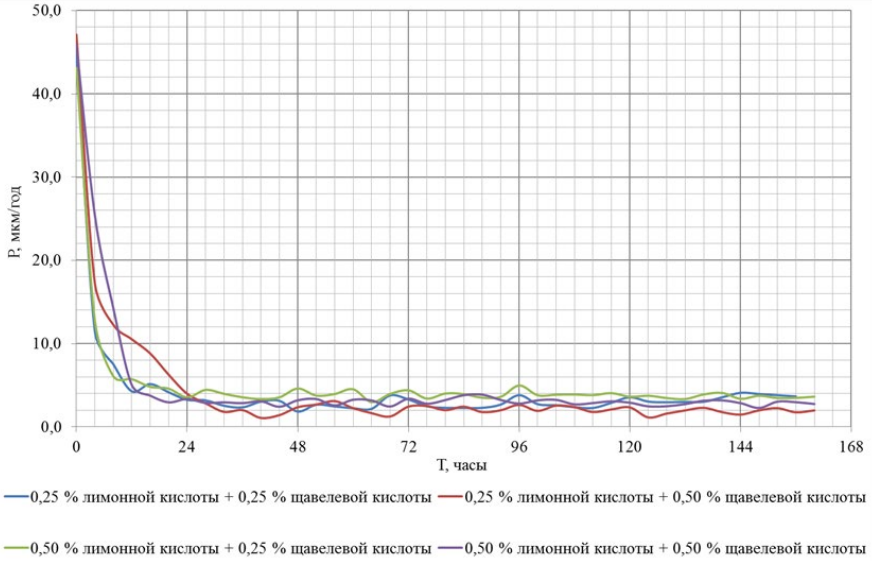


Рисунок 6. Кинетика скорости питтинговой коррозии ЭЖК
при взаимодействии с двухкомпонентными средами

Из рисунков 5 и 6 видно, что в начале испытания скорость равномерной и питтинговой коррозии имеет максимальное значение, стационарный режим устанавливает в течение 4 – 28 часов, т.е. кинетика скорости коррозии аналогична кинетике процесса при взаимодействии с однокомпонентными растворами.

Параметры процесса коррозии ЭЖК I при взаимодействии с двухкомпонентными средами приведены в таблице 4.

Таблица 4. Параметры процесса коррозии ЭЖК I при взаимодействии с двухкомпонентными модельными средами

Состав коррозионной среды	Вид коррозии			
	равномерной		питтинговой	
	$\bar{K}_{ст} \pm S_K$, мкм/год	n	$\bar{P}_{ст} \pm S_P$, мкм/год	n
0,25 % л. к.[1] + 0,25 % щ. к.[2]	22,58 ± 1,44	38	2,91 ± 0,61	34
0,25 % л. к.[1] + 0,50 % щ. к.[2]	19,56 ± 0,92	38	2,04 ± 0,48	34
0,50 % л. к.[1] + 0,25 % щ. к.[2]	26,93 ± 1,61	40	3,85 ± 0,45	37
0,50 % л. к.[1] + 0,50 % щ. к.[2]	24,43 ± 1,22	37	3,00 ± 0,38	37
Сокращения: 1 – лимонная кислота; 2 – щавелевая кислота				

Из таблицы 4 видно, что для двухкомпонентных растворов средние стационарные значения скорости равномерной коррозии в 7 – 10 раз больше средних стационарных значений скорости питтинговой коррозии, т.е. процесс характеризуется как равномерная коррозия.

Также из таблиц 3 и 4 видно, что средние экспериментальные значения стационарных скоростей равномерной и питтинговой коррозии соответствуют рассчитанным аддитивным значениям, с учётом среднего квадратического отклонения. При этом начальные скорости равномерной и питтинговой коррозии близки к соответствующим значениям для соответствующих растворов щавелевой кислоты (рисунки 1, 2, 5, 6). Таким образом, в начале испытания кинетика процесса формируется за счёт действия щавелевой кислоты, а в стационарном режиме – за счёт аддитивного эффекта.

Путём математической обработки было установлено, что максимальное значение стационарной скорости равномерной коррозии соответствует двухкомпонентной среде, содержащей 0,40 % лимонной кислоты и 0,30 % щавелевой кислоты, т.е. такая среда является наиболее агрессивной по отношению к ЭЖК. Это подтверждается экспериментальным данным - среднее стационарное значение скорости равномерной коррозии для данной среды при взаимодействии с ЭЖК I составляет 28,18±1,91 мкм/год.

Для определения коэффициента корреляции испытания проводили с использованием белой жести с массой оловянного покрытия 5,5 – 5,7 г/м2 (ЭЖК II), т.к. такой материал часто используют для изготовления консервных банок.

На рисунке 7 представлены графики, отражающие кинетику коррозионного процесса ЭЖК II при с модельной средой, содержащей 0,40 % лимонной кислоты и 0,30 % щавелевой кислоты, и томатной пастой, смешанной с водой.

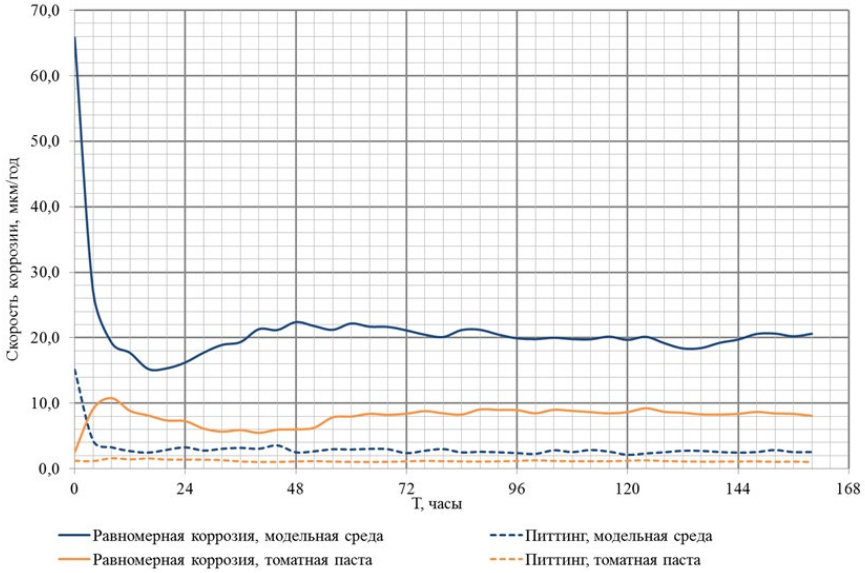


Рисунок 7. Кинетика скорости коррозии ЭЖК II

При взаимодействии ЭЖК II с модельной средой коррозионный процесс имеет следующий характер. Вначале испытания скорость коррозии имеет максимальное значение (65,8 мкм/год), затем происходит её снижение и через 20 часов от начала испытания достигается минимальное значение (15,2 мкм/год). Это объясняется осаждением на поверхности жести труднорастворимых продуктов коррозии – преимущественно оксалата и гидроксида олова. Этот процесс преобладает над растворением пассивационного хроматного слоя, вследствие чего наблюдается уменьшение скорости коррозии. В течение последующих 20 часов скорость коррозии увеличивается, и процесс переходит в стационарный режим. Увеличение скорости коррозии объясняется частичным растворением осадка в избытке кислоты вследствие образования комплексных ионов, а также увеличением площади катода вследствие растворения олова и обнажения участков стальной основы. [9, 11] Переход коррозионного процесса в стационарный режим происходит при достижении равновесия между осаждением и растворением продуктов коррозии.

При взаимодействии ЭЖК II с томатной пастой в течение 8 часов от начала испытания скорость коррозии увеличивает от 2,5 до 10,8 мкм/год, затем в течение последующих 32 часов снижается до минимального значения (5,5 мкм/год). Увеличение скорости коррозии в начальном периоде вероятно связано с преобладанием растворения хроматного слоя над осаждением продуктов коррозии. После растворения хроматного слоя скорость коррозии снижается вследствие осаждения на поверхность жести оксалата и гидроксида олова. В течение последующих 16 часов скорость коррозии увеличивается, и процесс переходит в стационарный режим.

В таблице 5 приведены параметры процесса коррозии ЭЖК II при взаимодействии с модельной средой и томатной пастой.

Таблица 5. Параметры процесса коррозии ЭЖК II

Коррозионная среда	Вид коррозии				$\bar{K}_{ст} / \bar{P}_{ст}$
	равномерная		питтинговая		
	$\bar{K}_{ст} \pm S_K$, мкм/год	n	$\bar{P}_{ст} \pm S_P$, мкм/год	n	
Модельная среда	20,46 ± 1,00	31	2,73 ± 0,31	39	7,49
Томатная паста	8,54 ± 0,34	27	1,12 ± 0,07	32	7,62
Поправочный коэффициент, R	2,40	—	2,44	—	—

Как для модельной среды, так и для томатной пасты, процесс имеет равномерный характер – среднее стационарное значение скорости равномерной коррозии в 7,5 – 7,6 раз больше среднего стационарного значения скорости питтинга (таблица 5).

Также из данных таблицы 5 видно, что томатная паста менее агрессивна по отношению к ЭЖК II, чем модельная среда, содержащей 0,40 % лимонной кислоты и 0,30 % щавелевой кислоты. Это объясняется ингибирующим действием пектина [12], содержащимся в продуктах переработки томатов.

Выводы.

1. Для модельных сред, содержащих смесь лимонной и щавелевой кислот, кинетика коррозионного процесса формируется за счёт действия двух компонентов: в начале процесса – за счёт действия щавелевой кислоты, в стационарном режиме – за счёт аддитивного эффекта.

2. Кинетика коррозии ЭЖК при взаимодействии с томатной пастой аналогична кинетике процесса при взаимодействии с двухкомпонентной модельной средой, содержащей 0,4 % лимонной кислоты и 0,3 % щавелевой кислоты.

3. В качестве модельной коррозионной среды, имитирующей овощные консервы, целесообразно использовать раствор, содержащий 0,40 % лимонной кислоты и 0,30 % щавелевой кислоты, с учётом поправочного коэффициента

Список литературы

1. Abdel-Rahman N. A.-G. Tin-plate Corrosion in Canned Foods // Journal of Global Biosciences/ India. – 2015, Vol.4., №7. – p. 2966-2971.

2. Шавырин В.А. Соответствие между десятибалльной шкалой коррозионной стойкости металлических тарных материалов и классификацией консервов по степени коррозионной агрессивности. / В.А. Шавырин, Н.С. Товстокора, А.Ш. Чавчанидзе, Н.Ю. Тимофеева, А.Ю., Базаркин, И.Е. Розенблат // Практика противокоррозионной защиты. – Москва: ООО «КАРТЭК». – 2011, №1. – с. 56-60.

3. Allman A. Food packaging simulant failure mechanisms in next generation steel packaging / A. Allman, E. Jewell, A. de Vooys, R. Hayes, H. N. McMurray // Packaging Technology and Science / Great Britain: John Wiley & Sons, Incorporated. – 2019, Vol. 32, Iss. 9. – p. 441-455; DOI: 10.1002/pts.2448.

4. Abdel-Moemin A.R. Oxalate Content of Egyptian Grown Fruits and Vegetables and Daily Common Herbs // Journal of Food Research. 2014. V.3. №3, pp. 66-77; DOI:10.5539/jfr.v3n3p66.

5. Umoren S.A. Performance evaluation of pectin as ecofriendly corrosion inhibitor for X60 pipeline steel in acid medium: Experimental and theoretical approaches / S.A. Umoren, I.B. Obot, A. Madhankumar, Z.M. Gasem // Carbohydrate Polymers. – Great Britain: Elsevier Science Publishing Company, Inc. – 2015, Vol.124. – p.280-291; DOI: 10.1016/j.carbpol.2015.02.036.

6. Ануфриев Н.Г. Применение методов поляризационного сопротивления и амперометрии нулевого сопротивления для изучения коррозионного поведения металлов в водных средах // Практика противокоррозионной защиты. 2003. №4. с. 10 – 13.

7. Андрющенко Е.А. [и др.] Оценка коррозионной агрессивности консервных сред методом поляризационного сопротивления // Защита металлов. - Т. 23. 1987. №5, с. 862-865.

8. Шавырин В.А., Базаркин А.Ю., Чавчанидзе А.Ш., Тимо-

феева Н.Ю. Экспресс-метод коррозионных испытаний консервных банок // Продукты длительного хранения. 2009. №3. с.12-14.

9. Характерные и специфические реакции катионов олова / Портал медицинских лекций. URL: https://medlec.org/lek2-50007.html (дата обращения 2019-11-15).

10. Кварацхелия Р.К., Кварацхелия Е.Р. О диссоциации слабых двух- и трехосновных органических кислот, участвующих в цикле Кребса // Электрохимия. 2009. Т. 45, №2, с. 235 – 238.

11. Che Y. Corrosion Mechanism Differences of Tinplate in Aerated and Deaerated Citric Acid Solution. / Y. Che, Z. Han, B. Luo, D. Xia, J. Shi, Z. Ga, J. Wang // International Journal of Electrochemical Science. – Serbia: Electrochemical Science Group. – 2012, Vol. 7. – p. 9997-10007.

12. Бессараб О.В., Платонова Т.Ф. Использование пищевых добавок для повышения качества и безопасности фруктовых консервов в металлической упаковке // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 3, с. 170–175. doi:10.20914/2310-1202-2018-3-170-175.

УДК 006.3

О.И. Бундина, к.э.н., доц., **А.Ю. Герасина,** ВНИИЗ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

ВВЕДЕНИЕ НОВЫХ МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫХ СТАНДАРТОВ НА ЗЕРНО, ПРОДУКТЫ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ И МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА

Для обеспечения качества зерна и зернопродуктов за последние годы разработаны и вступили в действие новые межгосударственные стандарты на зерно, продукты его переработки и методы определения их качества, в которых заложены основные требования к качеству и безопасности в соответствии с Техническими регламентами таможенного союза ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна», ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Стандарты на товарное зерно, зерновые, бобовые, масличные культуры и методы оценки их качества разрабатываются на основании результатов научных исследований Всероссийского научно-исследовательского института зерна и продуктов его переработки, других институтов смежных отраслей, передовом опыте элеваторов и зернопереработывающих предприятий, а также на опыте зарубежных стран.

Ключевые слова: зерно, межгосударственные стандарты, Технический комитет по стандартизации, методы определения качества.

O.I. Bundina, A.Y. Gerasina

INTRODUCTION OF NEW INTERSTATE STANDARDS FOR GRAIN, PRODUCTS OF ITS PROCESSING AND METHODS OF QUALITY DETERMINATION

To ensure the quality of grain and grain products in recent years, new interstate standards for grain, products of its processing

and methods of determining their quality, which laid down the basic requirements for quality and safety in accordance with The technical regulations of the customs Union TR CU 015/2011 «On grain safety», TR CU 021/2011 «On food safety». Standards for commercial grain, grains, legumes, oilseeds and methods for assessing their quality are developed on the basis of the results of scientific research of All-Russian Scientific and Research Institute for Grain and Products of its Processing, other institutes of related industries, best practices of elevators and grain processing enterprises, as well as the experience of foreign countries.

Key words: grain, interstate standards, Technical Committee on standardization, methods of quality determination

На базе Всероссийского научно-исследовательского института зерна и продуктов его переработки – филиала Федерального научного центра пищевых систем им В.М. Горбатова для разработки стандартов в области зерновых, зернобобовых, масличных культур и продуктов их переработки создан и действует Технический комитет по стандартизации «Зерно, продукты его переработки и маслосемена» (ТК 002), утвержденный приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (№ 531 от 14 марта 2017г). За ТК 002 в настоящее время закреплено 160 межгосударственных и 26 национальных стандартов на зерно, продукты его переработки и методы их испытаний.

За последние 3 года (2016-2018гг.) Техническим комитетом 002 разработано и принято 18 межгосударственных стандартов, в том числе 13 – на продукцию: ГОСТ 34023-2016 «Тритикале. Технические условия», ГОСТ 22983-2016 «Просо. Технические условия», ГОСТ 27494-2016 «Мука и отруби. Методы определения зольности», ГОСТ 9353-2016 «Пшеница. Технические условия», ГОСТ 572-2016 «Крупа пшено шлифованное. Технические условия», ГОСТ 34143-2017 «Крупа тритикалевая. Технические условия», ГОСТ 34142-2017 «Мука тритикалевая. Технические

условия», ГОСТ 7045-2017 «Мука ржаная хлебопекарная. Технические условия», ГОСТ 26574-2017 «Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия», ГОСТ 16990-2017 «Рожь. Технические условия», ГОСТ 7169-2017 «Отруби пшеничные. Технические условия», ГОСТ 7170-2017 «Отруби ржаные. Технические условия», ГОСТ 12183-2018 «Мука ржано-пшеничная и пшенично-ржаная обойная хлебопекарная. Технические условия» и 5 – на методы испытаний: ГОСТ 10840-2017 «Зерно. Метод определения натуры», ГОСТ 34165-2017 «Зерновые, зернобобовые и продукты их переработки. Методы определения загрязненности насекомыми-вредителями», ГОСТ ISO 3093-2016 «Зерно и продукты его переработки. Определение числа падения методом Хагберга – Пертена», ГОСТ ISO 2171-2016 «Культуры зерновые, бобовые и продукты их переработки. Определение золы при сжигании», ГОСТ 26791-2018 «Продукты переработки зерна. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение». [1]

Все разрабатываемые стандарты отвечают требованиям безопасности, установленным Техническими Регламентами Таможенного Союза «О безопасности зерна» (ТР ТС 015/2011), «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011).

С 1 июля 2018 года вступил в действие межгосударственный стандарт ГОСТ 9353-2016 «Пшеница. Технические условия», который был разработан на основе национального стандарта ГОСТ Р 52554-2006 «Пшеница. Технические условия». Новый стандарт не предусматривает целевого назначения отдельных классов зерна пшеницы. В области применения указано, что настоящий стандарт распространяется на зерно мягкой и твердой пшеницы, не конкретизируя цели его применения. В нем сохранена классификация зерна по 5-и классам, которая уже апробирована и действует в нашей стране на протяжении нескольких десятилетий. Межгосударственный стандарт на пшеницу является эквивалентным национальному ГОСТ Р 52554-2006, и в нем сохранены основные требования по следующим показателям:

массовая доля белка на сухое вещество, количество и качество клейковины, число падения, стекловидность, натура, влажность, сорная и зерновая примеси.

С 1 января 2019 года введен в действие новый межгосударственный стандарт ГОСТ 16990-2017 «Рожь. Технические условия», в котором установлены требования к качеству и безопасности зерна ржи. Основной целью разработки нового межгосударственного стандарта на базе применения национального ГОСТ Р 53049-2006 «Рожь. Технические условия» и межгосударственного стандарта ГОСТ 16990-88 «Рожь. Требования при заготовках и поставках» являлось введение единых требований на товарное зерно ржи, нормирующих показатели качества зерна как товара стойкого в хранении и удовлетворяющие требования потребителя. Однако в настоящее время посевы ржи в России сокращаются. [2]

В основу нового межгосударственного стандарта положены показатели качества зерна ржи по числу падения, натуре, сорной и зерновой примесям. Уточнены нормативы по содержанию влажности зерна, испорченных зерен, уровень которых существенно влияет на сохранность зерна, на выход и качество готовой продукции. Влажность зерна ржи не должна превышать 14,0 %, поскольку это тот уровень, который обеспечивает надежную его сохранность. Содержание испорченных зерен для зерна ржи 1-3 класса не должно превышать 1,0 %. В соответствии с ГОСТ 16990-2017 зерно ржи подразделяется на 4 класса по органолептическим и физико-химическим показателям. При отнесении ржи к тому или иному классу дается характеристика и установлена ограничительная норма по следующим показателям качества: состояние, цвет, запах, число падения, натура, влажность, сорная и зерновая примеси.

В последнее время возрос интерес к такой зерновой культуре, как тритикале. Она является перспективной как для получения хлебопекарной муки, крупы, крахмала, солода, так и

производства комбикормов. Впервые был разработан новый межгосударственный стандарт ГОСТ 34023-2016 «Тритикале. Технические условия», в котором установлены требования к качеству, обеспечивающими надежную сохранность зерна при хранении и его технологическую ценность для выработки качественной продукции. С 1 января 2018 года он введен в действие. [3]

В межгосударственном стандарте на зерно продовольственного тритикале заложены требования по следующим показателям: натура, влажность, стекловидность, число падения, массовая доля белка на сухое вещество, количество и качество клейковины, сорная и зерновая примеси. Влажность зерна тритикале не должна превышать 14,0 %, которая обеспечивает надежную сохранность зерна. Для оценки качества зерна тритикале используются методы, предусмотренные для оценки качества зерна пшеницы. В соответствии с ГОСТ 34023-2016 зерно тритикале подразделяется на 3 класса. Класс зерна определяется после его послеуборочной обработки на технологических линиях очистки и сушки, по наихудшему значению одного из показателей.

Наряду со стандартом на зерно продовольственного тритикале впервые были разработаны новые межгосударственные стандарты ГОСТ 34142-2017 «Мука тритикалевая. Технические условия» и ГОСТ 34143-2017 «Крупа тритикалевая. Технические условия».

В последние годы учеными нашей страны проводились исследования по формированию и оценке потребительских свойств муки из зерна тритикале. Полученные результаты позволили определить нормы показателей качества муки, вырабатываемой из зерна тритикале, учитывающие современные требования к ее производству на мукомольных предприятиях, а также транспортированию и хранению, методы контроля, показатели безопасности, которые положены в основу разработанного стандарта ГОСТ 34142-2017 «Мука тритикалевая. Технические условия». Стандарт предусматривает подразделение муки тритикалевой на пять

сортов. Требования к качеству муки каждого сорта обоснованы результатами научно-исследовательских работ, в зависимости от уровня органолептических показателей качества муки – вкус, запах, цвет, а также физико-химических показателей. Важнейшими среди них являются зольность, белизна, количество и качество клейковины, число падения и крупность помола. Одним из важнейших показателем качества является показатель влажности, обеспечивающий стойкость муки при хранении и транспортировке. Стандартом устанавливается единая для всех сортов муки влажность не более 15,0%.

Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки разработал технологию переработки тритикале в крупу. Соответственно был разработан новый стандарт на крупу - ГОСТ 34143-2017 «Крупа тритикалевая. Технические условия», в котором предусмотрено подразделение крупы тритикалевой на целую и дробленую номерную (1, 2, 3). Требования к качеству крупы обоснованы в зависимости от уровня органолептических показателей качества крупы – вкус, запах, цвет, а также физико-химических показателей, важнейшими среди них являются крупность, влажность, доброкачественное ядро, испорченные ядра, сорная примесь, мучка.

Согласно ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна» разграничены понятия «зараженность» и «загрязненность зерна вредителями». В соответствии с этим разработан новый межгосударственный стандарт ГОСТ 34165-2017 «Зерновые, зернобобовые и продукты их переработки. Методы определения загрязненности насекомыми-вредителями», который распространяется на методы определения загрязненности зерна и продукты его переработки насекомыми-вредителями. Он введен в действие с 1 января 2019 года.

Также с 1 января 2019 года введен в действие межгосударственный стандарт ГОСТ 10840-2017 «Зерно. Метод определения натуры», который устанавливает метод определения натуры с

применением литровой пурки с падающим грузом. Он разработан на основе ГОСТа Р 54895-2012 «Зерно. Метод определения натуры» и является ему эквивалентным.

С 1 сентября 2019 года вступит в силу межгосударственный стандарт ГОСТ 26791-2018 «Продукты переработки зерна. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение», в котором установлены требования к потребительской и транспортной упаковке продуктов переработки зерна, требования к маркировке потребительской и транспортной упаковки, требования к транспортированию продуктов переработки зерна и их хранению.

Таким образом, введение новых межгосударственных стандартов на зерно, продукты его переработки и методы определения качества обеспечит соблюдение требований действующих технических регламентов: ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна», ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части её маркировки», ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки».

Список литературы

1. Мелешкина, Е.П. Стандартизация и оценка качества зерна и продуктов его переработки. Статья / Е.П. Мелешкина, О.И. Бундина // Контроль качества продукции. – 2019. – № 9. – С. 14-18.

2. Мелешкина, Е.П. Введение новых ГОСТов на зерно ржи и ржаную муку. Статья / Е.П. Мелешкина, О.И. Бундина // Хлебопродукты. – 2019. –№ 6. – С. 25-28.

3. Мелешкина, Е.П. Зерно тритикале и продукты его переработки: новые ГОСТы. Статья / Е.П. Мелешкина, О.И. Бундина // Контроль качества продукции. – 2018. – № 11. – С. 24-27.

661.852;620.18

Л.В. Годулян, к.т.н., **Е.В.Хаустова,** ФГБУ НИИПХ Росрезерва

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТОЯНИЯ СВИНЦА ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ НА КОМБИНАТАХ РОСРЕЗЕРВА

В статье представлены результаты изучения качественного состояния свинца после длительного хранения на комбинатах Росрезерва. Установлено, что внешнее состояние свинца в чушках соответствует требованиям нормативно-технической документации, однако наличие большого количества окислов в виде белого налета и черного цвета на поверхности свинца портит его товарный вид и может привести к осыпанию окислов.

Ключевые слова: свинец в чушках и блоках, сроки хранения, окислы, химический состав, металлографические исследования.

L.V. Godulian, E.V.Khaustova

STUDY OF THE QUALITY STATE OF LEAD AFTER LONG-TERM STORAGE AT ROSREZERV PLANTS

The article presents the results of a study of the qualitative state of lead after

long-term storage at Rosrezerv's plants. It was established that the external state oflead in pigs meets the requirements of normative and technical documentation,however, the presence of a large amount of oxides in the form of white plaque andblack on the surface of lead spoils its presentation and may lead to shedding of oxides.

Key words: lead in pigs and blocks, shelf life, oxides, chemical composition,photographs, metallographic studies.

На комбинатах Росрезерва в неотапливаемых складах хранится свинец в чушках и блоках производства:

- «Электроцинк» 1977 г. выпуска марки С1;

-Усть-Каменогорского свинцово-цинкового комбината 1977, 1984, 1991 годов выпуска марок С1, С2;

-Чимкентского свинцового завода 1976-1995 годов выпуска марок С1, С2, С2С.

На все партии свинца в чушках представлены сертификаты качества с данными химического анализа, из которых следует, что заложенный на хранение свинец в чушках соответствует требованиям нормативно-технической документации – ГОСТ 3778 «Свинец. Технические условия» /1/ на свинец в чушках заявленных марок.

На рисунках 1 -3 представлены фотографии свинца в чушках и блоках после разных сроков хранения в неотапливаемом складе.

а

б

Рисунок 1: а, б - свинец в чушках после 40 лет хранения

а

б

Рисунок 2: а, б-свинец в чушках после 35 лет хранения

Рисунок 3. Свинец в чушках после 30 лет хранения

Как видно из рисунков поверхность свинца в чушках после хранения 30-40 лет черного цвета с белым налетом, причем в отдельных штабелях темные пятна и белый налет покрывает практически полностью все чушки; стальная обвязка пакетов поржавела.

На рисунке 4 представлена фотография пакетов свинца в чушках после 30 лет хранения в один ярус по высоте. Видно, что свинец почернел, белый налет на поверхности наблюдается в виде отдельных точек, обвязка пакетов в хорошем состоянии.

Рисунок 4. Внешний вид пакетов свинца в чушках после 30 лет хранения в один ярус по высоте

На рисунке 5 представлены фотографии свинца в чушках после 23 лет хранения.

а

б

Рисунок 5: а.б,в - свинец в чушках после 23 лет хранения

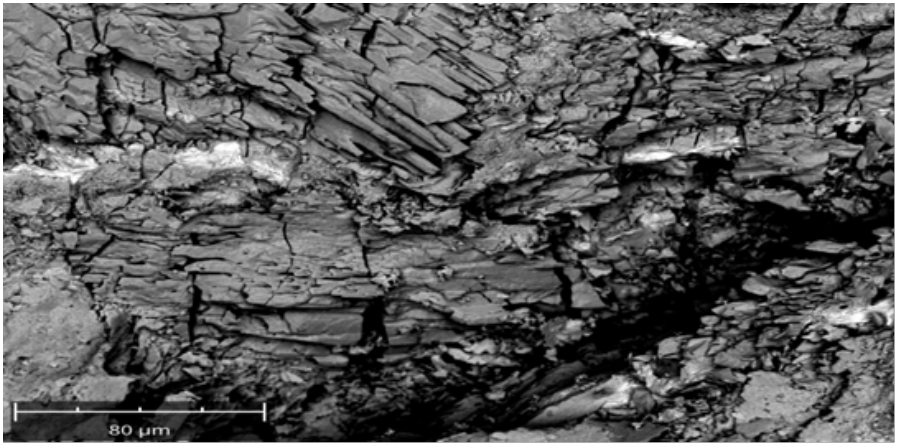
Из рисунков 5 а,б,в видно, что после 23 лет хранения чушки свинца также почернели, белого налета на чушках меньше, чем после 30-40 лет хранения, стальная обвязка пакетов поржавела.

На рисунке 6 представлены фотографии свинца в блоках после 38 лет хранения.

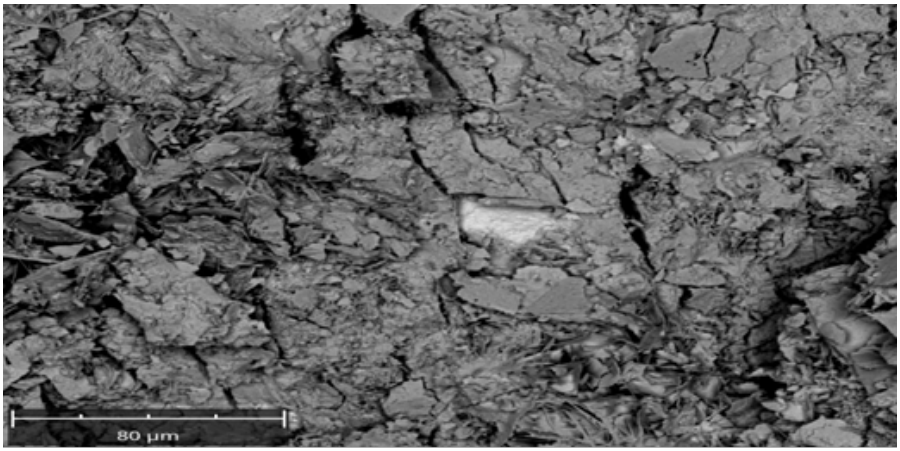
Рисунок 6. Свинец в блоках после 38 лет хранения

На поверхности свинца в блоках после 38 лет хранения наблюдаются темные пятна и белый налет.

После длительных сроков хранения свинца в складе также были проведены металлографические исследования поверхности свинца на электронном микроскопе PHENOMXL. На рисунке 7 представлены фотографии поверхности свинца после 30 лет хранения в неотапливаемом складе.



а



б

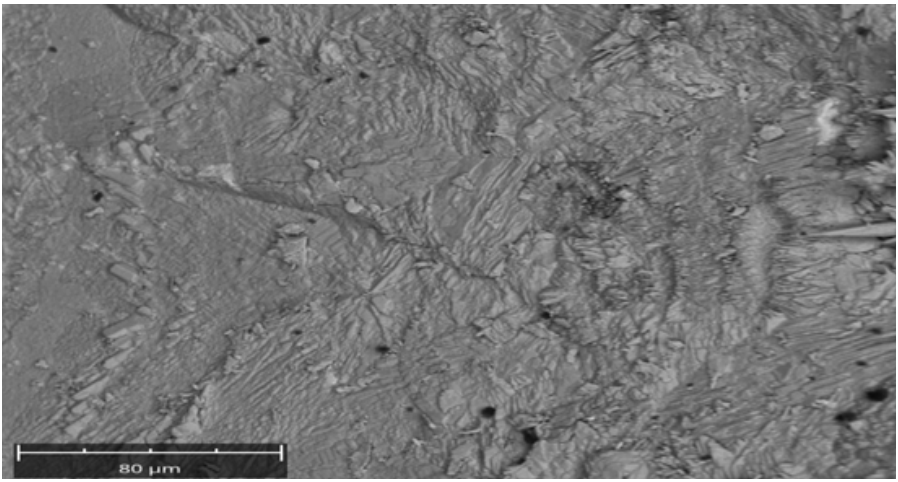


Рисунок 7: а, б, в- фотографии поверхности свинца после 30 лет хранения в неотапливаемом складе (увеличение - 650 раз)

Из представленных фотографий при увеличении в 650 раз видно, что поверхность чушек свинца слоистая, окислами покрыты все слои, чешуйки и отдельные зерна, в некоторых местах окислы осыпались и оголились участки чистого свинца (белые пятна на фотографиях). Содержание кислорода в окислах свинца составляет 20-23%. Невооруженным взглядом на поверхности свинца расслоения не видны, однако при длительном протекании коррозионных процессов на чушках свинца большое количество окислов может привести к появлению видимых слоев расслоения на поверхности свинца.

Выводы

После длительных сроков хранения свинца в чушках на комбинатах были отобраны пробы свинца для проведения химического анализа. Отбор проб и химический анализ осуществлялись специализированными организациями.

Установлено, что в целом химический состав свинца в

чушках до и после длительных сроков хранения в неотапливаемом складе соответствует требованиям ГОСТ 3778-98 «Свинец. Технические условия» на свинец в чушках заявленных марок (С1 и С2). Исключение составили данные по химическому составу отдельных партий свинца в чушках после длительного срока хранения, отличающихся от заявленных в исходных сертификационных документах.

Учитывая тот факт, что в процессе хранения химический состав свинца в чушках измениться не может, полученные несоответствия связаны или с недостаточной точностью проведения химического анализа или с неточностью данных в исходных документах.

Результаты осмотра свинца в чушках и блоках в неотапливаемых складах на комбинатах Росрезерва после 23-40 лет хранения показали следующее:

- поверхность свинца в чушках после 30-40 лет хранения почти полностью почернела и покрылась толстым слоем белого налета;

- поверхность свинца в чушках после 23 лет хранения примерно на 30% почернела и покрылась белым налетом;

- наиболее сильно выражено почернение поверхности чушек свинца со сплошным белым налетом на ФГКУ комбинат «Березка» Росрезерва и ФГКУ комбинат «Стандарт» Росрезерва (см. рис.1-3). Причем такое состояние поверхности практически не зависит от сроков хранения свинца. Это связано с тем, что на данных комбинатах относительная влажность воздуха часто превышала 80%;

- меньше всего белый налет наблюдается на поверхности чушек свинца после 30 лет хранения в один ярус по высоте на ФГКУ комбинат «Приморский» Росрезерва и на блоках свинца после 38 лет хранения;

- стальная обвязка чушек впроцессе хранения ржавеет, теряет прочность, необходимоее укреплять или проводить замену с разборкой и перекладкой штабелей.

Согласно требованиям ГОСТ 3778-77 «Свинец. Технические условия»поверхность чушек и блоков должна быть без порошкообразных окислов и посторонних включений (шлака, кирпича и т.д.). Допускаются цвета побежалости, белый налет и усадочные раковины. Чушки и блоки не должны быть слоистыми.

Проведенные осмотры свинца в чушках в неотапливаемых складах после 23-40 лет хранения показали, что по внешнему состоянию свинец в чушках соответствует требованиям нормативно-технической документации, т.к. белый налет, цвета побежалости и черный цвет поверхности чушек допускается ГОСТом. Однако наличие большого количества окислов в виде белого налета и черного цвета на поверхности свинца портит его товарный вид и может привести к увеличению количества шлама при его переплавке. Кроме того, образование толстого слоя белого налета (окислов свинца) может привести к его осыпанию, а осыпающие продукты коррозии (белый порошок) не допускается нормативно-технической документацией.

Металлографические исследования на электронном микроскопе показали, что поверхность чушек слоистая, окислы свинца покрывают все поверхностные слои и отдельные зерна. При увеличении количества окислов в слоях может наблюдаться расслоение свинца по краям чушек, что также не допускается нормативно-технической документацией.

Проведенные лабораторные исследования свидетельствуют о том, что повышение относительной влажности воздуха с 70% до 90% при температуре 20оС оказывает большее влияние на скорость коррозии свинца, перепады температуры и влажности воздуха в складе сильно сказываются на качественном состоянии поверхности свинца и приводят к почернению поверхности и появлению белого налета.

Список литературы

1. ГОСТ 3778-77 Свинец. Технические условия.

УДК 663.052

И.А. Гурский, д.т.н., **А.А. Творогова, Т.В. Шобанова,** ВНИХИ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, МГУ пищевых производств

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОТАЦИОННОЙ ВИЗКОЗИМЕТРИИ ПРИ ВЫБОРЕ РАЗНОВИДНОСТИ ЖЕЛАТИНА В ТЕХНОЛОГИИ РАЗМОРОЖЕННЫХ АЭРИРОВАННЫХ ДЕСЕРТОВ

Приведены результаты исследования реологических свойств коллоидных растворов желатина различных марок для обоснования их выбора в технологии размороженных аэрированных десертов. При градиенте сдвига на срез 1-27 с-1 определены динамическая вязкость и напряжение сдвига. По шкале Чеддока установлен высокий уровень связи между этими показателями. Установлено, что вязкость растворов желатина марок П-19, К-13 и П-11 характеризуется диапазоном значений, соответственно 39-3,8 Па·с, 14,8-1,2 Па·с и 4,7-0,4 Па·с. Для использования в технологии десертов рекомендовано применение желатина П–19, динамическая вязкость и напряжение сдвига растворов которого при градиенте сдвига на срез 1с-1 выше по сравнению с показателями растворов других марок, соответственно в 2,6 -8,2 раза и 3-9 раз.

Ключевые слова: желатин, реологические исследования, аэрированные десерты.

I.A. Gurskiy, A.A. Tvorogova, T.V. Shobanova

THE USAGE OF ROTATIONAL VISCOSIMETRY AT CHOOSING A VARIETY OF GELATIN FOR THE TECHNOLOGY OF THE THAWED AND AERATED DESSERTS

The results of research of rheological properties of colloidal

solutions of various gelatin grades for substantiating their choice for the technologies of the thawed aerated desserts are presented. With a shear gradient of 1-27 s-1, the dynamic viscosity and shear stress are determined. The high level of connection between these indicators using the Cheddock scale is established. It was found that the viscosity of gelatin solutions of grades P-19, K-13 and P-11 is characterized by a range of values, respectively, 39-3.8 Pa s, 14.8-1.2 Pa s and 4.7-0.4 Pa s. For the usage in the technology of desserts, gelatin P – 19 is recommended, the dynamic viscosity and shear stress of solutions of which at a shear gradient of 1 s-1 is higher in comparison with the indices of solutions of other grades, 2.6–8.2 times and 3–9, respectively.

Keywords: gelatin, rheological research, aerated desserts.

Введение. В производстве замороженных аэрированных десертов, потребляемых в размороженном виде, необходимо создать прочную структуру, сохраняющуюся при хранении готового продукта в условиях бытового холодильника при температуре 2-6 °С. В качестве структурирующего компонента стабилизационной системы, для достижения поставленной цели, используется чаще всего желатин, который не только образует устойчивый и создающий приятные вкусовые ощущения гель, но и хорошо совмещается с компонентами молока, в частности не осаждает казеин. Желатин, являясь белком животного происхождения, обладает стабилизирующей, пенообразующей и эмульгирующей способностями.

Желатин получают кислотным и щелочным гидролизом коллагена из соединительных тканей животного сырья с последующей экстракцией горячей водой. Его выпускают в виде порошка, гранул, полосок или чешуек. В соответствии с ГОСТ 11293-89 пищевой желатин делится на марки: К-13, К-11, К-10, П-11, П-19 [3].

Желатин применяется в качестве желирующего и водосвязывающего компонента. Способность образовывать студни в во-

дных растворах - важное свойство желатина. Процесс гелеобразования обусловлен перегруппировкой отдельных молекулярных цепей в упорядоченную сетку спирального типа [8, 9].

Благодаря своей структуре и присутствию в молекулярной цепи ионов, желатин хорошо растворяется и обладает высокой влагосвязывающей способностью. В холодной и горячей воде желатин набухает и может связывать воду, превышающую по массе его собственную почти в 10 раз. Для технологии размороженных десертов важно то, что после размораживания вода удерживается в структуре геля.

Свойства желатина также зависят от его изоэлектрической точки (ИЭТ). Величина ИЭТ определяется видом сырья и способом его обработки: тип А - pH 6-9,5; тип Б – pH 4,5-5,6. В ИЭТ технологические свойства желатина имеют либо минимальные значения (набухаемость, вязкость, способность к гелеобразованию), либо максимальные (мутность, прочность геля, способность к пенообразованию, синерезис) [1].

Учитывая, что основное свойство желатина – влияние на вязкость, для объективной оценки его гелеобразующих способностей используют реологические методы исследования. Исследования технологической функциональности различных марок желатина для выбора его в качестве стабилизатора для размороженных десертов имеют научную и практическую значимость.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являлись растворы желатина различных видов. Растворы желатина исследовали при температуре хранения размороженного продукта - 5 °С. Массовая доля желатина составляла 1,1%, что соответствует его доле в готовом продукте. Исследования проводили на реовискометре «Реотест 2», с вращающимся цилиндровым измерительным устройством S3 в I и II диапазоне. В процессе проведения исследований скорость вращения цилиндра изменяли, что позволило с помощью взаимосвязанных механического и электрического сигналов снять соответствующие показания при-

бора и использовать их при расчете напряжение сдвига по формуле 1 и вязкость по формуле 2.

$$\tau = Z \times \alpha \ (1),$$

где: Z – константа цилиндра;

α – показания прибора.

$$\eta = \tau \times f \ (2),$$

где: τ – напряжение сдвига;

f - расчетный фактор, корригированный по отношению к частоте.

Расчетные данные использовали для построения графика зависимости градиента сдвига на срез от напряжения сдвига и от вязкости.

Полученные результаты и их обсуждение.

В ходе исследований были получены экспериментальные данные, устанавливающие зависимость между тремя основными реологическими показателями, – напряжением сдвига, градиентом сдвига на срез и эффективной вязкостью, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Экспериментальные данные ротационной вискозиметрии

Градиент сдвига на срез γ, $с^{-1}$	П-19		К-13		П-11	
	Напряжение сдвига τ, Па	Вязкость η, Па·с	Напряжение сдвига τ, Па	Вязкость η, Па·с	Напряжение сдвига τ, Па	Вязкость η, Па·с
1	39	39	14,8	14,8	4,7	4,7
1,8	51	28,4	20,8	11,5	5,6	3,1
3	63	21	20,8	6,9	6,5	2,2
5,4	81	15	24,3	4,5	7,7	1,4
9	84	9,3	27,9	3,1	8,3	0,9
16,2	96	5,9	32	2	10,1	0,6
27	102	3,8	33,2	1,2	11,3	0,4

Как следует из данных, приведенных в таблице 1, при изменении градиента сдвига на срез в диапазоне значений 1-27 с-1

эффективная вязкость растворов желатина марок П-19, К-13 и П-11 меняется в диапазоне значений, соответственно 39-3,8 Па·с, 14,8-1,2 Па·с и 4,7-0,4 Па·с.

При оценке показателей вязкость (η), напряжение сдвига (τ), градиент сдвига (γ), необходимо было удостовериться в наличии зависимости между ними. С этой целью был рассчитан коэффициент корреляции по Пирсону в соответствии с формулой 3. Для оценки силы корреляции использовалась шкала Чеддока – таблица 2, в соответствии с которой между показателями был установлен высокий уровень связи [2]. Результаты корреляционного анализа приведены в таблице 3.

$$r_{xy} = \frac{\sum(x_i - \bar{x}) \times (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \times \sum(y_i - \bar{y})^2}} \quad (3)$$

Таблица 2. Шкала Чеддока

Величина коэффициента парной корреляции	Характеристика силы связи
До 0,3	слабая
0,3 0,5	умеренная
0,5 0,7	заметная
0,7 0,9	высокая
0,9-0,99	весьма высокая

Таблица 3. Коэффициент корреляции между показателями

Образец	Коэффициент корреляции между:		
	Градиентом сдвига на срез и напряжением сдвига	Градиентом сдвига на срез и вязкостью	Напряжением сдвига и вязкостью
П-19	0,86	-0,81	-0,99
К-13	0,89	-0,77	-0,94
П-11	0,95	-0,76	-0,92

По полученным результатам были определены графическая и математическая зависимости напряжения сдвига от градиента сдвига на срез и динамической вязкости от градиента сдвига на срез, представленные на рисунках 1 и 2.

Зависимость напряжения сдвига от градиента сдвига на срез до момента разрушения структуры интерпретирована степенным уравнением Оствальда Де-Вилла. Эта реологическая модель в наилучшей степени характеризует полученные зависимости касательного напряжения сдвига от скорости сдвига:

$\tau = K \cdot \gamma n$,

где К: коэффициент консистенции, зависящий как от природы, так и от вида и геометрии измерительных элементов прибора;

n – индекс течения;

γ – градиент сдвига на срез;

τ – напряжение сдвига.

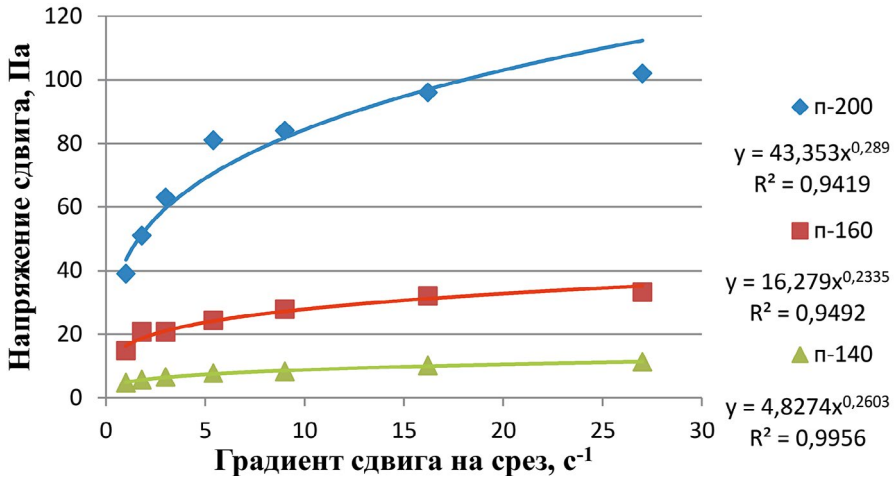


Рис. 1. Зависимость напряжения сдвига от градиента сдвига на срез

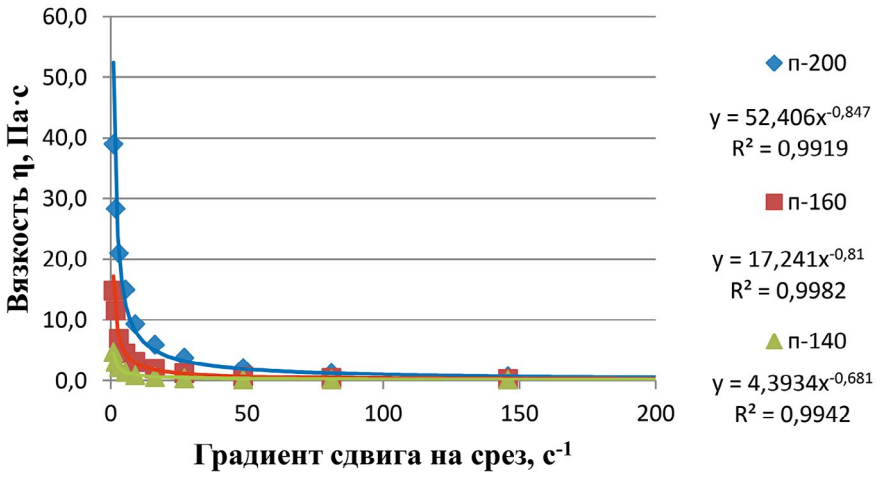


Рис. 2. Зависимость вязкости от градиента сдвига на срез

Практическое значение в данной работе имеют величины вязкостей при градиенте сдвига на срез 1 с-1 и 9 с-1, поскольку соответствующие скорости вращения измерительного цилиндра близки к скоростям вращения мешалок в емкостях для хранения смесей для десерта и во фризере [6].

Как следует из приведенных выше данных, значение показателя «предельное напряжение сдвига» при градиенте сдвига на срез 9 с-1 растворов желатина марок П-19, К-13, П-11, составляет, соответственно 84, 27,9 и 8,3 Па (рис. 1, табл. 1). Очевидно, что наибольшее значение этого показателя достигнуто в растворах желатина марки П-19. Следовательно, желатин марки П-19 способствует формированию более прочной структуры. Кроме того, установлено, что при одном и том же градиенте сдвига на срез динамическая вязкость раствора желатина П-19 заметно выше, чем у остальных (в 2,1-10,5 раза).

Анализ полученных графических и математических зависимостей позволяет определить, что желатин марки П-19 предпочтительнее применять в структурированных продуктах, поскольку

его водные растворы характеризуются наибольшей динамической вязкостью и он образует наиболее прочную структуру.

Список литературы

1. Аймесон, А. Пищевые загустители, стабилизаторы, гелеобразователи/ А. Аймесон.- СПБ.:Профессия.- 2012.- 408 с.

2. Бараз В.Р. Корреляционно – регрессионный анализ связи показателей комерческой деятельности с использованием программы Excel: учебное пособие/ В.Р. Бараз.- Екатеринбург: ГОУ ВПО «УГТУ – УПИ», 2005.- 102 с.

3. ГОСТ 11293-89 Желатин. Технические условия.

4. Косой В.Д. Реология (на примере молочной отрасли). Полный курс/В.Д. Косой, Н.И. Дунченко.-М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К,А, ТИМИРЯЗЕВА.- 2010.- 826 с.

5. Сарафанов Л.А. Пищевые добавки: Энциклопедия. – 2-е изд., испр. И доп./ Л.А. Сарафанов.- СПБ.:ГИОРД.- 2004.- 808 с.

6. Творогова А.А Использование реологической модели Гершеля – Балки при оценке вязкости и прочности структуры смесей для мороженого/ А.А. Творогова, С.В. Карпычев// Холодильная техника.- 2010.- № 7.- С 2-5.

7. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств». Принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 20 июля 2014 г. № 58.

8. Cuvelier, G. Gelatine Substitution: What Functionalities?/ G. Cuvelier, C. Michon// Rennes: Polymerix.- 2003.- P. 1 – 9.

9. de Wolf, F.A. Collagen and gelatine/ F.A. de Wolf, W.Y. Aalbersberg, R.J. Hamer, P. Jasperse, H.H.J. de Jongh, C.G. de Kruif, P. Walstra (eds)// Industrial Proteins in Perspective.- Chapter V.- Elsevier Science,23.- 2003.- P.133 – 218.

УДК 001.895;664.66

К.Б. Гурьева, к.т.н., **Т.С. Куликовская, Т.Б. Гусева,** к.б.н.,
ФГБУ НИИПХ Росрезерва

ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ И ХЛЕБОПРОДУКТОВ

В статье приведены данные об инновационной деятельности отдела продовольственных товаров по увеличению хранимоспособности и сроков годности продукции и других разработках.

Ключевые слова: продовольственные товары и хлебопродукты, технологии хранения, увеличение сроков годности, требования к качеству и безопасности, патенты, методики.

K.B. Guryeva, T.S. Kulikovskaya, T.B. Guseva

INNOVATION IN THE FIELD OF LONG STORAGE OF FOOD PRODUCTS AND BAKERY PRODUCTS

The article presents data on the innovative activities of the food products department to increase the shelf life and shelf life of products and other developments.

Key words: food products and bakery products, storage technologies, increased shelf life, quality and safety requirements, patents, methods.

Обеспечение продовольственной безопасности страны является многоаспектной проблемой, решение которой требует комплексного подхода. Недостаточно произвести продукт, необходимо создать и поддерживать постоянно эффективно функционирующие логистические цепи для доведения его до потреби-

теля. Важное место в этой цепочке занимает процесс хранения продовольственных товаров.

Специалистами отдела продовольственных товаров большое внимание уделяется вопросам по разработке и внедрению инновационных технологий хранения продовольственных товаров номенклатуры Росрезерва, которые обеспечивают высокую сохранность продовольственных товаров на весь период длительного хранения.

Для достижения значимых результатов в данной области необходимо применение системного комплексного подхода, в том числе, с учетом возможных рисков для продукции длительного хранения.

Методология работы в отделе продовольственных товаров - это выполнение научно-исследовательских работ на опытно-промышленных партиях хранящихся продтоваров и хлебопродуктов, аналитические разработки по различным вопросам, связанным с хранением, в т.ч. по ускоренному старению.

Основными приоритетами для повышения хранимоспособости и увеличения сроков годности являются применение инновационных подходов к технологии производства, введение дополнительных или улучшение имеющихся технологических приемов и этапов, ужесточение требований к сырью и материалам, введение дополнительных или более жестких научно-обоснованных требований к качеству и безопасности готовой продукции.

Системное решение обеспечения качества и безопасности продовольственных товаров возможно при создании комплекса мер, предусматривающих оценку и управление рисками на протяжении всего жизненного цикла продукции.

Важным компонентом является подтверждение технической и технологической возможности предприятий-поставщиков производить безопасную и качественную продукцию, соответствующую требованиям законодательных и нормативных документов, а также специальным требованиям, предъявляемым

Росрезервом. Особое внимание необходимо уделять санитарно-гигиенической составляющей производства и качеству сырья, ведь именно от сырья в большой степени зависит качество готового продукта.

На основании результатов многолетних научных исследований выявлен ряд показателей, влияющих на хранимоспособность пищевой продукции. Эти показатели индивидуальны для каждого вида продукции и зависят от многих факторов, в том числе, от состава продукции, способов ее изготовления, вида и качества упаковки и др. В целях обеспечения поставки продукции с достаточным запасом качества и безопасности пригодной для длительного хранения, по ряду показателей установлены специальные более жесткие и дополнительные требования по сравнению с нормативной и законодательной документацией, а также специальные требования к упаковке.

За последние годы на основании проведенных исследований установлены специальные нормативы показателей качества, обеспечивающие сохранность товаров: для мыла – по массовой доле влаги и летучих веществ, содержанию лауриновой кислоты, для хлебопродуктов – по кислотному числу жира, для растительных масел – по величине перекисного и кислотного числа, для группы бакалейных товаров - ужесточение ряда показателей (массовая доля влаги, кислотное число и др.), определяющих их сохранность.

Огромное влияние на сохранность пищевой продукции оказывает используемая упаковка. Общеизвестно, что при нарушении процесса упаковывания неизбежно возникают проблемы с качеством и безопасностью продукции, в то же время ужесточенные требования к качеству упаковки и к процессу упаковывания (например фасовка растительного масла под азотом) способны повысить хранимоспособность продукции. Рекомендованы к применению новые виды упаковки: герметичной и вакуумной - для бакалейной продукции, с барьерными свойствами – для замо-

роженной продукции, установлены требования к их техническим характеристикам.

По результатам исследований для продовольственных товаров и хлебопродуктов сотрудниками отдела разработаны стандарты организации (СТО Росрезерв), устанавливающие алгоритм приемки, размещения, хранения и выпуска продовольственных товаров.

Отдел продовольственных товаров в течение последних лет активно занимается исследованиями в области увеличения сроков годности продукции путем применения в технологии производства природных антиокислителей, которые не только замедляют окислительные процессы, но и оказывают положительное влияние на здоровье человека.

Одним из основных процессов, ограничивающих сроки годности многих пищевых продуктов, является окисление липидов, которые присутствуют почти во всех видах пищевого сырья. Окисление липидов приводит к ухудшению органолептических характеристик пищевых продуктов (изменение внешнего вида, запаха, вкуса), потере питательных свойств, снижению пищевой ценности.

В целях увеличения сроков годности пищевой продукции, обеспечения ее сохранности при длительном хранении и улучшения потребительских свойств, в НИИПХ Росрезерва проводились НИР с применением инновационных российских технологий и использованием природных антиокислителей, замедляющих деструктивные процессы при хранении продукции.

Институтом была проведена комплексная научно-исследовательская работа совместно с ВНИИ молочной промышленности по изучению возможности использования дигидрокверцетина (ДГК) с целью увеличения срока годности молочных консервов «Молоко цельное сгущенное с сахаром», выработанных по ГОСТ 31688-2012. Для изготовления молочных консервов с ДГК были разработаны и внедрены дополнительные технологические при-

емы и ужесточенные требования к качеству сырья, разработана усовершенствованная технологическая инструкция.

На основании положительных результатов испытаний с учетом увеличенного коэффициента резерва был установлен срок годности консервов молочных «Молоко цельное сгущенное с сахаром» с добавлением ДГК - 24 месяца, тогда как продукт с классической рецептурой имеет срок годности не более 15 месяцев.

В НИИПХ Росрезерва совместно с профильными отраслевыми институтами ведутся работы по обоснованию сроков годности пищевой продукции с использованием разработанной методики ускоренного старения и с подтверждением на основании хранения опытных партий продукции в соответствующих условиях.

Для проведения ускоренного старения и оценки влияния повышенных температур на сохранность продтоваров применяют климатическую камеру KBF-760 и термостаты. Для математической обработки экспериментальных данных ускоренного старения разработана программа для ЭВМ «Резерв-Прогноз (П)» (свидетельство о государственной регистрации № RU 2016616478), позволяющая автоматически рассчитывать сроки годности продукта.

Проведена научная работа совместно с привлечением специалистов ФГБНУ ВНИИ технологии консервирования по увеличению сроков годности мясных консервов «Говядина тушеная высший сорт» за счет введения препарата «Галактар». По результатам проведенных испытаний с использованием метода ускоренного старения установлен предполагаемый срок годности консервов - шесть лет, что превышает стандартный срок годности на 1 год.

Успешно выполнена НИР по исследованию возможности увеличения сроков годности рыбных консервов с добавлением масла, изготовленных с внесением смесей различных природных антиокислителей, в результате которой было показано, что целе-

сообразнее использовать одновременно несколько антиокислителей для проявления эффекта синергизма. Исследование динамики изменения показателей качества и безопасности опытных партий позволило объективно оценить эффективность применения смесей антиокислителей в рыбных консервах и исследовать возможность замедления процесса старения консервов.

На основании проведенных исследований совместно с Всероссийским научно исследовательским институтом рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) разработана технологическая инструкция по изготовлению рыбных консервов «Скумбрия атлантическая натуральная с добавлением масла» с использованием антиокислительной композиции. Для такой продукции установлен срок годности 3 года, в то время как для консервов, выработанных по классической рецептуре, срок годности не более 2 лет. При проведении НИР использовался метод ускоренного старения, по экспериментальным результатам в 2019 году получен патент РФ № 2688917 «Способ определения срока годности рыбных консервов». В настоящее время проводится оформление патента «Антиоксидантная композиция для производства рыбных консервов с пролонгированным сроком годности и способ ее получения».

Многоплановые исследования, проводимые в ФГБУ НИИПХ Росрезерва, показали целесообразность применения природных антиокислителей, для улучшения качественной сохранности и увеличения срока годности пищевой продукции.

Увеличение срока годности и улучшение хранимоспособности пищевых продуктов требует комплексного подхода и многофакторного анализа, ужесточения требований к качеству пищевых продуктов и их упаковке, использования не только инновационных подходов к технологии производства, но и усиленного контроля за процессом производства и качеством сырья.

В области длительного хранения зерна важным результатом НИР явилось то, что после положительных заключений по

испытаниям герметичности стыков наружных силосов элеваторов из сборного железобетона тепловизионным способом, допускается хранение зерна в наружных силосах элеваторов из сборного железобетона. В институте разработан и запатентован «Способ определения степени повреждения силосного корпуса элеватора из сборного железобетона» (патент RU № 2525313), позволяющий проводить оценку герметичности швов элеваторов и не допускать снижение качества зерна при хранении.

Применение прибора «Vocmeter-V” (электронный нос) позволило применить новые автоматизированные способы контроля качества круп в процессе хранения и оформить патенты «Способ определения свежести рисовой крупы» (патент RU № 2563128) и «Способ определения свежести гречневой крупы» (патент № RU 2563820).

Совместно с ВНИИАФИ РАСХН и ЗАО «ЭЛТЕХ-мед» в институте создан инновационный аппаратно-программный комплекс экспресс рентген-диагностического контроля скрытых дефектов зерновых культур и круп. Комплекс позволяет в короткие сроки и с высокой степенью достоверности автоматически выявлять внутреннее состояние зерна, в том числе скрытую заражённость, трещиноватость, повреждения зародыша и др. дефекты. Комплексная оценка зерна злаковых помогает оперативно выявлять дефектное зерно, предотвращая попадание в хранилище заражённого зерна. Также метод позволяет определять фракционный состав зерна, выравненность и расчётную всхожесть.

Приборная база для рентгендиагностического выявления скрытых дефектов в зерне и зернопродуктах и способы их оценки запатентована. Получены патенты на приборы: «Устройство для исследования заражённости и повреждений насекомыми образцов проб партий зерновых культур» (патент № RU 166175), «Прибор портативный для исследования проб зерна и семян» (патент № RU 104685), и на способы выявления скрытых дефектов «Способ определения скрытой заражённости насекомыми партий

семян и зерновых культур» (патент № RU 2624322) и «Способ определения анатомо-морфологических дефектов зерна и семян в партиях зерновых культур» (патент № RU 2624705). Также получены 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ «Агротест-Зерно» № RU 2016612920 и «Агротест-Крупа» № RU 2016613307.

Таким образом, следует отметить, что в работе отдела продовольственных товаров используется комплексный подход и многофакторный анализ, разрабатываются требования к качеству пищевых продуктов и их упаковке, используются инновационные подходы к технологиям производства и технологиям длительного хранения, создаются новые методики испытаний.

УДК 663.95

К.Б. Гурьева, к.т.н., ФГБУ НИИПХ Росрезерва

ОЦЕНКА ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ ПРИЗНАКОВ ЧАЯ ЧЕРНОГО ЛИСТОВОГО ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ФАЛЬСИФИКАЦИИ

В статье рассмотрено формирование специфичных идентификационных признаков чая черного листового в период вегетации чайного растения и в процессе технологической обработки чайного сырья. Дан анализ идентификационных признаков при проведении органолептической оценки чая и испытаний по физико-химическим показателям.

Ключевые слова: чай черный листовой, идентификация, фальсификация, качество, идентификационный признак, технологическая обработка чайного сырья, органолептическая оценка, танин, кофеин.

Под идентификацией понимают установление соответствия наименования товара, указанного в сопроводительных документах и маркировке, предъявляемым к нему требованиям.

При проведении идентификации чая устанавливают природу чайного сырья; географический регион выращивания (индийский, цейлонский, грузинский и др.); основные классификационные признаки чая, указанные в маркировке (листовой, гранулированный, черный, зеленый, размер листа и др.); соответствие требованиям НД, указанного в маркировке, по органолептическим, физико-химическим показателям и показателям безопасности.

Процесс идентификации достаточно сложный, трудоемкий и часто довольно дорогостоящий. Результатом проведения идентификации может явиться выявление фальсификации продукта. Нередко стандартные методы, указанные в нормативном

документе на продукцию, не позволяют достоверно идентифицировать ее, и тогда требуются более глубокие исследования. Так, например, в ГОСТе 32573-2013 «Чай черный. Технические условия» исключено деление чая на сорта и все многообразие чайной продукции (как в качественном, так и в стоимостном отношении) имеет одинаковые усредненные требования по органолептическим и физико-химическим показателям. Это способствует проникновению на российский рынок низкокачественной и фальсифицированной чайной продукции.

При установлении качества чая проводят испытания по определению его специфичных идентификационных признаков. К идентификационным признакам листового чая относят характерные размеры, форму и анатомическое строение листа, специфичные вкус и аромат настоя, высокое содержание в составе водорастворимых экстрактивных веществ алкалоидов, в основном кофеина, и фенольных соединений (танина, катехинов и др.) [1].

Сырьевые идентификационные признаки чая. Идентификационные признаки чая закладываются в период вегетации чайного растения и переработки чайного сырья. Сырьем для получения чая являются молодые верхушечные побеги - флеши, представляющие собой 2-3 листочка и нераспустившуюся почку (или без нее). Первичные сырьевые признаки закладывают основы квалиметрической идентификации: чем выше на побеге расположен лист, тем больше в нем водорастворимых веществ, богаче вкус и аромат, выше товарный сорт. Наиболее ценной частью побегов являются типсы (нераспустившиеся почки чайного растения) – главный источник аромата. Наличие золотистого типса свидетельствует о высоком качестве чайного сырья. [2, 3, 4, 5]

Для установления природы чайного сырья используют **определение органолептических показателей и исследование анатомо-морфологических** признаков чая.

Большинство листьев растений, которые используют в качестве имитаторов чая, — листья кипрея, бадана, камелии, лав-

ровишни и др. — при заваривании дают настой, лишь по цвету напоминающий чай. Вкус настоя, приготовленного из другого растительного сырья, как правило, пустой, лишенный характерной для чая терпкости, иногда излишне жесткий, с горечью, аромат — грубый, травянистый. Однако при частичной замене чайного листа на листья других растений указанные органолептические свойства могут быть выражены незначительно. В этом случае для получения надежных результатов идентификации необходимо исследование анатомо-морфологических признаков [1, 2, 6].

Анатомо-морфологические признаки являются критериями идентификации не только для установления природы сырья, но и для определения места произрастания чая. Для изучения отдельных анатомо-морфологических признаков используют визуальный осмотр и метод микроскопии. Чайный лист имеет продолговатую форму (отношение длины листа к наибольшей ширине больше 2), ограничен пилообразно-зубчатыми краями (у основания — гладкий), зубцы снабжены закругленными железистыми волосками.

Микроструктурный анализ чайного листа (определение особенностей морфологического строения разваренного чайного листа под микроскопом) позволяет установить особенности, свойственные только чайному сырью: серебристо-белые волоски (байхао) и многочисленные устьица на нижней поверхности листа. Опушенность серебристыми ворсинками позволяет также судить о возрасте чайного листа: больше всего волосков бывает на листовой почке и наиболее молодых листьях.

Одним из факторов, влияющих на формирование идентификационных признаков чая, является географический регион его произрастания. Научными исследованиями установлено, что индийский чай обладает более высокой стабильностью при хранении по сравнению с чаем, выращенным в Закавказье и РФ, за счет более высокого содержания экстрактивных веществ, танина и ароматических соединений [2, 3, 4]. В связи с этим важно знать

происхождение чайного сырья, которое возможно определить путем изучения морфологического строения разваренного чайного листа под микроскопом (рис.1).

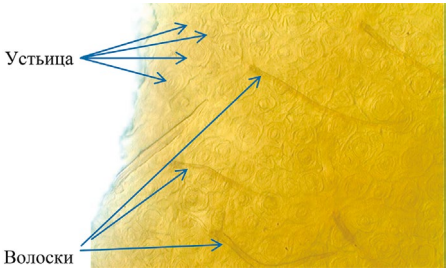


Рисунок 1. Вид нижней стороны чайного листа китайской разновидности под микроскопом при 100-кратном увеличении (устьица и одноклеточные выросты эпителия – «волоски»)

Идентификацию разновидности чайного листа, можно произвести путем подсчета количества устьиц на 1 мм2: индийская разновидность чайного листа имеет в среднем 83 устьица на 1 мм2, китайская – 222, японская – 136 [1-3, 7, 8]. Таким образом, индийскую разновидность чайного растения, имеющую количество устьиц примерно в 2,5 раза меньше, чем у китайской разновидности, даже при неизбежных погрешностях при подсчете достаточно легко отличить. Устьица китайской и японской разновидностей более мелкие по сравнению с устьицами индийской разновидности. Эпидермис нижней стороны листа покрыт характерными серебристо-белыми жесткими одноклеточными волосками. Их легко можно заметить невооруженным глазом на поверхности нераспустившейся почки и верхнего листка. Эпидермис верхней стороны листа лишен волосков и устьиц. Между верхним и нижним эпидермисами листа расположены палисадная ткань и губчатый мезофилл.

Метод микроскопии позволяет определить замену индийской разновидности чая китайской, которая также культивируется в Закавказье и Краснодарском крае и является более дешевым сырьем.

Нередко в маркировке расфасованного чая содержится информация только о стране происхождения чая и нет данных о

конкретном регионе. Но даже указание региона не всегда может дать верное представление о качестве продукции. Чай наилучшего качества дают высокогорные плантации, расположенные выше 1500-1800 м над уровнем моря. В индийском регионе Ассам лучшие ассамские чаи вырабатываются в Верхнем Ассаме, в то время как Средний Ассам дает чаи среднего качества, а Нижний Ассам – низкого. [3]. В маркировке целесообразно указывать информацию о регионе происхождения чая.

Технологические факторы формирования идентификационных признаков чая. Формирование специфичных идентификационных признаков чая продолжается в процессе технологической обработки чайного листа. [1, 3, 5]. Большое значение при проведении технологических процессов имеют параметры температуры и относительной влажности воздуха, а также свободный доступ воздуха к чайному листу.

При завяливании свежие чайные листья частично теряют влагу и приобретают эластичность, необходимую для проведения их скручивания. Этот процесс имеет большое значение для получения ровных, хорошо скрученных чаинок. Прочное скручивание чайного листа позволяет не растерять аромат до завершающих стадий производства, сохранить типсы и придать им золотистую окраску в процессе ферментации, что значительно повышает качество готового чая.

Самый сложный и важный процесс в технологической схеме – ферментация - представляет собой химические реакции под воздействием кислорода и собственных ферментов чая. В процессе ферментации благодаря сложным биохимическим изменениям танино-катехинового комплекса цвет чайного листа из зеленого становится медно-красно-коричневым, происходит исчезновение горького вкуса, запаха зелени и зеленого цвета настоя, появляется характерный запах чая за счет образования ароматических соединений (летучие альдегиды, сложные эфиры и др.).

Для инактивации процесса ферментативного окисления и

сохранения в чайном листе свойств, которые образовались в нем в процессе ферментации, чайный лист обрабатывают горячим воздухом или паром. Последующая сушка чая в потоке горячего воздуха позволяет удалить излишнюю влагу, что препятствует развитию микробиологической порчи. Для получения «лежкоспособного» продукта температура сушки должна быть не более 76,7 °С и не выше 90-95 °С. Использование высоких температур при сушке (выше 100 °С) значительно снижает качество чая за счет потери аромата и возгонки кофеина. В процессе сушки чайный лист меняет цвет: от красного или коричневого до темно-коричневого и черного, окончательно формируется его вкусо-ароматический комплекс [5].

В дальнейшем при сортировке чая происходит отделение нежных чаинок от более грубых, крупных от мелких, в результате чего получают чаи фабричных сортов, отличающиеся по внешнему виду и качеству, из которых путем купажа составляется торговые сорта чая, соответствующие определенным требованиям.

Таким образом, соблюдение технологических требований к производству чая позволяет раскрыть сформированные в вегетационный период качественные особенности чайного сырья и придать готовой продукции характерные идентификационные признаки.

Наиболее часто фальсификация чая осуществляется в процессе его производства на стадии купажирования и представляет собой подмешивание низкокачественного чая (полученного из старых грубых листьев; произведенного с нарушением технологических приемов; содержащего отходы чайного производства - чайную пыль, черешки листьев, волокна, дробленные стебли) [1-4].

Органолептические идентификационные признаки. При идентификации чая черного листового решающее значение имеет органолептическая оценка (внешний вид чая, прозрачность и цвет настоя, его аромат и вкус, цвет разваренного чайного ли-

ста), а также содержание водорастворимых экстрактивных веществ [1, 2].

Внешний вид чая (размер, форму и цвет чаинок) определяют визуально, помещая пробу на белый лист бумаги. Чай должен быть однородным (состоящим из чаинок одной градации), ровным, хорошо скрученным. Хорошо скрученным, как правило, бывает крупнолистовой и среднелистовой чай. Чай мелколистовой представляет собой как скрученные, так и пластинчатые чаинки, полученные в результате разрывания чайного листа в процессе технологической переработки.

Наличие грубых листьев, их черешков, волокон, дробленых стеблей не только ухудшает внешний вид, но и отрицательно сказывается на вкусовых качествах, придавая чайному настою грубый вкус и древесный аромат.

По цвету чаинок чай должен быть однородным. Чаинки зеленого цвета характеризуют не до конца прошедшую ферментацию (наличие неразрушенного хлорофилла в листьях). При недостаточном разрушении хлорофилла получается чай низкого качества, обладающий отрицательными свойствами — зеленоватым цветом, травянистым привкусом, горечью. Чаинки черного цвета характеризуют переферментированный чай, который при заваривании дает темный настой, но недостаточно терпкий, без характерного аромата. Чаинки серого цвета получаются в результате чрезмерного трения во время сортировки, что отрицательно сказывается на качестве чая.

Чаинки, сильно отличающиеся по цвету (пестрый чай), размеру, форме могут свидетельствовать об использовании при купажировании сортов чая, значительно отличающихся как по степени ферментации, так и по региональному происхождению. Индийский чай может быть частично заменен более дешевым чаем, выращенным в Закавказье или Краснодарском крае, что является ассортиментной фальсификацией и определяется путем изучения морфологического строения чайного листа под микроскопом.

Внешний вид настоя чая определяют визуально по интенсивности (насыщенности) цвета, оттенку и прозрачности (чистоте) настоя. Настой должен быть ярким и прозрачным. Ярким считается свежий настой чая, имеющий блестящий прозрачный цвет и золотисто-красноватый оттенок. Мутный непрозрачный настой чая свидетельствует о его низком качестве, может возникнуть в результате старения чая или при длительной ферментации чайного сырья [3].

Мелколистовой чай, может давать более интенсивный настой и терпкий вкус по сравнению с крупно- и среднелистовым чаем, т.к. измельчение чайного листа позволяет быстрее экстрагировать водорастворимые вещества при заваривании.

Для определения аромата и вкуса настой чая охлаждают до температуры 55±5 ºС. Аромат настоя чая определяют в парах разваренного листа чая, он должен быть нежным, с характерными для чая оттенками. При установлении аромата выявляют его насыщенность, посторонние, не свойственные чаю запахи и дефекты. Чай очень гигроскопичен и способен воспринимать запахи из окружающей среды. К дефектам относится затхлый, «мешочный» аромат и другие, не свойственные чаю запахи. Чем мельче чайный лист, тем быстрее чай теряет аромат за счет окисления полифенольных соединений.

При определении вкуса настоя чая отмечают его полноту, степень выраженности и терпкость, а также посторонние привкусы, не свойственные чаю. Настой чая должен быть терпким на вкус, т.е. обладать вяжущим ощущением во рту.

При недостаточной ферментации чай может иметь горьковатый вкус за счет не до конца прошедшего процесса окисления танина. Однако в процессе хранения окисление катехино-танинного комплекса продолжается за счет кислорода воздуха, и горечь снижается. Продолжительность ферментации сильно влияет на вкус настоя: чаи, полученные при непродолжительной ферментации, более терпкие, но слабые по настою, в то время как чаи

с продолжительной ферментацией дают более сильный настой (ярко выражены чайные характеристики), но имеют меньшую терпкость.

Дефектами настоя чая являются: посторонний привкус, затхлый или плесневелый вкус, настой чая без вкуса и аромата (использование чайного листа, потерявшего с возрастом свои свойства) и др.

Цвет разваренного чайного листа должен быть однородным, коричнево-красным или коричневым. Разваренный чайный лист, имеющий яркий цвет, обозначает хорошее качество чая, темный и тусклый цвет - низкое. Неоднородный цвет разваренного чайного листа может свидетельствовать как о значительной неоднородности чайного сырья, используемого при производстве (купажировании) чая, так и о возможном добавлении низкокачественного чайного сырья: давно хранившегося чая; чая, произведенного с нарушениями технологических режимов; более дешевого чая из других регионов произрастания [1, 2, 6-8].

Физико-химические идентификационные признаки. Органолептическая оценка чая носит описательный характер и требует определенной квалификации и опыта, что исключается при использовании квалиметрических методов. Чем ниже качество чая, тем меньше в нем содержание экстрактивных водорастворимых веществ, доли водорастворимой золы от общего содержания золы, больше содержание грубых волокон. Методы определения перечисленных физико-химических показателей действуют в качестве государственных стандартов РФ. Нормы этих показателей приведены в ГОСТ 32573-2013. Для более глубокого исследования качества чая могут быть проведены испытания по определению содержания в чае кофеина и танина. В ранее действующем стандарте до 1993 года (ГОСТ 1938-73) сортовая принадлежность чая классифицировалась по содержанию танина (от 8,0 до 11,0 %) и кофеина (от 1,8 до 2,8 %). В настоящее время эти показатели НД не нормируются, но для идентификации чая и выявления его фальсификации они имеют большое значение.

Танин – основной показатель качества чая, влияющий на вкус, цвет и аромат. Высокое содержание катехино-танинного комплекса является одним из основных факторов обусловливающих устойчивость чая при хранении. Кроме того, танин, как основной компонент этого комплекса, влияет на гигроскопичность чая: чем выше соотношение не окисленного и окисленного танина, тем ниже гигроскопичность [4]. Содержание танина в чае тем выше, чем ближе к экватору находятся районы его выращивания: самое высокое содержание танина в цейлонском чае. Чай выращенный в Закавказье и Краснодарском крае накапливает незначительное количество танина [2,4]. Замена чая растительным сырьем не чайного происхождения также будет характеризоваться низким содержанием танина [2, 6, 7].

Таким образом, количество танина в чае характеризует вкусовое качество чая, регион его выращивания, соблюдение технологических приемов производства чая, добавление растительных заменителей. Танин в чае может помочь выявить низкокачественный чай.

Кофеин характеризует тонизирующие свойства настоя. Известно, что кофеин неравномерно распределяется в сырье: первый лист флеши содержит 4-5% кофеина; второй – 3-4%; третий – 2,5%; остальные от 0,5 до 1,5%. Поскольку кофеин крайне незначительно изменяется при переработке и достаточно стабилен при хранении [4], его содержание может служить индикатором качества использованного чайного сырья.

Заключение

На формирование качества и идентификационных признаков чая черного листового оказывает влияние множество факторов: разновидность чайного растения, агроклиматические характеристики чайной плантации, сезон сбора урожая и технологические приемы переработки чайного сырья. Отсутствие в ГОСТ 32573-2013 дифференцированного подхода к оценке орга-

нолептических и физико-химических показателей качества чая, а также таких значимых показателей, как содержание танина и кофеина, затрудняет возможность объективно оценить лежкоспособность продукции.

В связи с этим при выявлении фальсификации чая черного листового представляется целесообразным проверять дополнительные показатели: содержание кофеина и танина. Кроме того, целесообразно также, чтобы изготовители указывали качество чайного сырья, используемого при производстве чая, с указанием года сбора урожая. Чайное сырье должно быть не ниже категории BOP (международная классификация чая по ИСО 6078:1982), что соответствует 1 сорту по ГОСТ 1938-73 [1].

Если при оценке качества внешний вид настоя чая тусклый, непрозрачный, темноватый, а также имеет грубоватый или посторонний аромат и вкус, без достаточной терпкости, то возможная фальсификация - это использование или подмешивание чая низкого качества, либо отходов чайного производства, либо использование растительного сырья не чайного происхождения, также возможно нарушение условий хранения чайного сырья (несоблюдение товарного соседства). В этом случае необходимо применять комплекс методов выявления фальсификации: органолептический по - ГОСТ 32572, ГОСТ ISO 3103 (приготовление настоя); физико-химические ГОСТ ISO 9768 (содержание водорастворимых экстрактивных веществ), ГОСТ 19885 (содержание танина), ГОСТ ISO 10727 (содержание кофеина).

Список использованных источников

1. Интернет-ресурс:http://masters.donntu.org/2003/fem/makhno/library/falsif.html

2. М.А. Николаева и др. Идентификация и фальсификация чая.

3. Интернет-ресурс: https://znaytovar.ru/s/Identifikaciya_i_falsifikaciya.html Идентификация и фальсификация чая.

4. В.В. Похлебкин. Чай. Торгово-издательское объединение «Центрполиграф», М., 1997.

5. Л.Н. Ловачев, М.А. Волков, О.Б. Церевитинов. Снижение потерь продовольственных товаров при хранении. Изд-во «Экономика», М., 1980.

6. Интернет-ресурс:http://stomfaq.ru/tehnologiya-proizvodstva-chaya-zagotovka-chajnogo-sireya/index.html. Технология производства чая.

7. Н.Р. Куликова. Товароведение и экспертиза чая и кофе. Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», М., 2011.

8. И.П. Чепурной. Товароведение и экспертиза вкусовых товаров. Издательско-книготорговый центр «Маркетинг», М., 2002.

9. И.И. Татарченко, А.А. Славянский, С.А. Макарова. Показатели качества чая. ж. «Сахар», 2013, №10, с.55-59.

УДК:641.56

В.Ф. Добровольский, д.т.н., **М.И. Лындина,** к.т.н., НИИ пищеконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии - филиал ФГБУН Федерального исследовательского центра питания, биотехнологии и безопасности пищи

НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ РАЦИОНОВ КОСМИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ

Вопросам разработки новых продуктов и корректировки рационов питания для экипажей Российского сегмента Международной космической станции в настоящее время уделяетсябольшое внимание. Внедряются в рационы питания новые виды пищевой продукции, разработанные с учётом действующих Федеральных законов, нормативных актов и ГОСТов. Экспертная гигиеническая оценка пищевых продуктов основной части рациона питания производиласьс выдачей заключения в согласованном Решении о допуске к поставке откорректированного 16-ти суточного рациона питания космонавтов. Корректировка основной части 16-тисуточного рационного питания с продуктами промышленного производства стала необходимой в связи свнесёнными замечаниями и предложениями космонавтов. Разработаны рецептуры и технологии изготовления новых первых обеденных блюд сублимационной сушки двух наименований. Проведеныпредварительные и приёмочные испытания разработанных раннее продуктов для космонавтов13-ти наименований.

Ключевые слова: рацион питания, сублимационная сушка, приёмочные испытания, ассортимент питания.

V.F. Dobrovolsky, M.I. Lyndina

NEW DEVELOPMENTS OF SPACE FOOD RATIONS

Much attention is being paid to the development. Of new products and the adjustment of food rations for the crews of the Russian segment of the International space station. New types of food products developed taking into account the existing Federal laws, regulations and state Standards are being introduced into diets. Expert hygienic assessment of food products of the main part of the diet was carried out with the issuance of a conclusion on the agreed Decision on the admission to the supply of the corrected 16-day diet of food. The adjustment of the main part of the 16-day diet with industrial products became necessary in connection with the comments and suggestions of the astronauts. Recipes and technologies of production of the new first lunch dishes of freeze-drying of two names are developed. Preliminary and acceptance tests of the products developed earlier for astronauts of 13 names are carried out.

Key words: food ration, freeze drying, acceptance tests, food assortment.

Введение

Опыт пилотируемых космических полётов показывает, что питание космонавтов является одним из основных факторов, обеспечивающих успешное выполнение поставленных задач. Поскольку их выполнение связано с воздействием на организм человека необычных условий окружающей среды на фоне повышенных физических, нервно-психических и психо-эмоциональных нагрузок, именно полноценное и рациональное питание призвано компенсировать воздействие всех этих вредных факторов и при этом быть пригодным к применению в экстремальных условиях, в частности, при длительном пребывании в невесомости.

Результаты и их обсуждение: работа выполнялась в рамках реализации Федеральной космической программы России [1].

При разработке продуктов и рационов питания для экипажей пилотируемых космических объектов наряду с требованиями, предъявляемыми к рациональному питанию в привычных земных условиях, необходимо также руководствоваться следующим:

- соответствием химического состава и калорийности рационов потребностяморганизма человека в условиях воздействия факторов космического полёта;
- возможностью использования продуктов в условиях космического полёта по их органолептическим и физико-химическим свойствам;
- перспективностью продуктов, включаемых в состав бортовых рационов питания, с точки зрения их использования в длительных космических полетах;
- возможностями (по массе и объёму), имеющимися на космическом объекте для размещения продуктов и рационов.

Известно, что совокупное воздействие факторов космического полёта на организм человека сопровождается определёнными сдвигами в обмене веществ, функции пищеварения, состоянии аппетита и общей реактивности организма, что не может не изменить его потребностей в некоторых пищевых веществах и энергии. Это обстоятельство также должно учитываться при создании продуктов и рационов для питания космонавтов [2].

С целью поддержания достаточного уровня работоспособности и ускорения процессов адаптации к условиям земной гравитации, космонавтам задается определённый уровень физической активности, в связи с этим рацион питания должен удовлетворять потребности организма в основных незаменимых факторах питания и энергии.

Условия космического полёта диктуют особые требования как к объекту питания в целом, так и к входящим в его состав продуктам.

Основными требованиями к продуктам и рационам питания в космическом полёте являются:

- минимальные габариты и масса;
- простота в использовании и хранении в космическом аппарате;
- удобство приёма пищи в условиях невесомости и её неприедаемость в течение длительного времени;
- минимальные затраты времени на приготовление блюд и возможность их использования как в горячем, так и в холодном виде;
- хорошая перевариваемость и высокая усвояемость продуктов рациона;
- микробиологическая безопасность продуктов в течение всего срока хранения в условиях космического объекта [3].

Работа по корректировке основной части 16-ти суточного рациона питания с продуктами промышленного производства (ОЧ РП-ПП) проведена по замечаниям и предложениям космонавтов. ОЧ РП-ПП состоит из 16-ти основных частей суточных рационов питания (ОЧ СРП- ПП) и поставляется на Международную космическую станцию по Техническим условиям «Рацион питания для экипажей РС МКС» Корректировка ОЧРП-ПП проведена с учетом пожеланий космонавтов, сохранением в меню наиболее хорошо оцененных космонавтами продуктов, изменений в промышленности, прошедших за время эксплуатации данного ОЧ РП-ПП, а также накопление опыта формирования рационов, в т.ч. продуктами промышленного производства [4].

Из состава ОЧ РП-ПП исключены следующие продукты:

- йогурт сублимационной сушки (с/с) печеное яблоко со злаками, коктейль с/с молочно-кофейный, консервы фарш «Любительский» и паштет печеночный «Особый» - сняты с производства;
- овсяные каши и каши 5 злаков - в связи со сменой изготовителя необходима проверка в контрольных испытаниях;
- рыбные консервы фирмы «Либава» (Латвия) - по причине санкций не поставляются на рынок;

- омлеты, овсяные каши с/с производства «Гала-Гала» - из-за микробиологической нестабильности продуктов;

- продукция в пакетах дой-пак г. Мичуринск - истечение срока декларации;

- четыре наименования консервов в большой банке - устаревшая документация;

- консервы в ламистере (фарш «Любительский» и паштет печёночный «Особый»), горячий шоколад, фруктовый микс-десерт Rich- из-за нестабильности производства;

- шоколадные батончики «Марс» и «Сникерс» - из-за ограниченных сроков хранения 9 месяцев, установленных изготовителем.

При корректировке в меню введены следующие продукты:

- рыбные консервы в большой банке (170 г): карп с овощами в масле «По-керченски», щука со свеклой в томатном соусе, солянка овощная, щука в томатном соусе с вином и черносливом, судак с овощным гарниром в томатном соусе, голубцы рыбные в томатном соусе (изготовитель ф-ка «Весна» г. Астрахань);

- йогурт с/с киви – яблоко- лайм;

- в два раза увеличено содержание быстрорастворимых напитков «Лесная сказка» и «Северная вишня»;

- первые обеденные блюда борщ с копченостями, щи зеленые, суп из шампиньонов, суп-пюре тыквенно-сырный;

- грибы по-старорусски с/с;

- каша молочная пшеничная, каша молочная пшеничная с тыквой с/с;

- напитки с/с кофе натуральный с молоком и сахаром, какао с молоком и сахаром.

Откорректированный ОЧ РП-ПП имеет среднесуточную энергетическую ценность 2051ккал при содержании белков 97,4 г, жиров 85 г, углеводов 224 г. Среднесуточная масса брутто ОЧ СРП-ПП - 1019,9 г при содержании воды - 343,5 г, метаболической воды - 235 мл.

Среднесуточный расход воды на восстановление обезвоженных напитков: горячей - 1547 мл, холодной - 179 мл.

Специалистами ГНЦ РФ - Института медико-биологических проблем РАН проведена экспертная гигиеническая оценка пищевого состава и энергетической ценности основной части 16-ти суточного РП-ПП, откорректированного по замечаниям космонавтов. Анализу подвергались, как отдельные суточные рационы, так и рацион питания в целом. По результатам проведённой оценки представлено Заключение о соответствии пищевого состава и энергетической ценности основной части российского 16-ти суточного РП-ПП, откорректированного по замечаниям космонавтов, физиологическим нормативами и «Нормам по приёму питательных веществ для экипажей, пребывающих на МКС до 360суток» [5].

С учётом корректировки ОЧ РП-ПП проведена опытная укладка его в контейнеры.

Представлены Акт опытной укладки и схемы укладки откорректированного ОЧ РП-ПП в каждый из четырёх контейнеров.

Для проведения контрольных испытаний продуктов промышленного производства по «Программе проведения контрольных испытаний продуктов промышленного производства для включения в основную часть рациона питания экипажей МКС» были приобретены продукты семи наименований. Все приобретенные продукты успешно прошли входной контроль в соответствии с утвержденной «Инструкцией по входному контролю продуктов ПП для питания экипажей МКС и проведения контрольных испытаний», по результатам чего оформлены протоколы дегустационных совещаний и Акты входного контроля.

Продукты тепловой сушки двух наименований, после микробиологических исследований, для закладки на хранение были перефасованы в имитацию спецпакетов. Перефасовка проводилась в цехе космического питания Бирюлёвского экспериментального завода (БЭЗ), после чего продукты вновь прошли

микробиологические исследования. Остальные продукты пяти наименований также прошли микробиологические исследования на этапе входного контроля. Результаты входного контроля продуктов ПП являются исходными данными при закладке на хранение.

Все приобретенные продукты были заложены на хранение с целью проведения контрольных испытаний для определения срока годности этих продуктов в условиях температурных воздействий и оценки возможности включения их в состав основной части рациона питания (РП) космонавтов. По всем продуктам были оформлены Акты закладки на хранение с приложениями и протоколами результатов исследований [6].

Также продолжались работы по расширению ассортимента продуктов, комплектующих РП космонавтов, в части первых обеденных блюд. В результате подбора сырья и технологических исследований были разработаны рецептуры и технологии изготовления новых первых обеденных блюд сублимационной сушки двух наименований: щи из свежей капусты с мясом, суп из чечевицы с мясом.

По предварительно подобранным рецептурам в цехе космического питания БЭЗ были выработаны опытные образцы новых первых обеденных блюд. В процессе работы подбирались способы обработки сырья и уточнялись технологические параметры изготовления новых блюд сублимационной сушки применительно к оборудованию БЭЗ [7,8].

Готовые продукты фасовали в имитацию пакетов плёночных для обезвоженных пищевых продуктов массой нетто равной 30 г. Опытные образцы использовали для проведения микробиологических, физико-химических исследований и для дегустации. По результатам работы разработан проект документа «Рецептуры, технологии изготовления и технологические схемы производства новых первых обеденных блюд сублимационной сушки».

Специалистами микробиологической лаборатории, ат-

тестованной Федеральным медико- биологическим агентством (ФМБА) России, были проанализированы и одобрены указанные в разработанных технических документах требованиях по микробиологическим показателям безопасности и технологическим параметрам производства продуктов для космонавтов [9].

В цехе космического питания БЭЗ под авторским надзором специалистов НИИ ПП иСПТ были выработаны опытные партии разработанных ранее продуктов сублимационной сушки для закладки их на хранение с целью проведения предварительных и приёмочных испытаний для установления срока годности 3-х наименований: «Кофе натуральный с молоком без сахара», «Омлет» и «Омлет с брокколи».

В дальнейшем проводились испытания (предварительные и приёмочные) разработанных ранее и разрабатываемых продуктов сублимационной сушки и консервов в ламистере при хранении в условиях, соответствующих эксплуатации их на объекте. Испытания проводили в соответствии с «Общими эксплуатационными требованиями к продуктам питания космонавтов и методическими указаниями по проведению испытаний продуктов на транспортировочные и объектовые воздействия» (ОЭТ) по программам, предусматривающим порядок проведения испытаний, график исследований и объём документов, оформляемых поэтапно по результатам испытаний. Все испытания включали комплекс исследований по органолептическим, микробиологическим и физико-химическим показателям. Микробиологические и физико-химические исследования проводились на базе испытательного лабораторного центра ПЧС ФГБУЗ МСЧ №164 ФМБА России.

По результатам испытаний представлены Акт закладки на хранения, Этапные заключения после каждой выемки с приложенными документами: Акт внешнего осмотра при выемке продуктов, протокол дегустационного совещания и протоколы лабораторных исследований. На данный момент закончены испытания и установлены гарантийные сроки хранения для следую-

щих продуктов: борщ с копченостями - срок годности 15 месяцев, суп-пюре тыквенно-сырный - срок годности 24 месяца, соус из хрена со свеклой - срок годности 18 месяцев. Консервы в ламистере 4-х наименований: закуска аппетитная, икра любительская, брусника дробленая и пюре из кураги - срок годности на все консервы установлен 24 месяца [10].

Исследования остальных продуктов для космонавтов дали положительные результаты, и их испытания будут продолжены до установления максимально допустимого срока годности

Заключение

На основании дегустационных листов, полученных от ФГБУ «НИИ ЦПК им. Ю.А. Гагарина», где космонавтам предоставляются для дегустации продукты, входящие в основные части рационов питания (ОЧ РП и ОЧ РП-ПП), а также в дополнительные наборы продуктов (ДНП и ДНП-ПП), составлено «Дополнение № 2 к Базе данных по оценке космонавтами продуктов, используемых для комплектации основных частей рационов питания и составов дополнительных наборов продуктов». В Базу данных внесены оценки продуктов членами экипажей МКС 35-59 (2013 - 2018 гг.).

Основной отличительной особенностью, разработанных для питания космонавтов продуктов, является то, что при их изготовлении не используются синтетические или химические консерванты, красители, стабилизаторы, вкусовые добавки и пр. В то время как в США, имеется опыт обеспечения лишь кратковременных полетов, для питания астронавтов используются продукты, изготавливаемые по серийным технологиям, с применением различных средств консервации, в том числе и ионизирующее облучение. Отдаленные последствия применения этих средств до конца не изучены.

Создание специальных пищевых космических технологий и корректировка состава рациона питания космонавтов по заме-

чаниям и предложениям экипажей позволяет нашей стране осуществлять многочисленные длительные и сверхдлительные пилотируемые космические полёты.

Список литературы

1. Научно-теоретические и практические основы обеспечения членов экипажей космическихкораблей и станций полноценным питанием / В. Ф.Добровольский, А. Н. Агуреев, В. В. Поляков, Р. Р.Каспранский. - Москва: типография «АБС Печатный дом», 2007. - 88с.

2. Разработка и испытания рационов питанияэкипажей многоразовых космический кораблей / А.Н. 3. Агуреев, В. П. Бычков [и др.] // Авиакосмическая и экологическая медицина. - М.: Изд-во ГНЦРФ ИМБП РАН, 1994. - № 2. - С. 18-23.

3. Добровольский В.Ф. Питание космонавтов:монография / В. Ф. Добровольский. - М.: «ЛионПринт», 2000. - С. 155.

4. Агуреев А. Н. Основные итоги эксплуатации системы обеспечения питанием (СОП) экипажей МКС / А. Н. Агуреев // Москва: Научная книга,2011. - Т. 1. - С. 342-356.

5. Добровольский В. Ф. Разработка научно-обоснованных режимов производства продуктовпитания космонавтов, как концептуальная основаобеспечения их надежности и безопасности в использовании / В. Ф. Добровольский, Л. А. Гурова //Пилотируемые полеты в космосе. - Тез. Докл. 4-ймежд. НПК. - Моск. Обл., Звездный городок. - Март2000. - С. 381-383.

6. Добровольский В. Ф. «Космическая пища:вчера, сегодня, завтра / В. Ф. Добровольский. - М.:Пищевая промышленностью - 2009. - №8. С. 53.

7. Смирнов С.О., Лындина М.И., Протункевич И.В. Аспекты развития пищеконцентратной промышленности в Российской федерации// Индустрия питания. 2018. Т. 3. № 2. С. 69-73.

8. Лындина М.И., Протункевич И.В., Абрамов В.Н.Динамика развития пищеконцентратной промышленности// Ползуновский вестник. 2018. № 4. С. 26-30.

9. Добровольский В. Ф. Состояния и перспективы разработки продуктов и рационов питаниякосмонавтов / В. Ф. Добровольский. - М.: Пищеваяпромышленность: наука и технологии. - 2013. - №2 (20). С. 13-18.

10. Добровольский В. Ф. Использование современных технологий для разработки и обеспечениятитанием космонавтов / В. Ф. Добровольский - М.:Индустрия питания. - 2016 № 1 (1). - С. 33-36.

УДК 632.951.1:633.1

Г.А. Закладной, д.б.н., проф., ВНИИ зерна и продуктов его переработки – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН

АГРОСТРАЖ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕРНА

Показана важность сохранить и защитить от вредителей выращенное в статусе «органическая продукция» зерно без загрязнения его синтетическими пестицидами. В этой связи рассмотрен препарат АгроСтраж на основе диоксида кремния, показавший высокую биологическую эффективность в отношении насекомых и клещей - вредителей зерна. Диоксид кремния не требует нормирования в зерне и входит в состав пищевых и кормовых добавок, разрешенных при производстве органической продукции.

Ключевые слова:зерно, органическая продукция, вредные насекомые и клещи, диоксид кремния.

G.A. Zakladnoy

AGRICULTURE FOR PROTECTION OF ORGANIC GRAIN

The importance to preserve and protect from pests of grain grown in the status «organic product» without contamination of it by synthetic pesticides is shown. In this regard, the drug AgroStrage on the base of silicon dioxide which shown high biological effectiveness in relation to insects and mites - grain pests is considered. Silicon dioxide does not require rationing in grain and is part of food and feed additives permitted to produce «organic products».

Key words:grain, organic product, insects and mites pests, silicon dioxide.

АгроСтраж представляет собой тонкодисперсный высокопористый светло-серый порошок диоксида кремния SiO2 без запаха (см. рис. 1). Производит его ООО «Воронежпеностекло» [1].

Массовая доля его остатка на сите № 01 по ГОСТ 6613 не более 10 %. Массовая доля влаги 4-6 %. Насыпная плотность не более 0,300±0,070 кг/л. Удельный вес порошка 1,8-2,0 кг/л. Специфическая (сорбционная) поверхность не менее 109-111 м2/г. Водная вытяжка имеет pH в пределах 6,4-7,2. Средний размер частиц 3,8 мкм. Химически инертен, не токсичен. Отличается сильными абразивными свойствами. В воде не растворим.Химический состав препарата показан в таблице.

Таблица.Химический состав препарата АгроСтраж

Вещества	Содержание, %
SiO_2	83,3±2,0
Al_2O_3	7,6±1,0
Fe_2O_3	2,69±0,3
K_2O	0,91±0,2
MgO	0,87±0,3
CaO	0,68±0,2
TiO_2	0,25±0,3
Na_2O	0,11±0,2

Диоксид кремния встречается в природе в виде песка, кварца. Он главный компонент почвы и почти всех земных горных пород.

Синтетический диоксид кремния получают путем окисления кремния в атмосфере кислорода при температуре 400-500 °С.

В соответствии с [2], одним из требований к производству органической продукции является «запрет на применение агрохимикатов, пестицидов, антибиотиков, стимуляторов роста и откорма животных, гормональных препаратов, за исключением тех, которые разрешены к применению действующими в РФ национальными, межгосударственными и международными стандартами в сфере производства органической продукции».

Рисунок 1. АгроСтраж

В связи с этим, чтобы довести зерно как органическую продукцию до стола потребителя, наряду с соблюдением указанных требований во время его выращивания, особое значение приобретает соблюдение данных требований во время хранения, транспортировки и переработки органической зерновой продукции.

В настоящее время для защиты хранящегося зерна от вредных насекомых и клещей разрешены только синтетические пестициды на основе фосфорорганических и пиретроидных соединений и фосфидов металлов, которые внесены в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ [3]. Обработка этими пестицидами зерна и зерновых продуктов автоматически выводит последние из категории «органическая продукция», делает бессмысленными усилия хлеборобов на производство экологически чистого зерна и снижает его стоимость до стоимости обычного зерна.

ГОСТ Р 56508-2015 [4] допускает применение диоксида кремния при производстве органических продуктов растительного происхождения.

В частности, Приложение Е «**Кормовые добавки** и некоторые вещества, используемые в кормлении животных», вп. Е.1.3 «Технологические вспомогательные средства» предусматривает применение Е551коллоидного **диоксида кремния**.

Помимо этого, Приложение И«Пищевые добавки и технологические вспомогательные средства для использования в производстве органических пищевых продуктов и дрожжей» в п. И.1

«Пищевые добавки, используемые в производстве органических пищевых продуктов и дрожжей», предусматривает при производстве **пищевых продуктов** растительного происхождения Е 551 **диоксид кремния** в качестве вещества, препятствующего слеживанию и комкованию приправ и пряностей.

В п. И.2 «Технологические вспомогательные средства, которые могут быть использованы при производстве органических продуктов», предусматривается при производстве **пищевых продуктов** растительного происхождения применение **диоксида кремния** в качестве геля или коллоидного раствора, а также диатомовой земли при производстве желатина.

Согласно ГН 1.2.3539-18[5]в отношении диоксидакремния не требуется нормирование максимально допустимых уровней (МДУ) в зерне, семенах бобовых и масличных культур.

По Международной цифровой системе классификации пищевых добавок INS диоксиду кремния назначен номер Е551 в категории «эмульгаторы», создающие однородные смеси из несмешивающихся в природе веществ (например, вода и масло)[6, 7, 8].

Е551 разрешена в РФ, Украине, Беларуси, Евросоюзе, США, Канаде. Ее количество не должно превышать 30 мг в 1 кг готового продукта.

В пищевых продуктах диоксид кремния чаще всего добавляют в состав тортов, кондитерских изделий, сдобной выпечки, хлебобулочных изделий, молочных продуктов, сухариков, чипсов,некоторых медикаментов-энтеросорбентов, зубных паст.

При употреблении диоксида кремния вовнутрь, он проходит неизменным через желудочно-кишечный тракт, после чего выводится из организма. По непроверенной информации, исследования, проводимые во Франции, показали, что при употреблении воды с высоким содержанием диоксида кремния снижается риск развития болезни Альцгеймера на 11%.

На обработанных АгроСтражем поверхностях зерна, семян, помещений создается слой из частиц препарата. Попадая

Рисунок 2. Вентральный вид жуков амбарного долгоносика: слева –в норме; справа - после обработки АгроСтражем

на вредителей – насекомых и клещей (см. рис. 2), АгроСтраж разрушает липопротеиновый слой кутикулы. В результате происходит неконтролируемая потеря организмом влаги и гемолимфы. Мелкодисперсный порошок закупоривает дыхальца, оседает на поверхностях пищеварительной системы, органах передвижения, осязания, выделения и копулятивных органах, затрудняет жизнедеятельность организма. Большая потеря энергии, невозможность дыхания и обезвоженность вызывают смерть и прерывают дальнейшее развитие популяции вредителя.

В наших исследованиях АгроСтраж показал высокую биологическую эффективность в отношении рисового и амбарного долгоносиков, зернового точильщика, малого мучного хрущака, суринамского и короткоусого мукоедов, а также против хлебных клещей.

Учитывая описанные особенности АгроСтража, есть основания считать, что в ближайшем будущем он займет достойное место в системе защиты от вредителей зерна и семян бобовых и масличных культур продовольственного, кормового и семенного назначения, в том числе входящих в категорию «органическая продукция».

Список литературы

1. Изучениебиологической эффективности препарата АгроСтраж, П (не менее 800 г/кг диоксида кремния) на хранящемся зерне и оценки его безопасности для зерна / Всеросс. на-

уч.-иссл. ин-т зерна и продуктов его переработки / № 28/15-2018 от 07.12.2018 г.; Закладной Г. А. – М., 2019. – 79 с.

2. Российская Федерация. Законы. Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации :федер. закон № 280-ФЗ от 03.08.2018 г. : [принят Гос. Думой 25 июля 2018 г. :одобр. Советом Федерации28 июля 2018 г.]. – Электронный ресурс http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304017.

3. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2017 год. Справочное издание. // Приложение к ж. «Защита и карантин растений» № 5, 2017. – 792 с.

4. ГОСТ Р 56508-2015. Продукция органического производства. Правила производства, хранения, транспортирования. –Утв. 30.06.2015 г. № 844-ст.Введ. 2016-01-01. – М. :Стандартинформ, 2015.

5. Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень). ГН 1.2.3539-18.

6. Электронный ресурс http://www. prodobavki.com/articles/.

7. Электронный ресурс https:// www. vkusologia.ru/dobavki/stabilizatory-emulgatory/e551.html.

8. Silicon dioxide Kieselguhr. Regulation (EU) No 528/2012 concerning the making available on the market and use of biocidal product. November 2016, France, 74 p.

УДК 664.871.1

А.А. Королёв, к.т.н., **С.А. Урубков,** к.т.н., **С.О. Смирнов,** к.т.н., НИИ пищеконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии – филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ БОБОВОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ БЫСТРОГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ

Разработка комбинированных способов переработки бобовых с целью создания легкоусвояемых, быстро восстанавливаемых продуктов с повышенным содержанием растительного белка, в том числе и функциональной направленности, является перспективным направлением для пищевой промышленности. Зернобобовые культуры, в т.ч. и горох, синтезируют антипитательные вещества, оказывающее негативное воздействие на организм человек при использовании их в пищу. К ним относятся ингибиторы протеаз, лектины, цианогенные гликозиды, антивитамины, токсичные аминокислоты и др. В НИИ ППиСПТ разработан способ получения легкоусвояемого гороха, состоящий из следующих технологических операций: инспекции, мойки, замачивания, проращивания, заморозки, сушки.

Ключевые слова: пищевые концентраты, горох, бобовые, проращивание.

A.A. Korolev, S.A. Urubkov, S.O. Smirnov

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF PREPARATION OF BEAN RAW FOOD CONCENTRATES OF QUICK COOKING

The development of combined methods for processing

legumes in order to create easily digestible, quickly regenerated products with a high content of vegetable protein, including a functional orientation, is a promising direction for the food industry. Grain legumes, including and peas, synthesize anti-nutritional substances that have a negative impact on the human body when used as food. These include protease inhibitors, lectins, cyanogenic glycosides, antivitamins, toxic amino acids, etc. A research institute has developed a method for producing easily digestible peas, which consists of the following technological operations: inspection, washing, soaking, germination, freezing, drying.

Key words: food concentrates, peas, legumes, germination.

Пищевые концентраты - в основном это механические смеси различных продуктов, предварительно подвергнутых обработке, при необходимости высушенных и смешанных по действующим рецептурам, например концентраты первых и вторых обеденных блюд (различные супы, каши). Но пищевые концентраты могут быть и более сложными смесями, представляющими собой как бы единый продукт, когда отдельные компоненты в процессе производства теряют свою индивидуальность, вступая между собой в более тесные связи, например сухие завтраки — кукурузные палочки, включающие в себя крупу, масло, сахар, соль и т. п. [1,2].

К пищевым концентратам относят также продукты, состоящие из одного вида сырья, наиболее полно подготовленного к использованию в пищу. Пищевые концентраты обеденных блюд разделяют на пять групп, различающихся назначением, набором входящих в них компонентов, рецептурой.

Первая группа включает различные супы. В нее входят супы без жира и с жиром, супы с мясом, с грибами, молочные.

Вторая группа включает различные вторые блюда — каши, крупеники, крупяные пудинги, блюда из овощей и картофеля.

Третья группа включает сладкие блюда (десерты) — кисели, муссы, желе, десертные пудинги, кремы желейные и заварные, кофе и какао с молоком.

Четвертая группа — кулинарные соусы, которые разделяют на мясные, молочные, томатные, овощные и грибные.

Пятая группа представляет собой полуфабрикаты (физические смеси) мучных изделий — кексов, тортов, печенья, блинов.

В настоящее время по первым четырем группам пищевых концентратов намечается тенденция к выпуску продуктов быстрого приготовления и не требующих варки. Разработка комбинированных способов переработки бобовых с целью создания легкоусвояемых, быстро восстанавливаемых продуктов с повышенным содержанием растительного белка, в том числе и функциональной направленности, является перспективным направлением для пищевой промышленности [3, 4].

Многообразие химического состава гороха позволяет применять его, как сырьё, в различных отраслях пищевой промышленности: хлебопекарной, кондитерской, консервной, мясной, молочной и др. промышленности. Горох является не только очень ценным, но и сравнительно дешёвым сырьём, более легко воспроизводимым, более транспортабельным, чем многие виды соответствующего сырья растительного происхождения. Другого такого исключительно удачного сочетания белка, жира, углеводов, минеральных солей, витаминов ни в растительном, ни в животном мире пока не найдено.

Зерно гороха обладает высокой степенью переваримости и усвояемости, как в целом, так и по отдельным его компонентам, а именно: переваримость жира — от 94 до 100%, белков — от 77 до 92%, углеводов — от 79 до 100%; общая усвояемость — от 83,9 до 89,6%.

Усвояемость гороха возрастает при более частом её применении в результате привычки организма и развития в желудке бактерий, способствующих перевариванию бобовой пищи. Белок гороха и других бобовых почти вдвое богаче мяса фосфорной кислотой и вчетверо — минеральными веществами. Наличие в организме фосфора необходимо для правильного функциониро-

вания нервной системы, образования костной ткани, углеводного обмена веществ и мышечной работы [5].

Горох легко разваривается, при его гидратации в солевых растворах, потому что ионы натрия вызывают разбухание глицинина и лучшее растворение его в воде. Ионы кальция и магния действуют обратно, осаждая глицинии из раствора, поэтому горох совершенно не размягчается при варке в жёсткой воде.

Глицин или аминоуксусная кислота - это аминокислота, относящаяся к группе заменимых. Содержание незаменимых и заменимых аминокислот гороха представлено в таблице 1. При благоприятных условиях глицин может вырабатываться организмом самостоятельно. Глицин входит в состав многих биологически активных соединений и белков. Содержание глицина в бобовых продуктах представлено в таблице 2.

Таблица 1. Содержание незаменимых и заменимых аминокислот гороха

Аминокислоты	Содержание, в г.	Доля от суточной нормына 100 г
Триптофан	0,275 г	34,4%
Треонин	0,872 г	36,3%
Изолейцин	1,014 г	50,7%
Лейцин	1,760 г	38,3%
Лизин	1,772 г	43,2%
Метионин	0,251 г	13,9%
Цистин	0,373 г	20,7%
Фенилаланин	1,132 г	25,7%
Тирозин	0,711 г	16,2%
Валин	1,159 г	46,4%
Аргинин	2,188 г	35,9%
Гистидин	0,597 г	28,4%
Аланин	1,080 г	16,4%
Аспарагиновая	2,896 г	23,7%
Глутаминовая	4,196 г	30,9%
Глицин	1,092 г	31,2%
Пролин	1,014 г	22,5%
Серин	1,080 г	13,0%

Таблица 2. Содержание глицина в продуктах из категории- бобовые

Наименование продукта	Содержание, в г	Доля от суточной нормы на 100 г
Нут сухой	0,9 г	24,5%
Соевые бобы варёные (зрелые)	0,8 г	22,0%
Горох варёный на воде (зрелый)	0,4 г	10,6%
Нут варёный	0,4 г	10,5%
Чечевица варёная на воде	0,4 г	10,5%
Фасоль пёстрая (Пинто) варёная	0,4 г	10,4%
Фасоль розовая варёная	0,4 г	10,1%
Фасоль красная (Кидни) варёная	0,4 г	10,0%
Фасоль чёрная варёная	0,3 г	9,9%
Фасоль белая варёная	0,3 г	9,3%
Чечевица пророщенная в свежем виде	0,3 г	9,1%
Горох пророщенный в свежем виде	0,2 г	5,9%
Зелёный горошек свежий	0,2 г	5,3%
Зелёный горошек отварной	0,2 г	5,2%
Фасоль пёстрая (Пинто) пророщенная в свежем виде	0,2 г	5,2%
Зелёный горошек консервированный	0,2 г	4,3%
Фасоль красная (Кидни) пророщенная в свежем виде	0,1 г	4,1%
Фасоль стручковая варёная (спаржевая)	0,1 г	1,9%
Фасоль стручковая в сыром виде, спаржевая	0,1 г	1,9%

Специфический запах и вкус гороха зависят от особого рода одорирующих - органических веществ, часть из которых находится в них постоянно, часть же появляется в результате распада более сложных соединений под влиянием деятельности ферментов.

Существует много способов дезодорации гороха, как физико-химических, так и физических. К первым следует отнести

те, где дезодорирующими агентами, кроме водяного пара и тепла, используются кислоты, щёлочи, соли и другие органические и неорганические вещества. При физических способах применяется только обработка паром, водой и теплом.

Наиболее простым способом дезодорации гороха является способ производства варёно-сушёных круп. По этому методу зерно гороха обрабатывалось в течение 10—15 минут насыщенным паром, после чего высушивались, освобождались от оболочки и размалывались.

Зернобобовые культуры, в т. ч. и горох, синтезируют антипитательные вещества, оказывающее негативное воздействие на организм человек при использовании их в пищу. К ним относятся ингибиторы протеаз, лектины, цианогенные гликозиды, антивитамины, токсичные аминокислоты и др.

Для модификации растительного сырья и инактивации антипитательных веществ без глубокого фракционирования, заключённого в методах традиционный пищевой биотехнологии, применяют технологию проращивания зерна.

Важным условием успешной инактивацииантипитательных веществ при проращивании зерна является выравненность по размерам, отсутствие дефектного и испорченного зерна.

Проращивание приводит также к деградации антиалиментарных факторов - α-галактозидных олигосахаридов, ингибиторов панкреатических протеиназ и липазы, фитогемагглютининов, таннидов, фитата [33 - 35].

В процессе прорастания крахмал под действием ферментов расщепляется на простые сахара, сложные белки – на аминокислоты, жиры превращаются в жирные кислоты. При прорастании зерна в нем образуются витамины. Так, витамин С, которого нет в сухих зернах и семенах, при прорастании интенсивно синтезируется из углеводов и достигает 20-40 мг %.

Проросшее зерно по сравнению с непророщенным содержит значительно больше витаминов группы В и Е, макро- и

микро элементов в легкоусвояемой форме. Благодаря наличию в пророщенном зерне активных ферментов, улучшается усвояемость белка.

Пророщенное зерно или семя не содержит антипитательных факторов. Больше того, в них образуются вещества, стимулирующие все жизненные процессы в организме человека.

Способ получения легкоусвояемого гороха разработанный в НИИ ППиСПТ, состоит из следующих технологических операций: инспекции, мойки, замачивания, проращивания, заморозки, сушки.

При проращивании горох необходимо тщательно промыть в проточной воде. Затем промытый горох поместить в емкость, подвергать гидратации в течение 12 часов. После гидратации горох проращивается в течение 1-2 суток, длина проростков в конце проращивания должна быть от 0,1 до 1,0 см.

Пророщенный горох подвергается замораживанию при – 18 °С, и последующей сушке, до массовой доли влаги в готовом продукте 10 %. Развариваемость выработанного гороха 1-2 мин при кипячении, и 4-5 мин при настаивании в горячей воде. Коэффициент набухания К=2,3.

При сушке без пророщенного гороха без предварительной заморозки получены следующие качественные показатели: Массовая доля влаги в готовом продукте - 8 %, развариваемость – 5 минут при кипячении, 8-10 минут при настаивании в горячей воде, коэффициент набухания К=2.

Полученный ферментированный горох обладает следующими органолептическими показателями: цвет – желтый, вкус – без посторонних привкусов, запах – соответствовал сушеному гороху, консистенции средней твердости, слегка рассыпчатая.

Таким образом, разработанная новая технология переработки гороха, в которой используются процессы замачивания и проращивания зерна и последующей сушки, обеспечивает получение конечного продукта высокой пищевой и биологической

ценности и дает широчайшие перспективы применения такого продукта в диетическом и лечебно-профилактическом питании.

Научно-исследовательская работа по подготовке рукописи проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания в рамках Программы Фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы (тема № 0529-2019-0065).

Список литературы

1. Баранов В.С., Козьмина Е.П. «Технология производства продукции общественного питания». - М.: Экономика, 2008 - 207 с.

2. Погорова В.Д., Бычкова Е.С Технология получения супов-пюре высокой биологической ценностью//В сборнике: НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ Сборник научных трудов в 9 частях.под ред. Е.Г. Гуровой. 2016. С. 295-296.

3. Уложинова М.Ю., Усеня Ю.С. Исследование качественных показателей пищевых концентратов функционального назначения// Пищевая промышленность: наука и технологии. 2018. № 4 (42). С. 53-62.

4. Вайтанис М.А. Влияние гороховой муки на органолептические и функционально-технологические показатели овощных супов// Вестник алтайской науки. 2015. № 1 (23). С. 334-339.

5. Королев А.А., Корнева Л.Я., Коптяеева И.С. Технологические аспекты быстро восстанавливаемого гороха// «Пищевые технологии будущего: инновационные идеи, научный поиск, креативные решения», Сборник материалов научно-практической молодежной конференции, посвященной памяти Р.Д. Поландовой (5 июня 2019 года)./ ФГАНУ НИИХП , отв. ред . д.т.н. Мартиросян В.В. – М.: издательский комплекс «буки Веди». – 2019. -С.28-31.

УДК 664.66.016.8

Н.С. Лаврентьева, Л.И. Кузнецова, д.т.н., ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности, Санкт-Петербургский филиал, **Л.П. Бекиш,** к.б.н., ФГБНУ «Ленинградский НИИСХ «Белогорка», **Н.Н. Чикида,** к.с-х.н., ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (ВИР), **К.Г. Барыльник,** ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»

ОЦЕНКА ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СВОЙСТВ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Приведены экспериментальные данные по оценке качества зерна тритикале перспективных линий селекции ФГБНУ «Ленинградский НИИСХ «Белогорка», муки и хлеба из него. Показана возможность получения хлеба хорошего качества из зерна тритикале третьего класса при условии использования технологии на закваске и выпечки подовых изделий.

Ключевые слова: зерно тритикале, тритикалевая мука, закваска, качество хлеба.

N.S. Lavrentieva, L.I. Kuznetsova, L.P. Bekish, N.N. Chikida, K.G. Barylnik

EVALUATION OF THE BAKERY PROPERTIES OF THE TRITICAL GRAIN OF THE LENINGRAD SELECTION

Experimental data on assessing the triticale grains quality of promising lines selected at the Leningrad Agricultural Research Institute «Belogorka», flour and triticale bread are presented. It was shown that it is possible to obtain good quality bread from third class triticale grains if the sourdough technology used and bread bakes on the hearth.

Key words: triticale grain, triticale flour, sourdough, quality bread.

Тритикале – новый вид зерновой культуры, созданный путем гибридизации пшеницы и ржи, обладающий рядом положительных биотехнологических свойств и повышенной пищевой ценностью, обуславливающих ее применение как в пищевой промышленности (хлебопекарной, кондитерской, пивоваренной, производстве спирта), так и на фуражные цели [1,2,3].

Тритикале отличается более высокой, чем у пшеницы зимостойкостью, пониженной требовательностью к плодородию почвы, высокой урожайностью, иммунитетом к наиболее распространенным болезням, что делает ее перспективной культурой для выращивания в Северо-Западном регионе РФ, к которому относится Ленинградская, Псковская, Вологодская, Калининградская, Новгородская, Тверская и Ярославская области [4].

В ФГБНУ «Ленинградский НИИСХ «Белогорка» создаются сорта тритикале зерно-кормового направления использования, приспособленные к возделыванию в условиях Северо-Западного региона РФ. При этом следует отметить, что зачастую зерно получают с повышенной автолитической активностью из-за его предрасположенности к прорастанию на корню.

В исследованиях использовали зерно урожая 2018 г. трех перспективных линий селекции ЛенНИИСХ «Белогорка»: линия 3 – Никап х Антей×21620; линия 4 - Никап х Alama, сорт Билинда; линия 5 - Никап х Алтайский 3 × АДМ-9.

Сорт Билинда передан в Госкомиссию по сортоиспытанию в 2017 г. для Северо-Западного региона. В конкурсном испытании в течение 2015-2018 гг. его средняя урожайность составила 45,5 – 62,4 ц/га.

Показатели качества зерна перспективных линий тритикале представлены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели качества зерна тритикале перспективных линий ленинградской селекции

Перспективные линии	Влажность, %	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Массовая доля золы в пересчете на сухое вещество, %	Количество и качество клейковины		Число падения, с
					Количество, %	Показатель ИДК, ед.	
Линия 3	13,2	50,1	705	2,01	6,7	-	180
Линия 4 (сорт Билинда)	12,4	38,3	665	2,16	Не отмылась	-	61
Линия 5	13,2	50,3	705	1,98	14,5	82,5	114

Анализ данных таблицы 1 показывает, что в соответствии с ГОСТ 34023-2016 «Тритикале. Технические условия» по показателю числа падения зерно линии 3 относится к первому, линии 5 ко второму, а сорта Билинда (линия 4) к третьему классу. При этом содержание клейковины в зерне линии 3 и 5 составляло 6,7 и 14,5 % соответственно, а в зерне линии 4 (сорт Билинда) она не отмывалась.

Согласно п.4.3. вышеупомянутого ГОСТа класс зерна тритикале устанавливается по наихудшему значению одного из показателей. Таким образом, все исследуемое зерно относится к третьему классу.

Для дальнейших исследований проводили размол зерна на промышленной агрегатной мельничной установке «Мельник 100 люкс» отечественного производства. Режимы измельчения соответствовали рекомендуемым производителем для сортовых помолов пшеницы по сокращенной технологической схеме. Перед помолом зерно увлажняли до влажности 15,0-15,5 % и отволаживали в течение 15 часов. Выход муки и отрубей представлены в таблице 2.

Таблица 2. Выход муки и отрубей из зерна тритикале перспективных линий

Перспективные линии	Выход, %			
	муки сорта		общий	отрубей
	высший	первый		
Линия 3	45,0	26,1	71,1	28,9
Линия 4 (сорт Билинда)	51,4	14,1	65,5	34,5
Линия 5	50,1	15,6	65,7	34,3

Анализ экспериментальных данных (таблица 2) показывает, что при размоле зерна тритикале 4-ой (сорт Билинда) и 5-ой перспективных линий, выход муки высшего и первого сорта, а также отрубей, был практически одинаковым, а из зерна 3-ей линии выход муки повысился на 8,3 %, а отрубей снизился на 16 %.

Для проведения пробных выпечек были сформированы партии муки путем смешивания муки высшего и первого сорта. Физико-химические показатели качества полученной тритикалевой муки представлены в таблице 3.

Таблица 3. Показатели качества муки из зерна тритикале перспективных линий

Мука из зерна тритикале перспективных линий	Значение показателей тритикалевой муки			
	Зольность, %	Белизна, усл.ед. РЗ-БПЛ	Количество клейковины, %	Качество клейковины, ед. пр. ИДК
Линия 3	0,74	55	16,5	75
Линия 4 (сорт Билинда)	0,73	57	10,7	74
Линия 5	0,61	70	23,3	92

По показателю зольности мука перспективной линии 5 соответствовала сорту Т-70, а мука из зерна тритикале сорта Билинда (линия 4) и перспективной линии 3 – сорту Т-80 согласно ГОСТ 34142-2017 «Мука тритикалевая. Технические условия». Однако все партии муки характеризовались пониженным количеством или качеством клейковины и не соответствовали нормам вышеупомянутого ГОСТа.

Кроме того, образец муки из зерна тритикале сорта Билин-

да отличался повышенной автолитической активностью, определяемой как стандартизированными методами – по показателю числа падения и содержанию водорастворимых веществ, так и по высоте амилограммы (таблица 4).

Таблица 4. Автолитическая активность тритикалевой муки

Мука из зерна тритикале перспективных линий	Число падения, с	Содержание водорастворимых веществ в пересчете на СВ, % по ГОСТ 27495-87	Показатели амилограммы		
			Высота амилограммы, ЕА	Температура начала клейстеризации, С°	Температура максимальной вязкости, С°
Линия 3	205	44,3	180	59,5	76,0
Линия 4 (сорт Билинда)	62	81,8	70	57,0	63,5
Линия 5	211	38,6	200	56,5	73,0

Следует отметить, что при сортовом помоле зерна улучшилось значение показателя числа падения муки по сравнению с числом падения зерна. Так, у муки из зерна перспективных линий 3 и 5 число падения повысилось на 14 и 85 % соответственно, а у муки из зерна сорта Билинда (линия 4) только на 6,6 % по сравнению с числом падения зерна.

Для более объективной оценки хлебопекарных свойств тритикалевой муки проводили пробные выпечки хлеба, варьируя способы приготовления теста (на закваске, на опаре) и выпечки хлеба (на поду или в ротационной печи на листах).

При проведении пробных выпечек из муки 3-ей и 5-ой перспективных линии, тесто готовили опарным способом. Опару замешивали из 65 % муки с внесением 0,5 % прессованных дрожжей, в тесто вносили 35 % муки и 0,5 % прессованных дрожжей. После 30 минут брожения из теста формовали тестовые заготовки, которые укладывали на листы и растаивали до готовности. Выпечку проводили на этих же листах в ротационной печи.

Полученные результаты (таблица 5, рисунок 3 (А), 5 (Б)) свидетельствуют, что хлеб имел расплывчатую форму, неровную бугристую поверхность, эластичный не липкий мякиш.

Таблица 5. Показатели качества подового хлеба, приготовленного опарным способом и на закваске

Наименование показателей	Значение показателей полуфабрикатов и хлеба, приготовленного		
	опарным способом		на закваске
	из муки зерна тритикале перспективных линий		
	3	5	4
Опара / Закваска Температура, °С начальная	27,0	27,0	31,5
Кислотность конечная, град	не определяли		9,4
Продолжительность брожения, ч	3	3	17
Тесто Температура начальная, °С	29,5	29,0	29,5
Влажность расчетная, %	43,8	43,2	43,8
Кислотность в конце брожения, град	4,2	2,6	6,5
Подъёмная сила, мин	9	5	13
Консистенция, ЕФ	345	340	300
Продолжительность расстойки, мин	45	45	42
Хлеб Влажность мякиша, %	41,9	41,7	41,4
Кислотность мякиша, град.	2,4	1,4	3,8
Пористость, %	69	71	64
Формоустойчивость	0,30	0,35	0,43
Удельный объём, $см^3/г$	2,53	2,52	1,82
Общая деформация мякиша, ед. пр.	24	26	19
Внешний вид: - форма	расплывчатая		нерасплывчатая
- поверхность	неровная, бугристая		ровная
Цвет корок	коричневый		
Состояние мякиша	эластичный, не липкий		эластичный, не липкий, плотный
Состояние пористости	неравномерная, мелкие и средние поры, толстостенная		
Вкус, запах	свойственный хлебу, без посторонних, не выраженный		выраженный, кисловатый, приятный

А Б В

Рисунок. Хлеб подовый, приготовленный из муки зерна тритикале перспективных линий: 3 (А), 5 (Б), 4 (В).

При проведении пробной выпечки из муки тритикале 4-ой перспективной линии, тесто готовили на закваске из 20 % муки и добавляли 1,5 % прессованных дрожжей. Тесто выбраживали в течение 1 часа. Расстойку сформованных тестовых заготовок проводили в матерчатых карманах, а выпечку с переворотом на горячий под печи и обжаркой.

Хлеб при этом получался не расплывчатым (рисунок 4 (В)), с хорошим показателем формоустойчивости, сухим, не липким, эластичным мякишем с выраженным приятным запахом и кисловатым вкусом (таблица 5), несмотря на то, что мука имела более высокую автолитическую активность, и в ней содержалось наименьшее количество клейковины.

Таким образом, на основании результатов комплексного исследования можно заключить, что из зерна тритикале третьего класса можно получить муку, пригодную для выпечки хлеба хорошего качества, при условии выпечки изделий с предварительной обжаркой на поду. Кроме того, следует отметить, что при высокой автолитической активности муки и низком количестве клейковины следует использовать технологии на закваскаx, а при переработке муки с числом падения не менее 140 с и содержанием клейковины не менее 16,5 % тесто можно готовить опарным способом.

Исследования выполнены в Санкт-Петербургском филиале ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности в рамках темы госзадания № 0593-2019-0006 «Разработка биотехнологий хлебобулочных изделий на закваскаx с направленным культивированием микроорганизмов, обеспечивающих повышение микробиологической безопасности и качества хлебобулочных изделий».

Материал для исследований, полученный в процессе выполнения госзадания № 0672-2019-0011 «Фундаментальные основы управления селекционным процессом по созданию новых генотипов озимой тритикале с высокими хозяйственно-ценными признаками продуктивности, устойчивости в био- и абиострессорам и получение новых знаний по агротехнологии выращивания получаемого оригинального семенного материала озимой тритикале на основе современных методов диагностики и защиты растений, обеспечивающих получение высококачественного семенного материала для условий Северо-Запада», представлен ФГБНУ «Ленинградский НИИСХ «Белогорка».

Список литературы

1. Сечняк, Л.К. Тритикале / Л.К. Сечняк, Ю.К. Сулима – М.: Колос. – 1984. – 317 с.

2. Комаров, Н.М. Селекция растений методом отдаленной гибридизации / Н.М. Комаров, Л.С. Поспелов, Н.И. Соколенко // Ставрополь: Сервисшкола. – 2008. – 168 с.

3. Тритикале / Роль тритикале в стабилизации и увеличении производства зерна и кормов: материалы междунар. науч.-практ. конф.; отв. ред. А.И. Грабовец. – Ростов н/Д. – 2010, – 294 с.

4. Асадова, М.Г. Биохимические особенности зерна, прошедшего увлажнение и подсушивание / М.Г. Асадова, М.П. Попов // Материалы Всесоюзной научной конференции «Пути повышения качества зерна и зернопродуктов, улучшения ассортимента крупы, муки и хлеба» – М. – 1991. – Т.1 – С.160-161.

УДК 663.941

Т.М. Логвинчук, В.Ф. Добровольский, д.т.н., проф., НИИ пищеконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии - филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

ПОЛЕЗНЫЕ СВОЙСТВА ИНУЛИНА – ГЛАВНЫЙ КРИТЕРИЙ ВЫБОРА ЦИКОРИЯ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Показано, что основным компонентом цикория является инулин. Приведены сведения о том, что инулин относится к группе пищевых волокон, обладает пребиотическим эффектом, а также ссылки на результаты экспериментальных и клинических исследований, доказывающих бифидогенное, иммуномодулирующее, антиканцерогенное и гепатопротекторное действие инулина и цикория. В совокупности сведения о полезных свойствах и положительном действии инулина явились главным критерием выбора цикория в качестве основы для создания функциональных напитков.

Ключевые слова: инулин, полезные свойства и положительное действие инулина, цикорий, функциональные напитки.

T.M. Logvinchuk, V.F. Dobrovolsky

USEFUL PROPERTIES OF INULIN – THE MAIN CRITERION FOR THE SELECTION OF CHICORY AS A BASIS FOR CREATING FUNCTIONAL DRINKS

It is shown that the main component of chicory is inulin. The data that inulin belongs to the group of dietary fibers, has a prebiotic effect, as well as references to the results of experimental and clinical studies proving the bifidogenic, immunomodulatory, anticarcinogenic and hepatoprotective effects of inulin and chicory

are presented. Together, information about the beneficial properties and positive effects of inulin were the main criterion for choosing chicory as the basis for the creation of functional drinks.

Key words: inulin, useful properties and positive action of inulin, chicory, functional drinks.

Введение

Проблема создания функциональных пищевых продуктов продолжает оставаться актуальной и при этом достаточно широко решается за счет применения веществ с выраженными биологически активными свойствами, способных оказывать благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций, корректировать процессы метаболизма в организме человека, повышать его защитные функции, снижать риск развития алиментарно-зависимых заболеваний. Актуальным в этой области является также решение задач, направленных на обоснование принципов и подходов к выбору сырья и функциональных ингредиентов, позволяющих получать готовые продукты с высокой пищевой и биологической ценностью [1,2,3].

Проведение исследований в рамках темы «Разработка технологии функциональных растворимых напитков на основе цикория и других видов фитосырья в качестве источника биологически активных веществ. Оценка качества, безопасности и эффективности разработанных продуктов» является одной из форм реализации задач по созданию функциональных пищевых продуктов.

Основная часть

Целью работы является разработка растворимых напитков, поэтому в качестве основы для создания рецептурных композиций выбран растворимый цикорий, который представляет собой сухой пищевой продукт, получаемый из измельченных обжаренных корней цикория Cichorium intybus L. путем экстракции с использованием в качестве экстрагента воды и высушивания экстракта различными способами [4].

Известно, что по химическому составу цикорий представляет собой богатый источник биологически активных веществ. В нем содержатся белки и незаменимые аминокислоты, Р-витаминные фенольные соединения, органические кислоты, жирные кислоты, витамины А, B_1, B_2, B_3, B_5, B_6, B_9, С, минеральные вещества – макроэлементы (калий, фосфор, кальций, магний, натрий) и микроэлементы (железо, цинк, медь, марганец, селен). В составе цикория присутствуют также глюкозиды интибин, лактуцин, лактопикрин и тараксатол, наличием которых обусловлен его характерный горький вкус [5,6].

Однако основным веществом, определяющим выбор цикория в качестве основы для создания функциональных напитков, является инулин, содержание которого в нем составляет от 20 % до 65 %.

Инулин – высокомолекулярный полисахарид, состоящий из фруктозы и небольшого количества глюкозы. В процессе гидролиза инулин образует сначала гамма-, а затем де-фруктозу. Эта особенность способствует лучшему усвоению инулина организмом людей, особенно больных сахарным диабетом, по сравнению с низким усвоением ими обычных сахаров. Инулин относится к группе пищевых волокон и, как известно, является функциональным ингредиентом.

В настоящее время существует два основных направления использования инулина: фармацевтическая и пищевая промышленность. В фармацевтике инулин используется преимущественно в виде биологически активных добавок, предназначенных для профилактики и лечения различных заболеваний. В пищевой промышленности он используется как пищевое волокно для производства функциональных пищевых продуктов и как технологический ингредиент [7].

Благодаря низкому гликемическому индексу его используют в качестве заменителя сахара при производстве диабетической и диетической продукции [8]. С медицинской точки зрения

инулин также обладает рядом положительных эффектов: модифицирует микрофлору кишечника, содействует нормальному функционированию желудочно-кишечного тракта, улучшает обмен липидов и углеводов. Эти свойства инулина обеспечиваются его способностью противостоять гидролизу под воздействием слюнных и кишечных ферментов. Инулин стимулирует рост бифидобактерий, практически не влияя при этом на другую кишечную флору. Благодаря этим свойствам инулин имеет широкую практику применения в качестве пребиотика как в медицине, так и в производстве функциональных и специализированных пищевых продуктов, в том числе предназначенных для детского питания [8,9]. Результаты экспериментальных и клинических исследований доказывают бифидогенное, иммуномодулирующее, антиканцерогенное и гепатопротекторное действие инулина и цикория [8].

Согласно теории оптимального питания важная роль в процессе пищеварения и обмена веществ в целом принадлежит пищевым волокнам. Регулярное употребление инулина в составе пищевых продуктов обеспечивает следующие оздоровительные эффекты на организм: создает благоприятные условия для роста и развития нормальной микрофлоры кишечника, устраняет инсулинорезистентность, регулирует и нормализует углеводный и жировой обмен, уровень сахара в крови, предотвращает развитие ожирения, атеросклероза сосудов, ишемической болезни сердца, артериальной гипертонии и др. [10,11].

Заключение

Изложенные в статье сведения показывают, что полезные свойства и позитивные эффекты основного компонента цикория – инулина являются главным критерием его выбора в качестве основы для создания функциональных напитков.

Источник финансирования

Научно-исследовательская работа по подготовке рукописи

проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания в рамках Программы Фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы (тема № 0529-2019-0065).

Список литературы

1. Инновационные технологии в области пищевых продуктов и продукции общественного питания функционального и специализированного назначения: Коллективная монография / ФГБОУ ВПО «СПбГТЭУ»; под общ. ред. Н.В. Панковой. – СПб.: Изд-во «ЛЕМА», 2012. – 314 с.

2. Дымова Ю.И., Попова Д.Г., Тыщенко Е.А. Методология разработки продуктов функциональной направленности // Ползуновский вестник. – 2012. – №2/2. – С.191-195.

3. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии / Под ред. А.А. Кочетковой. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 288 с.

4. ГОСТ 55512-2013. Цикорий натуральный растворимый. Технические условия [Текст]. – Введ. 2015–01–01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 13 с.

5. Логвинчук, Т. М. Основные критерии применения фитосырья, содержащего инулин и натуральные подсластители, для создания рецептурных композиций кофейных и чайных напитков [Текст] / Т.М. Логвинчук, В.Ф. Добровольский, В.В. Бессонов // – Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы XVI Междунар. науч. -практ. конф. (Минск, 5–6 октября 2017 г.) / Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» : редкол.: З. В. Ловкис [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2017. – 340 с. – С.143-145.

6. Химический состав сушеного цикория [Электронный ресурс]. – URL: http://cykory.ru/.

7. Моргунова, Е. М. Инулин и его полезные свойства [Текст] / Е.М. Моргунова, Л.А. Гапеева; С.В. Потоцкая // Инно-

вационные технологии в пищевой промышленности: материалы XII Междунар. науч. -практ. конф., (Минск, 2–3 октября 2013 г.) / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»: редкол.: В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 344 с. – С. 159-162.

8. Лузина, Е. В. Пищевая ценность цикория // Вопросы питания. – 2013. – №2. – С.62-65.

9. Аверьянова, Е. В. Функциональные пищевые ингредиенты растительного происхождения [Текст] / Е.В. Аверьянова, М.Н. Школьникова // Биотехнология и общество в XXI веке. Сборник трудов Международной научно-практической конференции (Барнаул, 15-18 сентября 2015 г.). / Гл. ред. Ильичев А.А. – 2015. – 436 с. – С. 98-101. ISBN 978-5-7904-1950-8.

10. Пищевые ингредиенты в создании современных продуктов питания [Текст] : [монография / под ред. В. А. Тутельяна, А. П. Нечаева]. – Москва : ДеЛи плюс, 2014. – 519 с.

11. Инулин: все подробности о целебном пребиотике [Электронный ресурс]. – URL: http://dietdo.ru/inulin-polza-vred.html.

УДК 677/21;678.742.3

О.Н. Магаюмова, Г.Б. Белокурова, ФГБУ НИИПХ Росрезерва

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАМИНИРОВАННОЙ ПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ ТКАНИ ДЛЯ УПАКОВКИ ХЛОПКОВОГО ВОЛОКНА ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ

В статье представлены результаты сравнительных испытаний традиционной упаковки хлопкового волокна и перспективной упаковки из ламинированной полипропиленовой ткани.

Ключевые слова: хлопковое волокно, кипы, традиционная упаковка, упаковка из полипропиленовой ткани, увлажнение, сушка, влажность, температура, качественные показатели.

O.N. Magayumova, G.B. Belokurova

STUDY OF POSSIBILITY OF USING LAMINATED POLYPROPYLENE FABRIC FOR PACKING OF COTTON FIBER FOR LONG STORAGE

The article presents the results of comparative tests of traditional cotton fiber packaging and prospective packaging of laminated polypropylene fabric.

Key words: cotton fiber, bales, traditional packaging, packaging made of polypropylene fabric, moisturizing, drying, humidity, temperature, quality indicators.

На комбинатах Росрезерва хлопковое волокно традиционно хранится в кипах, обшитых нетканым паковочным полотном или мешковиной и обвязанных 8 поясами стальной ленты или 10

поясами стальной проволоки. Срок хранения продукции в неотапливаемом складе составляет 7 лет.

Кроме этого, в Росрезерве имеется опыт хранения хлопкового волокна в упаковке из полиэтиленовой плёнки. В ходе проведения научно-исследовательской работы было установлено, что герметичная упаковка хлопкового волокна в полиэтиленовую термоусадочную пленку позволяет сохранить его качество только в течение 3 лет [1].

В настоящее время в ведущих хлопкоперерабатывающих странах широко используются автоматизированные линии по переработке хлопка-сырца и упаковке хлопковой продукции с использованием новых современных методов упаковки в мягкие контейнеры, обвязанные полиэтилентерефталатной (ПЭТ) лентой или оцинкованной проволокой. Комплекс автоматизированных линий обеспечивает эффективное взаимодействие всех звеньев технологического процесса, начиная от сушки и очистки хлопка и кончая прессованием волокна и его упаковкой.

В рамках проекта по реконструкции и обновлению отрасли, согласно Постановлению Кабинета Министров, в республике Узбекистан проходят широкие производственные испытания автоматизированного комплекса. Планируется перевести поэтапно все хлопкоочистительные заводы на упаковку хлопкового волокна в полипропиленовые контейнеры и обвязку кип ПЭТ- лентой.

В 2013 году на базе Янгиюльского хлопкозавода запущено производство ПЭТ-лент и ПЭ мягких упаковок [2].

ПЭТ- лента обладает высокой прочностью на разрыв (до 1000 кг). Упаковка обеспечивает сохранность груза во время транспортировки, разгрузки и хранения. Морозостойкость ПЭТ-лент составляет - 50º С. Имея прочность, сопоставимую со стальными лентами, полиэтилентерефталат (ПЭТ) превосходит металл по таким параметрам, как экономичность, устойчивость к ударным нагрузкам и химическому воздействию. Применение ПЭТ-лент исключает повреждения поверхности груза (царапины,

ржавчина). Вес ПЭТ-лент в семь раз ниже веса стальных. Наибольшее распространение при упаковке хлопкового волокна получили ленты шириной 18,5 мм, толщиной 0,95 мм, с разрывной нагрузкой 900 – 1000 кг [3].

В связи с тем, что республика Узбекистан является главным поставщиком хлопкового волокна в Росрезерв, представляло интерес провести модельные испытания с целью выявления возможности длительного хранения хлопкового волокна в упаковке из полипропиленовой ткани.

Объектами исследования были модельные образцы – подпрессованное хлопковое волокно, упакованное в мешочки из ламинированной полипропиленовой ткани и, для сравнения, в мешочки из льняной ткани (имитация традиционной упаковки). В ходе проведения модельного эксперимента изучалась динамика сушки и увлажнения хлопкового волокна в новой и традиционной упаковке и оценка его качества.

Были проведены следующие исследования:

- сравнительные физико-механические испытания традиционной упаковки (холстопрошивное полотно и льняная ткань) и новой (ламинированная полипропиленовая ткань);
- определение коэффициентов трения традиционной и новой упаковки;
- определение паропроницаемости ламинированной полипропиленовой ткани;
- проверка основных качественных показателей хлопкового волокна после проведения модельного эксперимента.

Физико-механические испытания упаковочных материалов проводили на разрывной машине фирмы ZWICK/Roell с соответствии с ГОСТ Р 52564-2006 «Мешки тканые полипропиленовые. Общие технические условия», ГОСТ 29104.4-91 «Ткани технические. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве» и ГОСТ 15902.3-79 «Полотна нетканые. Методы определения прочности».

Результаты испытаний представлены в таблице № 1.

Таблица № 1. Результаты испытаний тароупаковочных материалов

Наименование материала	Показатели	
	Разрывная нагрузка, Н	Относительное удлинение при разрыве, %
Ламинированная полипропиленовая ткань	832	17
Холстопрошивное полотно	53	27
Льняная ткань	817	27

Результаты испытаний показали, что полипропиленовая упаковка по прочностным показателям значительно превосходит традиционную упаковку из холстопрошивного полотна (более чем в 15 раз).

Низкая прочность холстопрошивного полотна приводит к определенным проблемам при проведении разгрузочно-погрузочных работ.

При плотной укладке кип в крупнотоннажные контейнеры или крытые выгоны во время ввода боковых захватов электропогрузчика происходит значительное повреждение упаковки, в ряде случаев до 50-60 %.

Упаковка из полимерных материалов имеет ряд преимуществ по отношению к традиционным упаковочным материалам: высокие прочностные характеристики и гигиенические свойства, привлекательный внешний вид, химическая инертность.

В то же время ей присущ ряд недостатков, ограничивающих ее применение в качестве упаковочного материала для продукции, поставляемой на длительное хранение. К таким недостаткам можно отнести: низкий коэффициент трения и вероятность возникновение внутри упаковки «парникового» эффекта.

Определение коэффициента трения холстопрошивного полотна и полипропиленовой ткани проводили в соответствии с ев-

ропейским стандартом DIN EN ISO 8295. Результаты испытаний представлены в таблице № 2.

Таблица № 2. Результаты определения коэффициента трения холстопрошивного полотна и полипропиленовой ткани

Наименование материала	μ_S	μ_D
Холстопрошивное полотно	1.40	1.26
Полипропиленовая ткань	0.38	0.26

Как видно из таблицы № 2 коэффициент трения полипропиленовой ткани значительно ниже, чем у холстопрошивного полотна, что может приводить к проблемам при штабелировании хлопкового волокна, упакованного в полипропиленовую ткань.

Результаты определения паропроницаемости полипропиленовой ткани

Определение паропроницаемости полипропиленовой ткани проводили на полуавтоматическом приборе TSY-W3 фирмы “Labthink instruments Co. LTD” в соответствии с методикой, приложенной к прибору.

Полученный результат (5,1 г/м2 за сутки) показал, что полипропиленовая ткань практически не пропускает водяные пары, что при определённых условиях может приводить к возникновению внутри упаковки «парникового эффекта» и негативно сказываться на качестве хлопкового волокна.

Изучение процессов увлажнения хлопкового волокна в различных видах упаковки при различных термо-влажностных режимах

С целью изучения процессов увлажнения хлопкового волокна в различных видах упаковки при различных термо-влажностных режимах были проведены сравнительные испытания.

В качестве объектов исследования были использованы модельные образцы хлопка (предварительно высушенного до посто-

янной массы) без упаковки, в упаковке из льняной и полипропи-

Рисунок № 1. Внешний вид модельных образцов хлопкового волокна

леновой ткани. При упаковке хлопковое волокно уплотняли.

Эксперимент проводили в климатической камере с регулируемой температурой и влажностью воздуха при 12 режимах:

T = 15°C, φ = 45%	T = 15°C, φ = 60%	T = 15°C, φ = 70%	T = 15°C, φ = 80%
T = 20°C, φ = 45%	T = 20°C, φ = 60%	T = 20°C, φ = 70%	T = 20°C, φ = 80%
T = 25°C, φ = 45%	T = 25°C, φ = 60%	T = 25°C, φ = 70%	T = 25°C, φ = 80%

Модельные образцы выдерживали при каждом режиме в течение суток, периодически вынимая их из климатической камеры и производя взвешивание.

Увлажнение хлопкового волокна в течение времени определяли без извлечения образца из упаковки. С этой целью параллельно с определением кинетики увлажнения хлопкового волокна

регистрировали кинетику увлажнения соответствующей упаковки без хлопкового волокна. Разность между изменением массы упаковки с хлопковым волокном и без него обеспечила определение кинетики увлажнения хлопкового волокна без его извлечения из упаковки.

Полученные результаты представлены на рисунках № 2-13

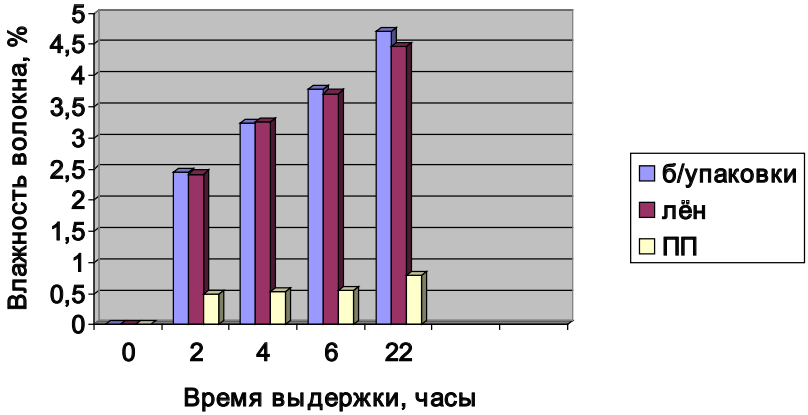


Рисунок № 2. Кинетика увлажнения хлопкового волокна при T = 15ºC и φ = 45%

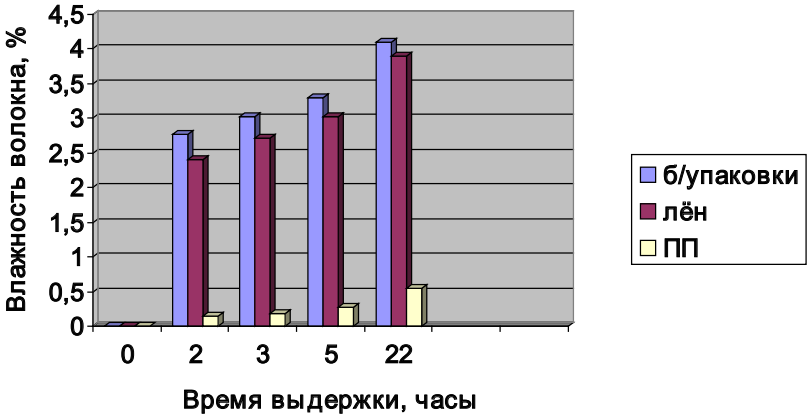


Рисунок № 3. Кинетика увлажнения хлопкового волокна при T = 20ºC и φ = 45%

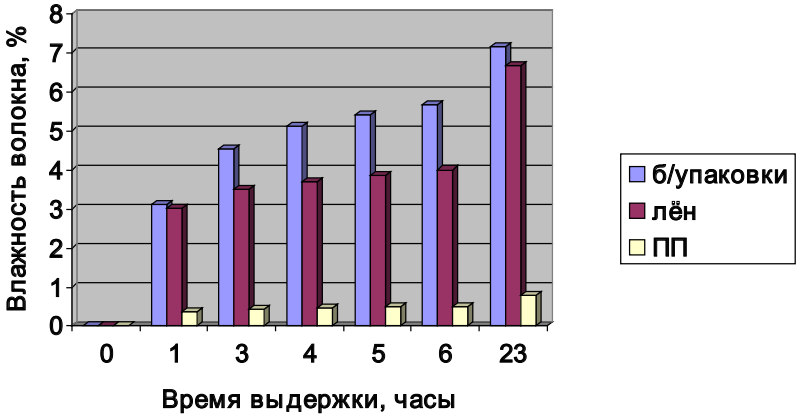


Рисунок № 4. Кинетика увлажнения хлопкового волокна при Т = 15ºС и φ = 60%

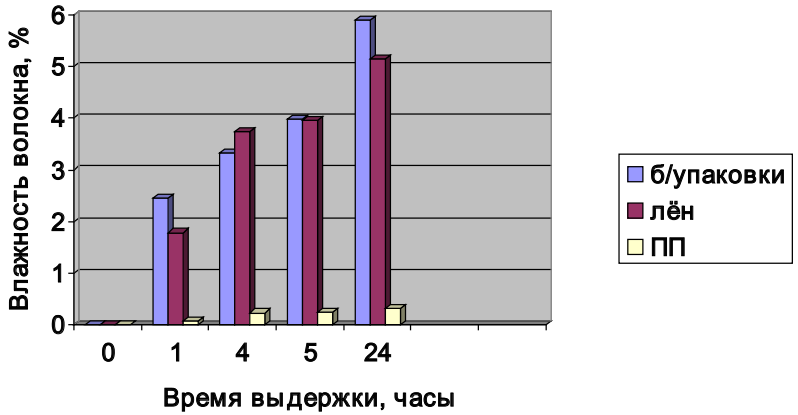


Рисунок № 5. Кинетика увлажнения хлопкового волокна при Т = 20ºС и φ = 60%

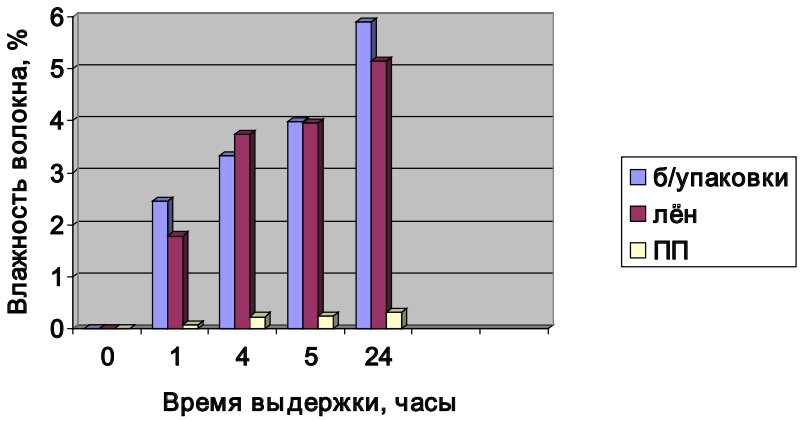


Рисунок № 6. Кинетика увлажнения хлопкового волокна при Т = 25ºС и φ = 60%

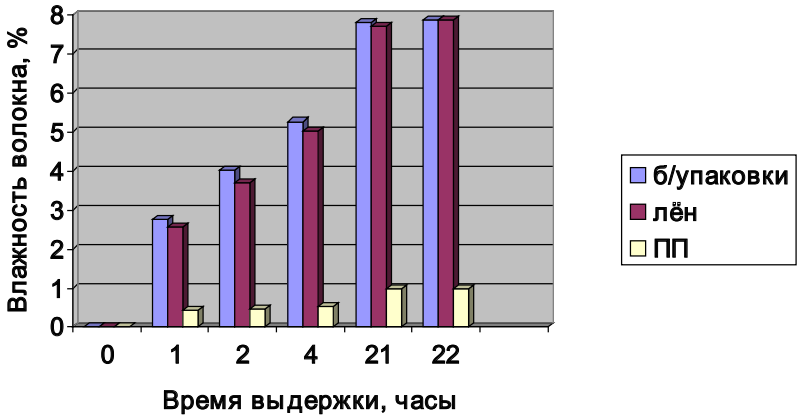


Рисунок № 7. Кинетика увлажнения хлопкового волокна при Т = 15ºС и φ = 70%

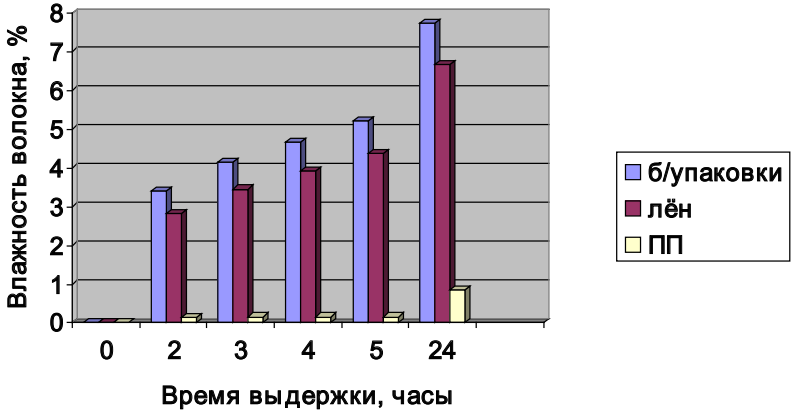


Рисунок № 8. Кинетика увлажнения хлопкового волокна при Т = 20ºС и φ = 70%

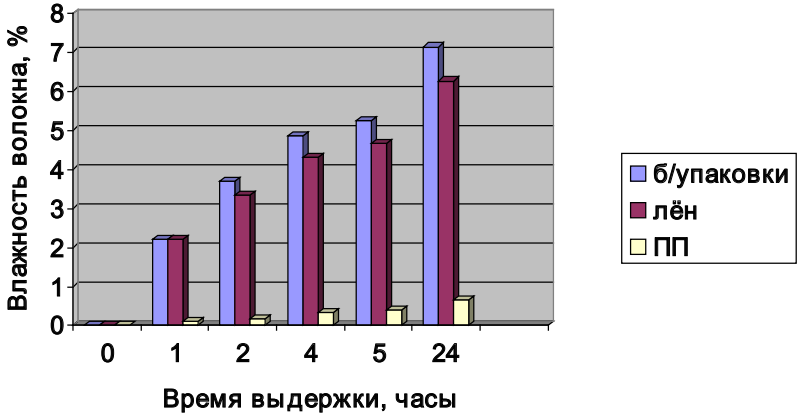


Рисунок № 9. Кинетика увлажнения хлопкового волокна при Т = 25ºС и φ = 70%

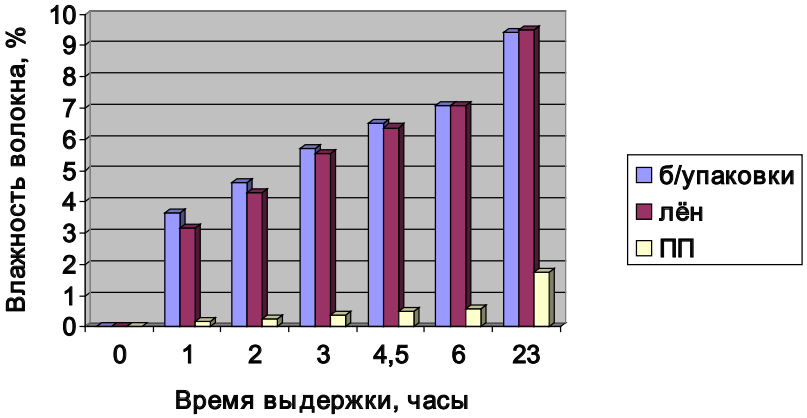


Рисунок № 10. Кинетика увлажнения хлопкового волокна при T = 15ºC и φ = 80%

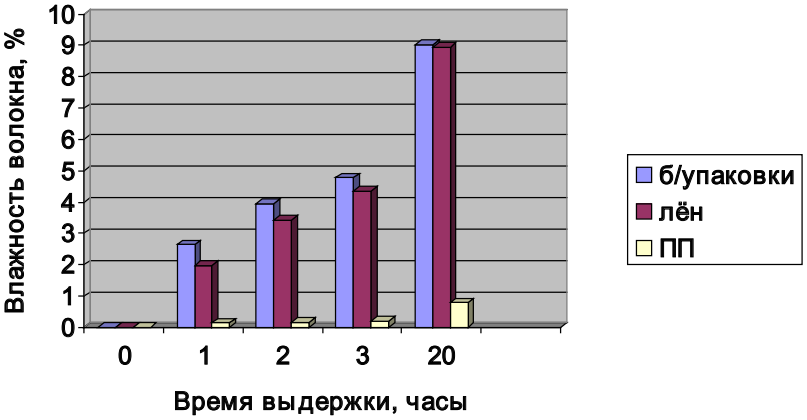


Рисунок № 11. Кинетика увлажнения хлопкового волокна
при T = 20 ºC и φ = 80%

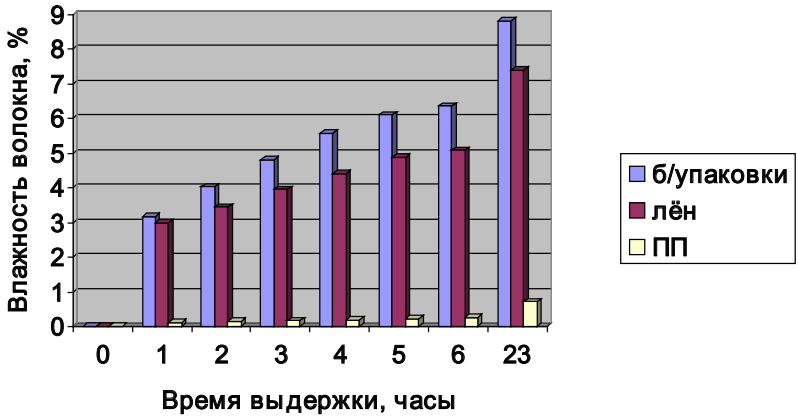


Рисунок № 12. Кинетика увлажнения хлопкового волокна при Т = 25ºС и φ = 80%

Анализ полученных результатов показал, что кинетика увлажнения хлопкового волокна в льняной упаковке практически не отличается от кинетики увлажнения хлопкового волокна без упаковки. Экспериментальные данные позволяют сделать вывод о том, что в случае использовании для упаковки хлопкового волокна текстильных материалов, в процессе хранения достигается быстрое установление равновесия между влажностью окружающей среды и влажностью хлопкового волокна. Очевидно, что при этом достигается не только высокая скорость увлажнения хлопкового волокна, но и его быстрая сушка при снижении влажности воздуха или изменении других условий хранения.

Сравнение кинетики увлажнения хлопкового волокна в различных видах упаковки показывает, что процесс протекает в две стадии. Скорость увлажнения хлопка на первой стадии значительно превосходит скорость протекания процесса на второй стадии. Степень увлажнения хлопкового волокна на первой стадии процесса зависит от температуры воздуха и в большей степени от его влажности.

Кинетические зависимости увлажнения хлопка в льняной упаковке отражают непрерывный процесс с постепенным уменьшением скорости увлажнения при переходе от первой стадии процесса ко второй и приближаются к экспоненциальным зависимостям, которые стремятся к постоянной величине.

Процесс увлажнения хлопкового волокна в полипропиленовой упаковке протекает значительно медленнее, чем в льняной.

Изучение процессов сушки хлопкового волокна в различных видах упаковки при различных термо-влажностных режимах

С целью изучения процессов сушки хлопкового волокна в различных видах упаковки и при различных термо-влажностных режимах были проведены сравнительные испытания.

В качестве объектов исследования были использованы модельные образцы хлопка, увлажнённые до 9-17%, в упаковке из льняной и полипропиленовой ткани. При упаковке хлопковое волокно уплотняли.

Эксперимент проводили в климатической камере с регулируемой температурой и влажностью воздуха при 6 режимах:

T= 15°C, φ= 45%	T= 15°C, φ = 65%
T= 20°C, φ= 45%	T= 20°C, φ = 65%
T= 25°C, φ= 45%	T= 25°C, φ = 65%

Модельные образцы выдерживали при каждом режиме в течение 1-2 суток, периодически вынимая их из климатической камеры и производя взвешивание.

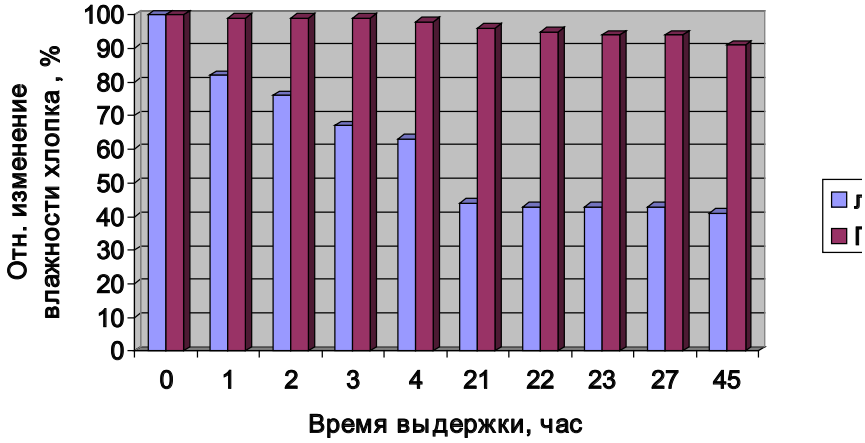


Рисунок № 13. Кинетика сушки хлопкового волокна в упаковке из льняной и полипропиленовой ткани при T= 15ºC и φ= 45%

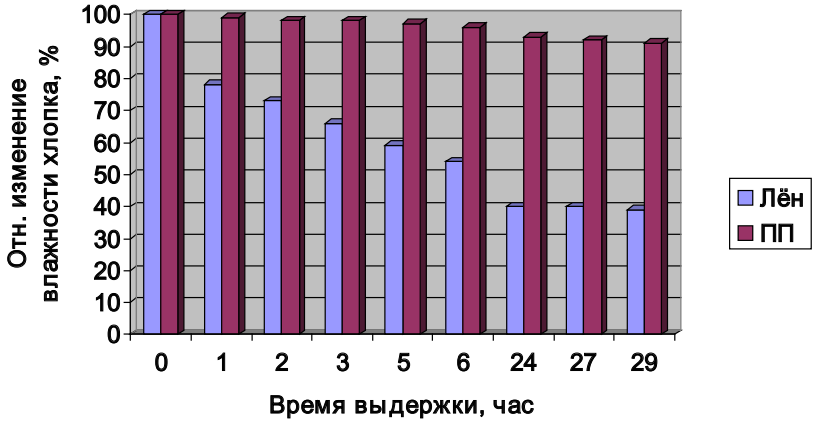


Рисунок № 14. Кинетика сушки хлопкового волокна в упаковке из льняной и полипропиленовой ткани при Т= 20ºС и φ= 45%

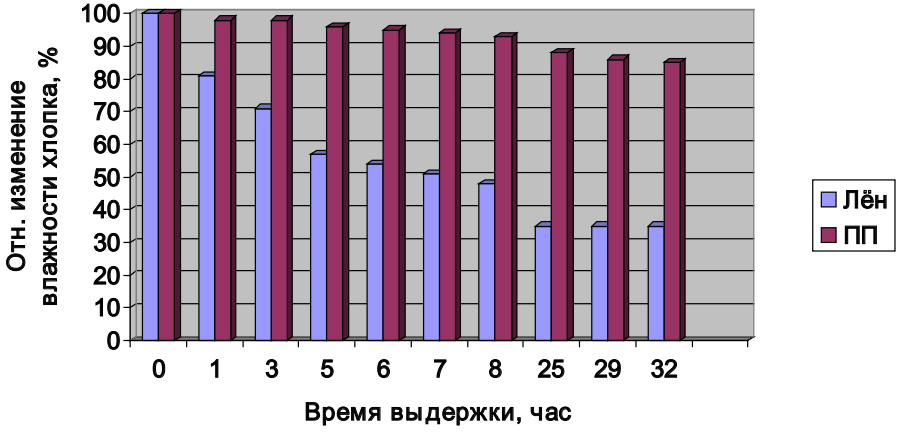


Рисунок № 15. Кинетика сушки хлопкового волокна в упаковке из льняной и полипропиленовой ткани при Т= 25ºС и φ= 45%

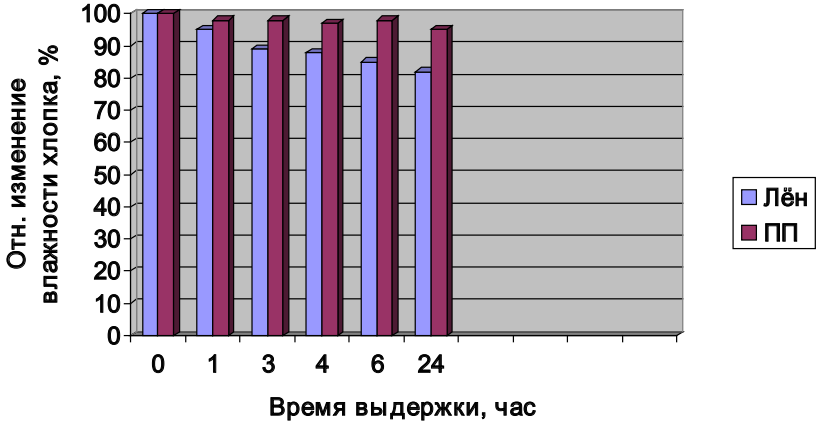


Рисунок № 16. Кинетика сушки хлопкового волокна в упаковке из льняной и полипропиленовой ткани при T= 15ºC и φ = 65%

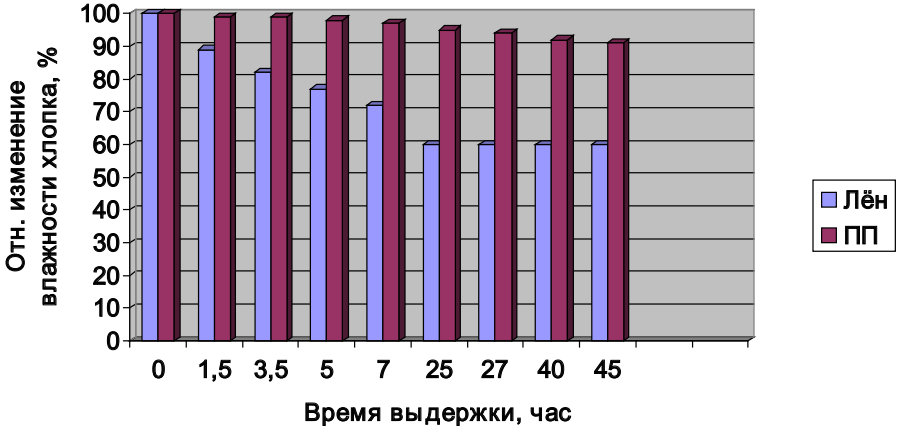


Рисунок № 17. Кинетика сушки хлопкового волокна в упаковке из льняной и полипропиленовой ткани при T= 20ºC и φ = 65%

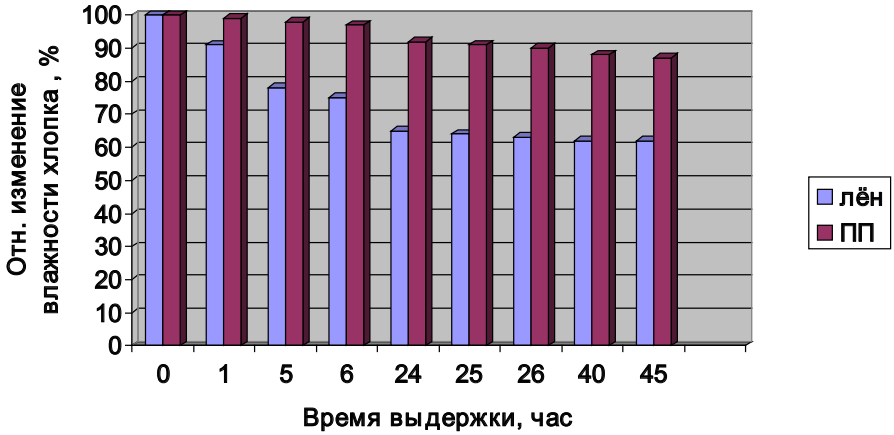


Рисунок № 18. Кинетика сушки хлопкового волокна в упаковке из льняной и полипропиленовой ткани при Т= 25ºС и φ= 65%

Полученные данные представлены на рисунках №13-18.

Анализ полученных результатов показал, что время сушки хлопкового волокна в упаковке из полипропиленовой ткани, в зависимости от температуры внешней среды, в 15-70 раз превышает время сушки хлопкового волокна в традиционной (льняной) упаковке.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- полипропиленовая упаковка обладает высокими барьерными свойствами по отношению к водяному пару в широком диапазоне температур и относительной влажности;
- процессы влагообмена в ней протекают значительно медленнее по сравнению с традиционной упаковкой;
- изменения условий внешней среды не оказывают значительного влияния на влажность упакованного продукта.

Но, то же время, закладка хлопкового волокна даже с небольшим превышением нормативных требований по влажности может привести к возникновению «парникового» эффекта и развитию на волокне микробиологических процессов.

Проверка основных качественных показателей хлопкового волокна после проведения модельного эксперимента

С целью изучения изменения качества хлопкового волокна при хранении в полипропиленовой упаковке был поставлен модельный эксперимент.

В мешок из ламинированной полипропиленовой ткани было упаковано хлопковое волокно с влажностью 15%. Образец выдерживался в течение месяца в климатической камере при температуре равной 15 ºС и относительной влажности 50%.

В процессе модельного эксперимента отбирались пробы хлопкового волокна и испытывались по следующим показателям:

- удельная разрывная нагрузка в соответствии с ГОСТ Р 53031-2008 «Волокно хлопковое. Порядок измерения показателей на системе HVI»;

- степень желтизны в соответствии ГОСТ Р 53031-2008 «Волокно хлопковое. Порядок измерения показателей на системе HVI»;

- коэффициент отражения в соответствии ГОСТ Р 53031-2008 «Волокно хлопковое. Порядок измерения показателей на системе HVI»;

- бактериально-грибковое заражение в соответствии с ГОСТ Р 53030-2008 «Волокно хлопковое. Методы определения клейкости и бактериально-грибкового заражения».

Результаты модельных испытаний представлены в таблице № 3.

Таблица № 3. Результаты испытаний хлопкового волокна в процессе модельного эксперимента

Наименование показателей	Продолжительность эксперимента, сутки			
	0	10	20	30
1	2	3	4	5
Бактериально-грибковое поражение: - оптическая плотность - тест Бенедикта	0,102 Слабая степень поражения «медовой» росой	0,114 Слабая степень поражения «медовой» росой	0.121 Слабая степень поражения «медовой» росой	0,117 Слабая степень поражения «медовой» росой

Удельная разрывная нагрузка, гс/текс	29.9	28.9	28.5	28.3
Удлинение, %	6.8	6.8	6.6	6.7
Степень желтизны	12.6	11.1	12.0	12.1
Коэффициент отражения, %	70.8	68.6	68.4	69.1

Анализ результатов модельного эксперимента показал, что затаривание в полипропиленовую упаковку хлопкового волокна с влажностью, не превышающей требования НТД (не выше 7-7.5%), не приводит к ухудшению его основных качественных показателей.

Выводы:

Результаты испытаний полимерной упаковки для хлопкового волокна показали:

- полипропиленовая упаковка по прочностным показателям более чем в 15 раз превосходит традиционную упаковку из холстопрошивного полотна;
- коэффициент трения полипропиленовой ткани значительно ниже, чем у холстопрошивного полотна, что может приводить к проблемам при штабелировании хлопкового волокна, упакованного в полипропиленовую ткань;
- полипропиленовая упаковка обладает высокими барьерными свойствами по отношению к водяному пару в широком диапазоне температур и относительной влажности; процессы влагообмена в ней протекают значительно медленнее по сравнению с традиционной упаковкой;
- затаривание в полипропиленовую упаковку хлопкового волокна с влажностью, не превышающей требования НТД (не выше 7-7.5%), не приводит к ухудшению его основных качественных характеристик.

Список литературы

1. Т.Н. Макашова, Э.М. Орлова, А.Н. Рогова «Изучение стабильности хлопкового волокна при длительном хранении. Определение возможности длительного хранения хлопкового волокна на закрытой площадке. раздел 1» Отчёт НИИПХ, 1994.

2. Сайт: Агентство новостей Podrobno.uz.

3. Информационный портал для производителей и потребителей хлопкового волокна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cottonguide.org.

УДК 629.3.027.521.3

О.Н. Магаюмова, Г.Б. Белокурова, ФГБУ НИИПХ Росрезерва

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ШИН СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В 2019 году на комбинаты Росрезерва впервые были заложены на хранение шины специального назначения повышенной безопасности с регулируемым давлением воздуха. В данной статье рассмотрены перспективные направления работ, связанных с созданием безопасных и боестойких шин.

Ключевые слова: шины специального назначения, безопасность, боестойкость шин, бескамерные шины, распорно-герметизирующее кольцо, самогерметизация.

O.N. Magayumova, G. B. Belokurova

IMPROVEMENT OF SPECIAL TIRE PRODUCTION TECHNOLOGY

In 2019, for the first time, Rosrezerv's plants were put into storage for special-purpose tires of increased safety with adjustable air pressure. This article discusses promising areas of work related to the creation of safe and durable tires.

Key words: special-purpose tires, safety, tire resistance, tubeless tires, spacer ring, self-sealing.

Важнейшим шагом в направлении повышения безопасности и боестойкости военной техники было создание в конце

50-х годов XX века бескамерных шин. Их использование в специальной технике, а также применение на изделиях централизованной системы подкачки шин воздухом повышает стойкость к повреждениям. Однако система подкачки шин может компенсировать утечку воздуха и поддерживать давление в шине только до определенного предела, в зависимости от количества и характера сквозных повреждений. При сквозном повреждении обода колесо, как правило, выходит из строя, ибо система подкачки в этом случае не обеспечивает поддержания даже минимально допустимого рабочего давления в шине.

Создание конструкций колес, обеспечивающих сохранение избыточного давления воздуха в шине и снижение скорости его истечения через сквозные повреждения шины и обода, является важнейшей составной частью мероприятий по созданию боестойких шин.

Частично эта проблема решается за счет применения резинокордного распорного кольца, которое существенно снижает скорость истечения воздуха при пулевых поражениях шины и обода (рисунок № 1) и изменения отдельных элементов конструкции шины.

Распорно-герметизирующее кольцо устанавливается между бортами бескамерной шины и вместе с ней одевается на внутреннюю часть обода. Для удобства монтажа и демонтажа шины внутренний диаметр распорного кольца выбирается с таким расчетом, чтобы обеспечить зазор 1-2 мм между ободом колеса и внутренней поверхностью кольца в свободном состоянии. Возникающие распорные усилия от объемного сжатия резины заставляют кольцо с большой силой прижиматься к бортам шины и ободу колеса, а борта шины к закраинам ободьев.

Благодаря тому, что резина кольца находится в сжатом состоянии, при его сквозных повреждениях образовавшиеся отвер-

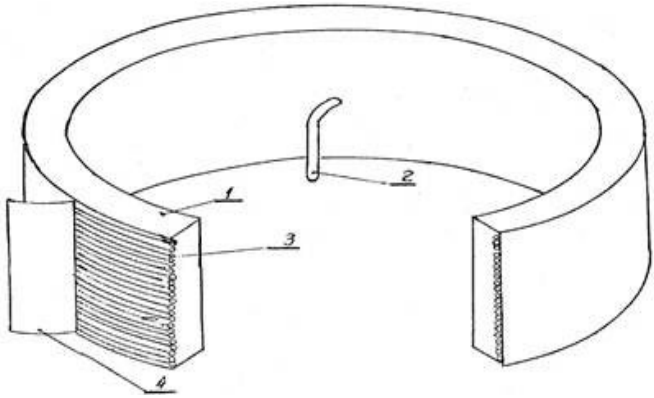


Рисунок № 1. Распорно-герметизирующее кольцо (1 – внутренняя резиновая часть кольца; 2 – вентиль; 3 – металлокорд; 4 – резиновое защитное покрытие)

стия сжимаются за счет напряжений в резине, чем обеспечивается достаточная герметичность внутренней полости шины.

Создание распорного усилия, обеспечивающего сжатие резины распорно-герметизирующего кольца и удержание бортов шины на полках обода, при изменении внутреннего давления воздуха, достигается армированием кольца по всей наружной поверхности металлокордом в окружном направлении. При сквозном прострелe резинокордной оболочки шины время истечения воздуха через полученное отверстие в десятки раз меньше, чем время истечения воздуха при прострелe обода, что объясняется, в первую очередь, эластичными свойствами самой оболочки.

Применение распорно-герметизирующих колец обеспечивает посадку бортов шины на полки ободьев и ее герметизацию при сборке колес, что позволяет эксплуатировать бескамерные шины с регулируемым давлением на негерметичных ободьях серийного производства, применяемых для шин с камерами.

Как было сказано выше, применяемые в настоящее время бескамерные пневматические шины имеют один существенный недостаток – они не могут работать при отсутствии избыточного

давления воздуха (при атмосферном или «нулевом» давлении), даже кратковременно. Более того, выявилась необходимость создания специальных шин и систем, получивших название «безопасные» для обычных автомобилей, а для специальных автомобилей – «боестойкие». Цель таких конструкций - обеспечение достаточной герметизации отверстия при пробое колющим предметом и устойчивое движение автомобиля. Для обеспечения управления автомобилем, движущимся на спущенной шине, безопасные шины должны иметь высокое сопротивление боковому уводу, позволяющее управлять автомобилем без заноса на прямой дороге под воздействием боковых сил и при движении автомобиля на вираже, а также при выполнении маневров на дороге, сохранять свое положение на ободе так, чтобы борта не смещались и не сходили с полки обода. При этом ни одно из качеств, повышающих безопасность движения автомобиля, не должно быть достигнуто за счет ухудшения комфортабельности и скоростных свойств.

С целью устранения этого недостатка работы по созданию безопасных и боестойких шин ведутся, главным образом, по четырем наиболее перспективным направлениям:

- разработка шин, имеющих специальную конструкцию боковин;
- разработка шин, заполненных упругим веществом;
- введение в шину внутреннего ограничителя деформации в виде вставок (резинометаллических, резиновых, металлических, пластмассовых, разъемных и сплошных и др.);
- разработка боестойких шин, постоянно работающих при «нулевом» давлении воздуха.

Одной из первых разработок шин, работоспособных при «нулевом» давлении, были шины с усиленным каркасом и развитыми бортовыми зонами. Каркас имел переменную толщину по профилю покрышки: в коронной зоне – 8 слоев; в зонах боковин – 26 слоев, а в бортовых зонах – 38 слоев корда.

Шины имели ограниченный пробег при «нулевом» давлении, который составил всего 150-300 км при скорости движения до 40 км/ч. В процессе испытаний были выявлены серьезные недостатки, связанные с конструкцией каркаса:

- повышенный нагрев при работе с номинальным давлением воздуха;
- повышенная радиальная жесткость и, как следствие, низкая эффективность применения регулирования давления воздуха в шинах и ухудшение проходимости бронетранспортера по деформируемым грунтам.

Указанные недостатки не позволили использовать шины даже в обычных условиях эксплуатации.

Работы в этом направлении продолжаются и связаны, прежде всего, с изменением конструкции боковин и созданием безопасных (самонесущих) шин.

Безопасные шины при повреждении должны обеспечивать колесной технике возможность достаточно длительного движения, поэтому требуют специальной конструкции боковин. Примером таких безопасных шин являются шины фирм «Pirelli», «Bridgestone» и «Continental», выполненные по технологии «RF» («Run Flat», то есть «движение на спущенной шине»). Благодаря усиленным боковинам и использованию резиновой смеси устойчивой к высоким температурам и деформациям шины RFT при потере внутреннего давления воздуха удерживают нагрузку, действующую на колесо автомобиля. За счет этого они обеспечивают возможность движения на расстояние 80-150 км с максимальной скоростью до 80 км/ч в зависимости от дорожных условий и нагрузки на колесо.

Боковины повышенной жесткости имеют и отечественные шины с регулируемым давлением воздуха модели КИ-133. При движении колесной машины по деформируемым грунтам давление воздуха в шинах снижается до определенной величины и нагрузку на колесо несет каркас шины при увеличенном прогибе.

Отечественным примером безопасной шины с регулируемым давлением и упругой опорой является система, изготовленная и испытанная специалистами НТЦ «НИИШП» и 21 НИИИ МО РФ. Безопасная система содержит разъемный обод и смонтированную на нем шину с внутренней упругой опорой. Внутренняя опора разборная, состоит из восьми опорных сегментов, закрепленных на ободе резьбовыми шпильками. Сегменты выполнены таким образом, что обеспечивают возможность установки шпилек через цилиндрические полости при сборке опоры. Полости предусмотрены в конструкции опоры для уменьшения ее массы, увеличения отвода тепла, образующегося при деформации опоры, повышения эластичности и обеспечения необходимой жесткости конструкции при качении опоры по неровному деформированному грунту при потере давления воздуха в шине. Упругая внутренняя опора монтируется на герметичном ободе одновременно с монтажом пневматической бескамерной шины. При скорости качения в диапазоне 40-50 км/ч система обеспечила суммарный пробег более 160 км. При этом шины разрушились, а опоры остались пригодными к эксплуатации.

В настоящее время большинством ведущих производителей шин освоены технологии производства самонесущих шин, внешне неотличимых от обычных, которые поставляются для первичной комплектации автомобилей. Их установка обусловливает обязательный контроль давления воздуха, так как водитель может не заметить прокола шины.

Самонесущие шины имеют следующие преимущества:

- значительно повышается уровень безопасности в случае повреждения шины;
- не требуется замена колеса на месте прокола.

К недостаткам самонесущих шин относятся:

- повышение стоимости шины на 15-25 %;
- увеличение массы шины и сопротивления качению;
- повышение нагрузки на подвеску автомобиля и ободья колес;

- необходимость установки системы, обеспечивающей контроль давления воздуха в шинах;

- некоторое снижение комфортности езды за счет повышения жесткости колес.

Одним из вариантов конструкции шин, позволяющих продолжать движение после их повреждения, являются шины повышенной самогерметизации. Эти шины состоят из покрышки и губчатой камеры (взамен пневматической). Губчатая камера представляет собой сплошной резиновый массив с газонаполненными ячейками, которые образуются в результате вулканизации шины (покрышки, наполненной сырой резиновой смесью и смонтированной на ободе).

Данная конструкция по сравнению с обычной пневматической шиной имеет:

- более высокую стойкость к механическим повреждениям;

- достаточно высокую работоспособность при пулевых и осколочных повреждениях;

- высокую эксплуатационную надежность и простоту обслуживания.

Однако шинам с губчатой камерой также присущи серьезные недостатки, исключающие их широкое применение: большая масса, высокое сопротивление качению и сильный нагрев при движении с высокими скоростями. Кроме того, имеют место трудности при изготовлении шин в части заполнения их смесью.

Перспективность работ в этом направлении, видимо, связана с созданием боестойких шин с регулируемым давлением воздуха, частично заполненных упругим веществом, изменяющим свои габариты в зависимости от величины внутреннего давления воздуха в шине.

Другим направлением в разработке боестойких шин явилось создание колеса с вращающейся жесткой опорой как одного из вариантов конструкции, обеспечивающей возможность работы шины при «нулевом» давлении воздуха.

Колесо с вращающейся жесткой опорой состоит из бескамерной шины и трех одинаковых секторов опоры, вставленных по отдельности внутрь шины и скрепленных между собой болтами.

Герметизация обода осуществляется кольцевым резиновым шнуром, расположенным во впадине между частями обода и прижимаемым к ободу разъемным металлическим распорным кольцом. Распорное кольцо удерживает борта шины на полках обода при падении давления воздуха в шине.

Монтаж шины с внутренней вращающейся опорой может быть осуществлен одним человеком в течение 60-70 мин., демонтаж – в течение 40-50 мин. При падении давления воздуха шина садится внутренней поверхностью коронной части на опору, которая ограничивает радиальный прогиб шины и воспринимает основную часть нагрузки, действующей на колесо.

Конструкция оказалась практически неработоспособной при движении с «нулевым» давлением и отключенной системой регулирования давления воздуха в шинах. Тем не менее, это направление, связанное с использованием внутренних ограничителей деформации, оказалось одним из наиболее перспективных в области создания безопасных и боестойких шин.

Список литературы

В статье использованы материалы сайтов:
1. Lektsii.com
2. Windou.edu.ru
3. www.newchemistry.ru

УДК 581.48;635.1/8

Ф.Б. Мусаев, М.С. Антошкина, ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», Московская обл., **Н.С. Прияткин,** ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт», г. Санкт-Петербург, **С.Л. Белецкий,** ФГБУ НИИПХ Росрезерва

ЦИФРОВАЯ МОРФОМЕТРИЯ СЕМЯН ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Показана возможность применения цифрового морфометрического анализа внешних параметров семян овощных культур с целю использования полученных данных для оценки их биологической и хозяйственной пригодности.

Ключевые слова: семя, форма семян, цифровая морфометрия семян, линейные параметры семян, цвет поверхности семян, лук Кристофа, двурядник тонколистный.

F.B. Musaev, M.S. Antoshkina, N.S. Pleasant, S.L. Beletskiy

DIGITAL MORPHOMETRY OF VEGETABLE SEEDS

The possibility of applying a digital morphometric analysis of the external parameters of the seeds of vegetable crops with the aim of using the obtained data to assess their biological and economic suitability is shown.

Key words: seed, seed form, digital morphometry of seeds, linear parameters of seeds, color of the surface of seeds, Christophe's onion, biconductor thin-leaved.

Современный уровень развития сельскохозяйственного производства и агрономической науки требует применения инновационных инструментальных методов, отличающихся высокой информативностью и точностью. Анализ литературных источ-

ников (Бухаров и др., 2014; Demyanchuketal., 2013; Arkhipovetal., 2014; Nielsenetal., 2017) свидетельствует о широком применении биофизических методов анализа качества семян, что позволяет глубже понять природу формирования высококачественного семенного материала. Компьютерные технологии глубоко проникли во все сферы человеческой жизнедеятельности, в науку. В семеноведении компьютерные технологии приходят в замену рутинной работы – ручной морфометрии семян. Зарубежные ученые активно используют технологии компьютерного анализа изображений семян (Kapadiaetal., 2017; SandeepVarmaetal., 2013).

Форма семени считается одним из наиболее устойчивых морфофизических показателей. По форме можно судить о посевных качествах семян: определить степень их выполненности, уровень влажности (Макрушин, 1989, Макрушин и др., 2012). Выполненность семян - свидетельство их идеальной формы. По форме семян также конструируют семяочистительные и высевающие машины, механизмы (Тарасенко, 2003, Абидуев, 2009). В ранних наших работах (Мусаев и др., 2013; Скорина и др., 2015) формы семян определяли путем ручного измерения их линейных параметров, что было связано трудоемкостью и погрешностью измерений. Сегодня есть возможность цифрового анализа изображений семян овощных культур с целью определения их формы.

Цель исследования – применить и адаптировать метод цифровой морфометрии к семенам овощных культур для анализа их качества путем определения размера, формы и цвета поверхности семян.

Объектом исследований явился инновационный инструментальный метод анализа разнокачественности семян – цифровая морфометрия сканированных изображений семян.Материалом для исследований были разнокачественные семена лука Кристофа (AlliumcristophiiTrautv.) и двурядника тонколистного (DiplotaxistenuifoliaDC.(L.)) из биоколлекции ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО в условиях Московской области.

Проведена цифровая морфометрия семян с использованием серийного программного обеспечения «ВидеоТесТ-Морфология» («Argus-BIO»), производства ООО «АргусСофт», г. Санкт-Петербург (http://argussoft.org).

Цифровые изображения семян были получены с использованием цифрового планшетного сканера HPScanJet 200, формат сохраняемых файлов - TIFF. Алгоритм программной обработки цифровых изображений семян включает следующие основные операции: калибровка (привязка к реальным размерным величинам), выделение области интереса, автоматическое пороговое выделение объектов интереса (семян) по цвету или яркости, автоматическое измерение выделенных объектов интереса, экспорт таблицы измерений в программу MSExcel.

Разнокачественность семян лука Кристофа был обусловлен их разноярусным расположением на соцветии, что называется матрикальнойразнокачественностью. Данные по цифровой морфометрии семян, собранных с разных ярусов (по вертикали) соцветий семенных растений представлены в таблице 1 и на рисунке 1. Анализ размерных характеристик (площадь проекции, ширина) семян выявил тенденцию к снижению размера семян от нижнего яруса – к верхнему, что связано с разными условиями питания и налива семян. Эти различия, хоть и находятся в пределах погрешности, в то же время носят тенденциозный характер.

Таблица 1. Линейные параметры матрикально-разнокачественных семян лука Кристофа

Параметры Ярусы Показатели	Площадь, мм^2			Периметр, мм			Длина, мм			Ширина, мм		
	нижний	средний	верний	нижний	средний	верний	нижний	средний	верний	нижний	средний	верний
Минимум	4,18	3,48	4,58	7,61	7,05	8,03	2,62	2,73	2,77	2,00	1,73	1,95
Максимум	8,55	8,15	8,90	10,6	10,3	10,6	3,66	3,87	3,75	3,21	3,07	3,33
Среднее	6,57	6,42	6,26	9,34	9,25	9,17	3,30	3,29	3,26	2,68	2,60	2,58
СКО	0,87	0,77	0,79	0,58	0,53	0,52	0,22	0,22	0,22	0,23	0,21	0,22
Значимость	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Доверительн. интервал	0,17	0,16	0,15	0,11	0,11	0,10	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

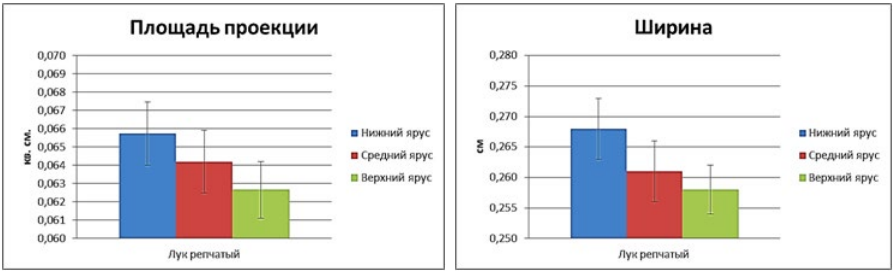


Рисунок 1. Линейные параметры матрикально-разнокачественных семян лука Кристофа

Возможности программы «ВидеоТесТ-Морфология» («Argus-BIO») не ограничиваются измерением и подсчетом линейных параметров семян, с её помощью также можно определить окраски и оттенки поверхности семян. Окраска семян позволяет судить о степени их вызреваемости, что является важнейшей характеристикой их качества. Это особенно важно для большинства регионов нашей страны, с лимитированной свето- и теплообеспеченностью.

Анализ цветовых характеристик разнокачественных семян лука Кристофа (величины цветовых составляющих по модели RGB) выявил статистически значимое снижение показателей по всем цветовым каналам в ряду от нижнего яруса – верхнему, то есть семена, собранные с нижнего яруса семенника, имеют более светлую окраску, а с верхнего – более темную (таблица 2, рис. 2). Семена нижних ярусов лучше питаются и полнее вызревают. Следовательно, чем светлее семена лука, тем они более вызревшие и полноценные.

Таблица 2. Морфометрия окраски матрикально-разнокачественных семян лука Кристофа

Яруса соцветий	Красный, единица яркости	Зеленый, единица яркости	Синий, единица яркости	Тональность, относит. единица	Насыщенность, относит. единица
Нижний	40,820	40,436	42,347	0,715	0,023
Средний	38,548	38,129	39,906	0,691	0,027
Верхний	36,533	36,118	38,242	0,709	0,031
$НСР_{05}$	2,53	2,32	2,48	0,046	0,004

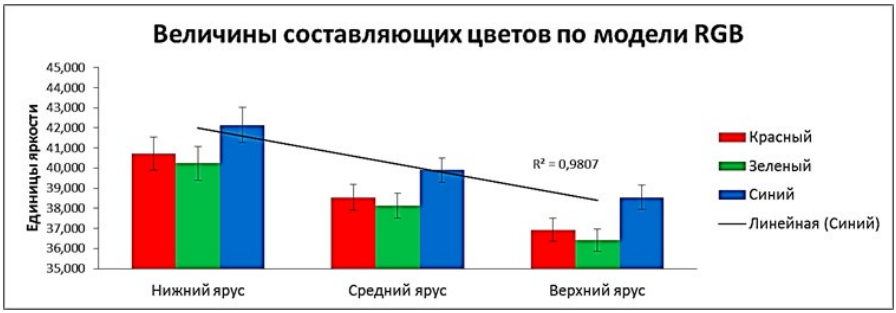


Рисунок 2. Морфометрия окраски матрикально-разнокачественных семян лука Кристофа

Нами проведена настройка программы на анализ мелких семян путем тщательного подбора режимов и фона для сканирования и проанализированы в пробном порядке семена пяти партий разнокачественных семян двурядника тонколистного сорта Терция. Размер семян (площадь проекции) в среднем составляет около 1 мм^2 (рис. 3, таблица 3).

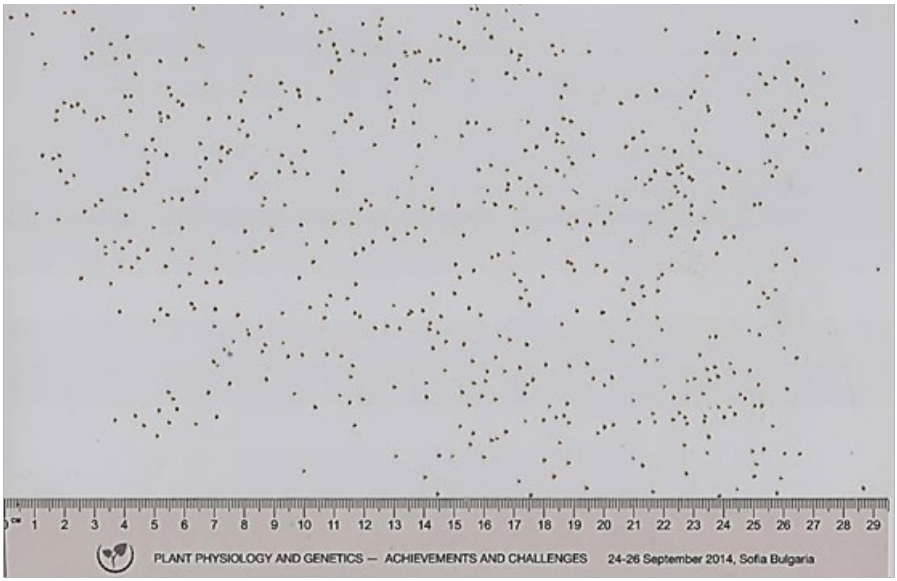


Рис. 3. Сканированное изображение мелких семян двурядника тонколистного

Однако даже такие «микроскопические» семена по линейным размерам достоверно отличаются между партиями (таблица 3), что позволяет использовать программу для морфометрического анализа разнокачественности мелких семян.

Таблица 3. Линейные параметры разнокачественных семян двурядника тонколистного

№№ образцов	Площадь, мм^2		Периметр, мм		Длина, мм		Ширина, мм	
	Сред. значение	Довер. интервал	Сред. значение	Довер. интервал	Сред. значение	Довер. интервал	Сред. значение	Довер. интервал
1	1,074	0,026	3,771	0,048	1,416	0,020	1,023	0,015
2	0,911	0,019	3,458	0,039	1,303	0,015	0,932	0,011
3	0,927	0,016	3,479	0,032	1,285	0,013	0,974	0,011
4	0,981	0,022	3,593	0,040	1,341	0,017	0,988	0,014
5	0,888	0,021	3,411	0,042	1,275	0,016	0,934	0,014

Следует отметить, что в данном случае (при работе с мелкими семенами) альтернативы цифровому анализу нет, поскольку механическое измерение тут не представляется возможным.

Заключение

1. Информативность метода цифровой морфометрии и точность измерений позволяет судить о матрикальнойразнокачественности семян, обусловленной как разноярусным их расположением на материнском растении, так и в пределах соцветия.

2. Степень вызреваемости семян может быть успешно определена путем анализа цветовых характеристик поверхности семян по шкале аддитивной цветовой модели RGB.

3. Метод цифровой морфометрии при анализе мелких семян практически не имеет альтернативы.

Список литературы

1. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Иванова М.И.Морфометрия разнокачественности семян овощных зонтичных культур в процессе формирования и прорастания. Вестник Алтайского госу-

дарственного аграрного университета. 2014. № 7 (117). С. 26-32.

2. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Иванова М.И. Морфомет формирующихся и прорастающих семян пастернака и укропа Пермский аграрный вестник. 2014. № 3 (7). С. 38-44.

3. Arkhipov M.V., Priyatkin N.S., Zhuravleva E.V. A comprehensive approach to studies of the problem of inhomogeneity of seeds by biophysical methods. Вкниге: SCIENCE. INFORMATION. SPIRIT XVIII International Scientific Congress: bioelectrography. 2014. С. 19-20.

4. Demyanchuk A., Grundas S., Velikanov L. Identification of Wheat Morphotype and Variety Based on X-Ray Images of Kernels. Advances in Agrophysical Research. 2013. Ch. 10. P. 223-267.

5. Nielsen M.S., Feidenhans'l R., Damkjær K.B. Quantitative in-situ monitoring of germinating barley seeds using x-ray dark-field radiography.Journal of Food Engineering. 2017. Т. 198. С. 98-104.

6. Kapadia V.N., Sasidharan N., Patil K. Seed Image Analysis and Its Application in Seed Science Research // Advances in Biotechnology and Microbiology. 2017. Vol.7. Iss. 2. P. 1-3.

7. Sandeep Varma V., Kanaka Durga K., Keshavulu K. Seed image analysis: its applications in seed science research // International Research Journal of Agricultural Sciences. 2013. Vol. 1(2). P. 30-36.

УДК 664.64; 664.644.51

М.В. Носова, Г.Ф. Дремучева, к.т.н., ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности»

ВЛИЯНИЕ ХЛЕБОПЕКАРНОГО УЛУЧШИТЕЛЯ АМИЛОКС-6-1 НА КАЧЕСТВО ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПШЕНИЧНОЙ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ МУКИ ВЫСШЕГО СОРТА

В современном хлебопекарном производстве хлебопекарные улучшители достаточно широко используют для следующих целей: интенсификации процесса брожения, улучшения и стабилизации реологических свойств теста, органолептических и физико-химических показателей качества, расширения ассортимента, снижения степени черствения, предотвращения заболевания хлеба картофельной болезнью, увеличения срока годности хлебобулочных изделий и др.

В состав хлебопекарныхулучшителей, предлагаемых как зарубежными, так и отечественными производителями, как правило, включают ферментные препараты с различными активностями: амилолитической, эндо-ксиланазной, липазной, фосфолипазной,глюкозооксидазной и др[1, 2].

В ФГАНУ НИИХП в рамках НИР № 0593-2019-0005 «Совершенствование и развитие методологической базы и технологических решений для повышения качества и безопасности хлебобулочных изделий, экологичности и конкурентоспособности производства» разработана серия хлебопекарных улучшителей Амилокс-6.В данной статье показановлияние одного изразработанныхлебопекарных улучшителей(Амилокс-6-1) на основе ферментных препаратов (ФП) отечественного производства на показатели качества батонов нарезных из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта с пониженной автолитической активностью.

Ключевые слова: хлебопекарныйулучшитель, ферментные препараты.

M.V. Nosova, G.F. Dremucheva

THE INFLUENCE OF BREAD IMPROVER ANILOX-6-1 ON THE QUALITY OF BAKERY PRODUCTS FROM WHEAT BAKING FLOUR

Currently, for the baking industry of the Russian Federation, foreign and domestic manufacturers offer a wide range of baking improvers for various functional purposes: to intensify the fermentation process, improve and stabilize the rheological properties of the dough, organoleptic and physico-chemical quality indicators, expand the range, reduce the degree of stale bakery products during storage, prevent the disease of bread potato disease, increase the shelf life of products, etc. The composition of baking improvers offered by both foreign and domestic manufacturers usually include enzyme preparations. [1, 2].

The task of this work is to determine the influence of the developed bakery improver based on enzyme preparations (FP) of domestic production on the quality indicators of loaves of sliced wheat flour baking of the highest grade of satisfactory quality. The work was carried out IN fsanu NIIHP in the framework of research № 0593-2019-0005 «Improvement and development of methodological base and technological solutions to improve the quality and safety of bakery products, environmental friendliness and competitiveness of production».

Keyword:bakery improver, enzyme preparations.

Хлебопекарные улучшители представляют собой смеси, включающие ФП, окислители, эмульгаторы, минеральные соли и другие компоненты. Функциональное назначение хлебопекарных улучшителей- ускорение технологического процесса, корректи-

ровка хлебопекарных свойств муки, стабилизация качества замороженных полуфабрикатов, предотвращение заболевания хлеба «картофельной болезнью», плесневения изделий, увеличение срока хранения продукции в свежем виде и др.

В данной статье изложены результаты исследованияразработанного хлебопекарного улучшителя Амилокса-6-1 на показатели качества батонов нарезных из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, в состав которого помимо эмульгаторов и минеральных солей включены отечественные ферментные препараты нового поколения (Амилоризин (с альфа-амилазной активностью), Протозим (с эндо-ксиланазной и экзо-пептидазной активностью),Солизим (с липазной активностью)).

В работе использовали муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта с пониженной автолитической активностьюсо следующими показателями: массовая доля влаги – 14,1 %, белизна – 55,0 ед.приб. Р3-БПЛ, массовая доля сырой клейковины – 28,0 %, качество клейковины – 55 усл. ед. приб. ИДК, ЧП –320 с, кислотность – 2,4 град.

Тесто готовили по рецептуре батона нарезного безопарным способом.

Контрольную пробу теста готовили без хлебопекарного улучшителя, опытные - с хлебопекарнымулучшителем Амилокс-6-1 в количестве 0,05 % от массы муки.

Часть батонов после выпечки и остывания в течение двух часов не упаковывали, часть батонов упаковывали в полипропиленовые пакеты, горловину пакетов скрепляли клипсой. Изделия в упакованном виде хранили 96 ч при комнатной температуре.

Анализ неупакованных батонов по органолептическим и физико-химическим показателям проводили через 24 ч после выпечки.

Физико-химические и органолептические показатели

качества батонов определяли общеизвестными методами. Для сравнительной органолептической оценки изделий: вкуса, запаха, эластичности и структуры пористости мякиша, разработали систему дескрипторов. Показатели оценивали по пятибалльной шкале, каждый балл этой шкалы количественно выражает определенный уровень качества: балл 5 – отличный, 4 – хороший, 3 – удовлетворительный, 2 – недостаточно удовлетворительный, 1 – неудовлетворительный.

В табл. 1 представлена характеристика балловой оценки качества батонов.

Степень черствости изделий определяли через 96 ч. после выпечки по Методике «Оценка степени черствости хлебобулочных изделий СТП−1703». Методика основана на определении усилия нагруженияиндентора «Цилиндр Ø 36» диаметром 36 мм (с округленной кромкой) при его внедрении в ломоть батона толщиной 25 мм на глубину 6,25 мм (со скоростью движения 1 мм/с при начальном усилии касания 5 г) и установлении конечного усилия нагружения на инденторе, а затем осуществляется реверсивное его движение до усилия 5 г. Показатель конечного усилиянагружения на инденторе может быть принят за показатель мягкости мякиша.

Таблица 1. Балловаяоценка органолептических показателей качества батонов нарезных

Показатель	Уровень качества, балл				
	5	4	3	2	1
Эластичность мякиша	Очень эластичный	Эластичный	Удовлетворительно эластичный	Недостаточно эластичный	Неэластичный
Цвет корки	Светло-коричневый	Темно-желтый	Желтый	Светло-желтый	Темно-коричневый

Структура пористости	Мелкая	Мелкая и средняя с преобладанием мелкой	Мелкая и средняя	Мелкая и средняя с преобладанием средней	Средняя
Вкус	Характерный для данного вида изделий, приятный, интенсивно выраженный	Характерный для данного вида изделий, приятный, выраженный	Характерный для данного вида изделий, слабовыра-женный	Несвойственный для данного вида изделий, невыраженный, слегка кислый	Неприятный, несвойственный для данного вида изделий, кислый, пересоленный, посторонний
Запах	Характерный для данного вида изделий, приятный, интенсивно выраженный	Характерный для данного вида изделий, приятный, выраженный	Характерный для данного вида изделий, слабовыра-женный	Неприятный, несвойственный для данного вида изделий, невыраженный, слегка посторонний	Неприятный, несвойственный для данного вида изделий, неприятный, посторонний, кисловатый

Показатели качества неупакованных батонов через 24 ч хранения приведены в табл. 2.

Из данных табл. 2 видно, что хлебопекарный улучшитель Амилокс-6-1 повышает качество батонов: по сравнению с контролем удельный объем батонов возрастает на 8,3 %,пористость мякиша - на 1,2 %, деформация сжатия мякиша – на 35,2 % и упругости – на 36,4 %, но несколько снижается формоустойчивость батонов - на 3,6 %.

Таблица 2. Показатели качества неупакованных батонов нарезных из пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта через 24 ч. после выпечки

Наименование показателей	Показатели после хранения, в течение 24 ч.	
	Контроля	Батона с хлебопекарным улучшителем Амилокс-6-1
Влажность мякиша, %	42,2	42,1
Пористость мякиша, %/ Прирост к контролю, %	82	83/+1,2
Кислотность мякиша, град	1,3	1,3
Удельный объем хлеба, г/см^3 / Прирост к контролю, %	3,6	3,9/+8,3
Формоустойчивость хлеба, (H/D)/ Прирос к контролю, %	0,55	0,53/-3,6
Структурно-механическиесв-ва мякиша, ед. пенетрометра:		
ΔH сж./ Прирост к контролю, %	88	119/+35,2
ΔH упр./Прирост к контролю, %	66	90/+36,4
ΔH пл.	22	29

Батоны с хлебопекарным улучшителем Амилокс-6-1 обладают более мелкой пористостью мякиша, более светлым мякишем, более выраженным вкусом и запахом (рис. 1).

Показатели средних значений усилия нагружения на инденторе в каждой из трех точек, полученные при исследовании мякиша батонов, хранившихся в упакованном виде в течение 96 ч, показали, что усилие нагруженияиндентора при внедрении в мякиш контроля было больше на 21,7 % по сравнению с этим показателем опытного образца (рис. 2).

Следовательно, более мягким являлся мякиш батона схлебопекарным улучшителем Амилокс-6-1.

Таким образом, проведенные исследования показали высокую технологическую эффективность хлебопекарного улучшителя Амилокс-6-1, созданного на базе отечественных ФП в улучшении органолептических, физико-химических показателей качества и структурно-механических свойств мякиша хлебобу-

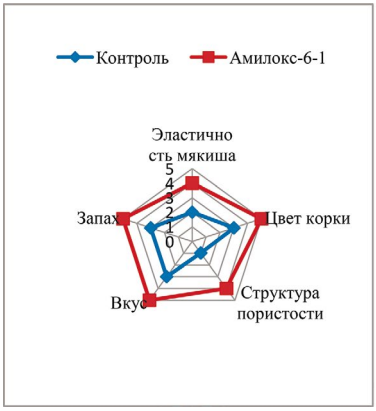


Рисунок 1. Органолептические показатели батонов с Амилоксом-6-1

Рисунок 2. Средние значения усилия нагружения мякиша контроля и батонов с Амилоксом-6-1

лочных изделий из пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта спониженной автолитической активностью.

Список литературы

1. Носова, М.В. Использование ферментных препаратов отечественного производства при разработке мультэнзимных композиций для целей хлебопекарной отрасли/ М.В. Носова, Г.Ф. Дремучева // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: сборник материалов III Международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИТТИ. – Краснодар. – 2019. – Ч. 1. С. 111-115.

2. Дремучева, Г.Ф., Исследование влияния ферментного препарата Амилоризина на качество хлеба из пшеничной муки / Дремучева Г.Ф., Невский А. А., Цурикова Н.В // V международная научно-практическая конференция «Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века», Краснодар, - 2017. - С. 125-130.

УДК 664.66.022.39

О.И. Парахина, к.т.н., **Л.И. Кузнецова,** д.т.н., **Т.А. Гаврилова,** Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ НИИХП, **Н.О. Дубровская,** к.т.н., доц., ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТУРНОГО СОСТАВА СМЕСИ МУЧНОЙ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Оптимизирован рецептурный состав смеси мучной хлебопекарной для производства безглютеновых хлебобулочных изделий за счёт использования нетрадиционного для хлебопечения растительного сырья. Исследована водоудерживающая способность сырья, реологические свойства теста (динамическая вязкость), физико-химические и органолептические показатели готовых изделий. Разработанная смесь для производства безглютеновых хлебобулочных изделий позволит расширить ассортимент продуктов питания для больных целиакией, приведёт к повышению пищевой ценности и удовлетворению суточной потребности в некоторых пищевых нутриентах.

Ключевые слова: смесь мучная хлебопекарная, безглютеновые хлебобулочные изделия, структурообразователи, водоудерживающая способность.

O.I. Parakhina, L.I. Kuznetsova, T.A. Gavrilova, N.O. Dubrovskaya

OPTIMIZATION OF THE RECIPE COMPOSITION OF FLOUR BAKING MIXTURE FOR THE PRODUCTION OF GLUTEN-FREE BAKERY PRODUCTS

The recipe composition of the flour baking mixture for the

production of gluten-free bakery products is optimized due to the use of non-traditional vegetable raw materials for baking. The water-holding capacity of raw materials, rheological properties of the test (dynamic viscosity), physical-chemical and organoleptic characteristics of finished products were studied. The developed mixture for the production of bakery products will expand the range of food products for patients with celiac disease, will lead to an increase in nutritional value and meet the daily need for some food nutrients.

Key words: baking flour mixture, gluten-free bakery products, structure-forming agents, water-holding capacity.

Всвете ростачисла различных генетических заболеваний среди населения Российской Федерации,большойинтерес отводится производству продуктов функционального испециализированного назначения, в том числебезглютеновыхс содержанием глютенане более 20 мг/кг для потребителейстрадающихцелиакией (глютеновойэнтеропатией) [1].

Соблюдение аглютеновой диеты является единственным способом лечения целиакии (глютеновойэнтеропатии), причина возникновения которой кроется в непереносимости организмом глютеновой фракции белков (глютена): проламинов (глиадин пшеницы, секалин ржи, гордеин ячменя и авенин овса) и глютенинов, у генетически предрасположенных людей, численность которых динамично увеличивается. Кроме того, согласно «Основам государственной политики в области рационального питания населения до 2020 года», а также учитывая, что хлеб в России традиционно является одним из важных и востребованных продуктов питания, расширение ассортимента хлебопекарных смесей для производства безглютеновых хлебобулочных изделийв условиях производства и в домашних условиях, является актуальным и своевременным.

На сегодняшний день нет точных статистических данных

по распространенности заболевания целиакией среди населения России. Во – первых, регулярные исследования случаев заболевания целиакией не проводятся. Последние официальные исследования проводилисьв 2012 году в лаборатории диагностики аутоиммунных заболеваний СПбГМУ им. Павлова с участием 1019 человек. В итоге у 4,4% пациентов (45 человек) выявлен один маркер целиакии, а полный комплекс симптомов встречается у 2,2% пациентов (22 человека). По данным общества больных целиакией «Эмилия», в Санкт-Петербурге предполагаемое количество людей с таким диагнозом составляет около 50 тысяч человек, что соответствует 1:107 [2].Следовательно, согласнопредставленной статистике, в России примерно от 1,5 до 6,5 млн. человек должны обеспечиваться безглютеновой продукцией. Вместе с тем в некоторых регионах РФ просто невозможно провести диагностику заболевания и, более того, приобрести специальные продукты.

При изучении динамики ассортимента безглютеновой продукции было выявлено, что хлеб - самый популярный безглютеновый продукт, что подтверждается исследованиями мирового рынка безглютеновой продукции, согласно которымболее 50% рынка составляют хлебобулочные изделия, на втором месте – мучные смеси.

В России ассортимент отечественных безглютеновых хлебобулочных изделий промышленного производства крайне мал, что связано с трудностями при их производстве, поскольку это особый вид деятельности, требующий строгого разделения складов хранения сырья, производственных площадей, применения жёстких режимов уборки и мойки оборудования, на котором выпускаются хлебобулочные изделия, а также специальной подготовки персонала, для предотвращения возможной случайной контаминации безглютеновых изделий [3, 4].Поэтому основную долю рынка отечественной безглютеновой продукции занимают не готовые хлебобулочные изделия, а мучные кондитерские и макаронные изделия, а также композитные смеси, позволяющие из-

готавливать хлебобулочные и мучные кондитерские изделия, как в условиях производства, так и в домашних.

В Санкт-Петербургском филиале ФГАНУ НИИХП в рамках государственного задания № 0593-2019-0008 «Разработать теоретические основы создания композитных смесей для хлебобулочных изделий с использованием физических методов воздействия, обеспечивающих гомогенность, стабильность смесей и биодоступность нутриентов, для оптимизации рационов питания населения России» проводятся исследования по разработке научно-обоснованного ассортимента смесей для производства безглютеновых хлебобулочных изделий, за основу которых приняты ранее разработанныесмеси мучные хлебопекарные по ТУ 10.61.24 – 288 – 11163857 – 2018[5].

В рамках данной работы былизучен отечественный рынок сырья, проведены исследования по подбору структурообразователей и других ингредиентов, не содержащих глютеновую фракцию белков,и отвечающих требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания».

Изучена возможность использования современных структурообразователейв виде муки из шелухи семян подорожника (псиллиум), одновременно являющейся источником пищевых волокон;хитозана, обладающего способностью связывать и выводить ионы тяжёлых металлов; а также изолятов соевого, гороховогo и сывороточного белка, одновременно являющихся белковыми обогатителями.

Проведены исследования по изучениюводоудерживающей способностивыбранных структурообразователей и белковых обогатителей.

Установлено, что наибольшей водоудерживающей способностью обладает псиллиум - 1122%, что в 3,2 и 5 раз выше, чем у

крахмала экструзионного и хитозана соответственно. Среди белковых обогатителей наибольшую водоудерживающую способность показал изолят соевого белка, что в 1,5 раза больше чем у изолята горохового белка.Изолят сывороточного белка проявил себя как водорастворимый белок, поэтому его можно использовать только как белковый обогатитель.

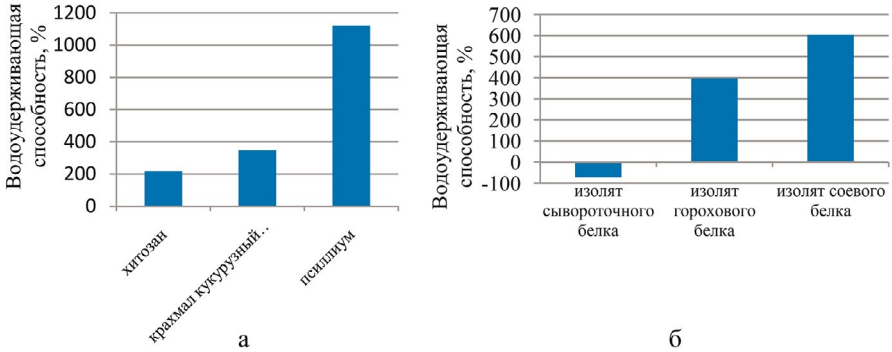


Рисунок 1. Водоудерживающая способность структурообразователей (а) и белковых обогатителей (б)

Для формирования опытной смеси в качестве дополнительного источника белка, пищевых волокон, витаминов группы В, Е и других макро- имикроэлементов использовали гречневую муку. Кроме того в состав смеси вводилимуку рисовую, крахмал кукурузный, сахар белый и соль пищевую.

Для выявления рациональной дозировки псиллиума в составе опытной смеси, его вводили в количестве от 1 до 2,5% к массе смеси с шагом 0,5%, и проводили выпечки хлеба на основе опытных и контрольной образцов безглютеновой смеси.

В качестве контроля в исследованиях использовали смесь хлебопекарную мучную «Рисово-гречневую с соевым белком» ТУ 10.61.24 – 288 – 11163857 – 2018.

Тесто замешивали влажностью 54,0 % с добавлением

прессованных дрожжей, растительного масла и воды. Полученное тесто формовали на тестовые заготовки массой 280 г, укладывали в формы и расстаивали в расстойном шкафу в течение 32 – 43 минут при температуре 36 – 38ºС и относительной влажности воздуха 75-85%. Расстоявшиеся тестовые заготовки выпекали в увлажненной пекарной камере при 210ºС в течение 18 минут.

Изучение реологических свойств теста проводили с помощью ротационного вискозиметра «Реотест-2».Установлено, что при повышении дозировки псиллиума наблюдалось резкое увеличение динамической вязкости теста (рисунок 2 б), причём в образце теста из смеси без добавления псиллиума динамическая вязкость теста была очень низкой, а его консистенция – жидкой. При дозировке псиллиума в количестве 1,5 % показатели вязкости опытного и контрольного образцов теста (рисунок 2 а, б) были одинаковыми, а в количестве 2% и 2,5 % выше на 33% и 66% соответственно, что подтверждает хорошие свойства псиллиума в качестве структурообразователя, способствующего поглощению влаги до начала процесса клейстеризации крахмала и как средства захвата и стабилизации пузырьков газа.

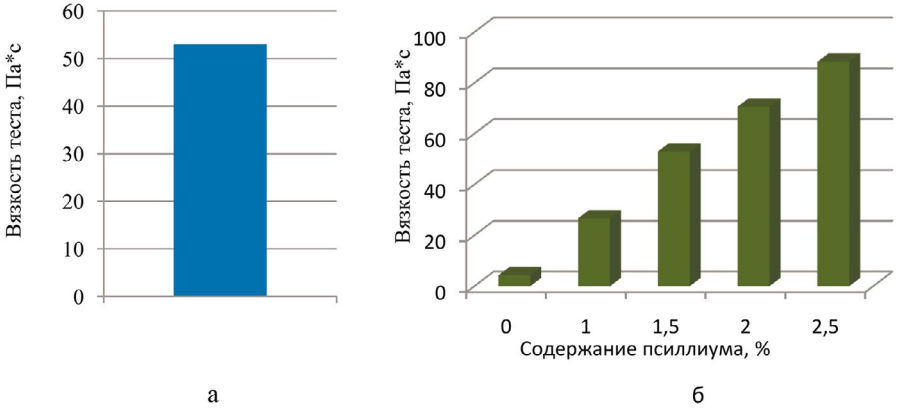


Рисунок 2. Динамическая вязкость (скорость деформации 9 с-1) теста из контрольной (а) и опытных(б) безглютеновых смесей

Готовые изделия анализировали по физико-химическим и органолептическим показателям качества.

Установлено, что влажность мякиша (рисунок 3 а) увеличивалась в опытных образцах, особенно с 2,0 и 2,5% псиллиума, однако на ощупь хлеб был сухой, что связано со способностью псиллиума переводить влагу из свободного состояния в связанное. Используемые в составе опытной смеси ингредиенты оказали благоприятное влияние на показатели сжимаемости мякиша хлеба. Так, показатель сжимаемости в хлебе из опытной смеси с 1% - 2,5% псиллиума увеличился в 3,1 – 3,3 раза, без псиллиума – в 2,8 раз соответственно по сравнению с контролем (рисунок 3 б). Кроме того, данный показатель в хлебе из опытной смеси без псиллиума был на 13 - 19% меньше чем в хлебе из опытных смесей с использованием псиллиума, что свидетельствует о замедлении процесса черствения хлеба. Кислотность мякиша хлеба в опытных образцах из смеси с 1,5 – 2,5% псиллиума немного повысилась по сравнению с контролем (рисунок 3 в).

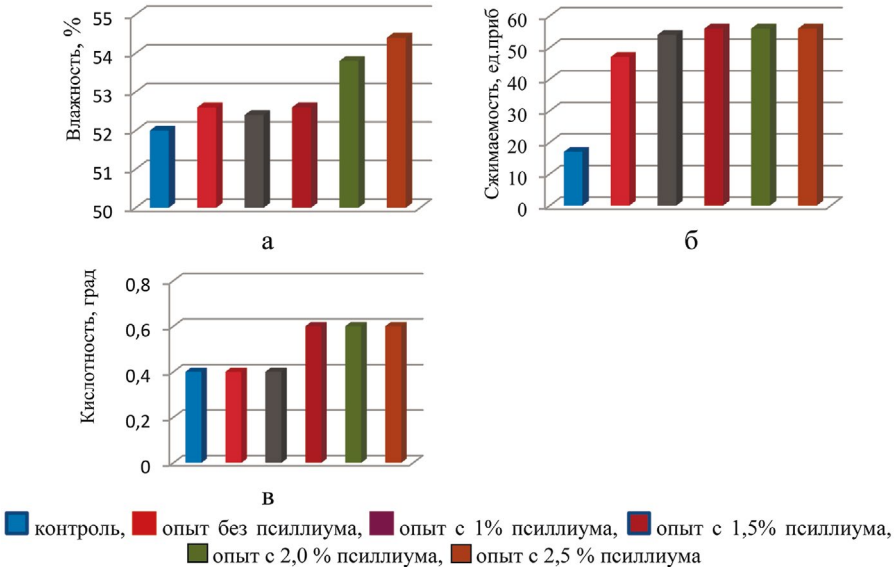


Рисунок 3. Влияние дозировки псиллиума в составе смеси на показатели влажности (а), сжимаемости мякиша (б), кислотности (в) безглютеновых хлебобулочных изделий

Результаты органолептической оценки показали, что опытные образцы хлеба имели коричневый цвет корки, более тёмный, близкий по цвету к ржано-пшеничному хлебу, и упругий, в то же время эластичный, мягкий мякиш. Улучшились вкусовые характеристики готовых изделий - вкус и запах стал более выраженным по сравнению с контрольным образцом.

На основании полученных физико-химических и органолептических показателей качества безглютеновых хлебобулочных изделий установлено оптимальное содержание псиллиума в составе безглютеновой смеси – 1,5 % к массе смеси. Поэтому дальнейшие изучения пищевой ценности в 100 г безглютенового хлеба проводили при сравнении данного опытного образца с контролем.

Влияние разработанной опытной бесклейковинной смеси на пищевую ценность 100 г безглютеновогохлеба устанавливали расчетным путём.

Установлено, что в опытном образце безглютенового хлеба наблюдается значительное повышение содержания белка, пищевых волокон и золы в 4, 2 и в 1,5 раза соответственно по сравнению с контрольным образцом. Увеличилось содержание витаминов В1 и РР - на 50 и 38,5% и минеральных веществ (натрия, калия, магния и железа) на 36%, 27,3%, 72,3% и 100% соответственно.

Таким образом, исследования показали, что использование разработанной безглютеновой смеси способствует расширению ассортимента хлебобулочных изделий специализированного назначения, улучшению органолептических и физико-химических показателей, а также повышению пищевой ценности готовых изделий.

Список литературы

1. ТР ТС 027/2012 О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания.

2. Романовская, И. Ответственность – самое главное в производстве безглютеновой продукции / И. Романовская // Кондитерская и хлебопекарная промышленность.-2019.-№1 (78) - С. 14 – 15.

3. ГОСТ Р 54762-2011. Программы предварительных требований по безопасности пищевой продукции. Часть 1. Производство пищевой продукции.

4. Ковэн, С. Технологии хлебопечения / С. Ковэн. – Перевод с англ. – СПб.: Профессия, 2017. – 416 с.

5. Кузнецова, Л.И. Поликомпонентные смеси для производства безглютеновых изделий / Л.И. Кузнецова, Н.О. Дубровская // Хлебопекарное производство.- 2014 - №10 - С. 20 - 22.

УДК 663.316.066.1

Н.М. Подгорнова, д.т.н., проф., **С.М. Петров,** д.т.н., проф., Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского

ПРИМЕНЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ МЕМБРАН ПРИ ОСВЕТЛЕНИИ И ПАСТЕРИЗАЦИИ СОКОВ ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ

Рассмотрен нутриентный профиль яблочного сока прямого отжима. Обоснована эффективность применения тангенциальной микрофильтрации яблочного сока на керамических мембранах на этапах осветления и пастеризации с целью повышения его качества для детского питания.

Ключевые слова: яблочный сок, прямой отжим, микронутриенты, биологически активные вещества, керамические мембраны, детское питание.

N.M. Podgornova, S.M. Petrov

APPLICATION OF CERAMICMEMBRANES IN THE CLARIFICATIONAND PASTEURIZATION OF JUICESFOR BABY FOOD

Considered the nutrient profile of apple juice of direct extraction. The efficiency of using tangential microfiltration of apple juice on ceramic membranes at the stages of clarification and pasteurization with the aim of improving its quality for baby food is substantiated.

Key words: apple juice, direct extraction, micronutrients, biologically active substances, ceramic membranes, baby food.

Яблочный сок содержит 30 пищевых и биологически активных веществ. Наиболее значимыми с точки зрения обеспечения человека микронутриентами и минорными биологически

активными веществами для яблочного сока промышленного производства являются калий, хром и гидроксикоричные (большей частью хлорогеновые) кислоты. Один стакан яблочного сока (250 мл) содержит около 8 % от суточной потребности калия, 12,5 % - хром и около 150 % - гидроксикоричных кислот. Кроме этого, яблочный сок прямого отжима является значимым источником витаминов С и А, витаминов группы В и витамина Р, а также в небольшом количестве инозитола, фолиевой кислоты и биотина [1]. В состав яблочного сока входит комплекс полифенольных веществ, благодаря которому он обладает антиоксидантными свойствами.

Для производства яблочного сока прямого отжима используют в основном комплексные механизированные линии, на которых сок вырабатывается примерно по одинаковой технологии, отличается только применяемое оборудование. После дробления вымытых яблок мезга поступает в шнековый пресс для отделения сока прямого отжима. Отпрессованный сок собирается в сборник и насосом подается на предварительную фильтрацию через сито для отделения крупных частиц мякоти, попавших в сок при прессовании, а затем на осветление сепарированием или тонким фильтрованием.

В процессе производства осветленных соков растворимые в воде сахара, кислоты, свободные аминокислоты, аскорбиновая кислота, витамины группы В, значительная часть минеральных и фенольных веществ практически полностью переходят в продукт, а нерастворимые или плохо растворимые в воде полисахариды (за исключением растворимых пектинов, липидов и каратиноидов) практически полностью остаются в плодовых выжимках [2].

Пектиновые вещества, которые содержатся в яблоках в значительном количестве, снижают выход сока. При термической обработке происходит расщепление пектина и его разрушение, но при этом возникают необратимые потери химических компонентов соков. Поэтому расщепление пектинов в настоящее время проводится совместно с добавлением ферментных препаратов, содержащих различные пектолитические и другие ферменты. Механизм действия ферментов сильно отличается друг от друга.

В зависимости от происхождения того или иного фермента (микроорганизмы, растения) отмечаются и различия в отношении их активности. При этом различаются следующие показатели: оптимум величины pH, активация и торможение под действием катионов, стабильность температуры и pH, степень полимеризации конечных продуктов, а у экзоферментов – разрушение связи при редуцирующем и нередуцирующем конце цепи.

В яблочном соке всегда присутствует крахмал, который вызывает его помутнение с образованием осадка. С целью предотвращения этого нежелательного явления при осветлении сока проводят полное расщепление крахмала с помощью ферментных препаратов амилолитического действия. Перед ферментативной обработкой яблочный сок нагревают до температуры 50-55°С, в результате чего крахмал клейстеризуется, растворяется и становится доступным для действия ферментов. Дозировка ферментного препарата, например, Экстраферм G-500 зависит от содержания крахмала в яблочном соке и обычно составляет 5-15 см3/10 гл сока. Для повышения эффективности действия препарата рекомендуется непосредственно перед применением развести его 10-20 кратным объемом воды.

Пастеризация (при температуре ниже 100°С) плодово-ягодных соков выполняет две задачи, которые трудно точно разграничить: уничтожение микроорганизмов, вызывающих порчу, и инактивация ферментов, в первую очередь комплекса фенолазы. Известно, что пастеризация изменяет химический состав яблочных соков, pH, содержание растворимых сухих веществ, титруемую кислотность, цвет. В таблице отмечены химические и микробиологические риски при производстве яблочного сока прямого отжима.

Как следует из таблицы риски ухудшения качества яблочного сока, получаемого по традиционной технологии связаны со следующими факторами: содержание мякоти в яблочном соке; параметры режимов пастеризации яблочного сока; обработка ферментными препаратами.

В работе [3] показано, что существенно снизить и даже исключить риски № 2, 3 возможно по технологии осветления сока

прямого отжима с тангенциальной микрофильтрацией на керамических мембранах. В этом случае при трансмембранном давлении 6 ат получают пермеат— поток, прошедший через мембрану и ретентат— не прошедший через мембрану поток на выходе из мембранного аппарата. При этом отмечается общая тенденция улучшения качества сока по всем показателям. Проведенные анализы на бактериальную зараженность показали полное отсутствие бактерий, дрожжей и грибов во всех микрофильтрационных соках.

Таблица. Химические и микробиологические риски при производстве яблочного сока прямого отжима по типовой технологии

№	Этапы технологии	Сущность рисков	Вид технологического контроля
1	Дробление	Окисление полифенолов	Контроль качества дробления
2	Ферментативная обработка сока	Избыточное внесение ферментов, и неполная их инактивация	Контроль внесения ферментов и температуры сока. Тесты на пектин и крахмал
3	Пастеризация	Микробиологическое загрязнение. Снижение потребительских качеств сока за счет перегрева при термообработке	Контроль температуры и времени термообработки сока

Сопоставление показателей яблочного сока, пропущенного через традиционный слоевой фильтр и керамические мембраны, свидетельствует об отсутствии в порах последних химических превращений, что позволяет рассматривать микрофильтрацию как физический процесс.

Высокое качество фильтрата объясняется формированием на поверхности и внутри пор мембран многоканальной и сетчатой структуры из коллоидных частиц и высокомолекулярных компонентов сока.

Таким образом, соки, полученные микрофильтрацией, кристально прозрачны, стерильны и по массовой доле компонентов превосходят соки, полученные по традиционной технологии

с применением диатомитовыхфильтров, и могут быть рекомендованы для детского питания.

Для повышения качества осветленного яблочного сока прямого отжима требуется технологическое решение следующих вопросов:

- замена традиционного оборудования с фронтальной фильтрацией на аппараты с керамическими мембранами и тангенциальной микрофильтрацией;
- снижение температуры пастеризации для сохранения химического состава и витаминного комплекса;
- сохранение ароматообразующих веществ;
- заметное снижение количества (и даже исключение) дорогостоящих ферментных препаратов, используемых для осветления и увеличения выхода сока.

Список литературы

1. Иванова Н.Н. Нутриентный профиль яблочного сока / Н.Н. Иванова, Л.М. Хомич, И.Б. Перова // Вопросы питания. - 2017. - Том 86, № 4. - С.125-136.

2. Елисеева Л.Г., Гришина Е.В., Горожанин П.П. Влияние технологии производства соков на их химический состав / Л.Г. Елисеева, Е.В. Гришина, П.П. Горожанин // Евразийское Научное объединение. - 2016. - № 4. – С.17-18.

3. Алюханова О.А. Ультрафильтрационное осветление яблочного сока / О.А. Алюханова; В.Н. Водяков // Техника и оборудование для села. - 2011. - №6. - С.17-19.

УДК 664.69

С.О. Смирнов, к.т.н., **О.Ф. Фазуллина,** к.т.н., НИИ пищеконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии – филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи»

ОБОГАЩЕННЫЕ МАКАРОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ ИЗ ПОЛБЯНОЙ МУКИ С ДОБАВЛЕНИЕМ СОЕВОЙ КЛЕТЧАТКИ И ОВОЩНЫХ ПОРОШКОВ

Количество людей с избыточным весом и ожирением постоянно растет. Малоподвижный образ жизни, преобладание в рационе высококалорийных продуктов с низкой пищевой ценностью, с большим количеством сахара и животных жиров, кроме лишних килограммов, приводят к повышенным рискам возникновения сердечно-сосудистых заболеваний, диабета, ожирения. Одним из решений проблемы избыточного веса является разнообразное сбалансированное питание и разумное снижение калорийности с учетом гликемического индекса (ГИ) продуктов. Представлены результаты исследований по расширению ассортимента и повышению качества обогащенных продуктов с низким гликемическим индексом для диетического лечебного и диетического профилактического питания при избыточном весе и ожирении. Количественный и качественный состав углеводов является основным фактором, влияющим на уровень содержания глюкозы в крови. Оптимизация рецептуры макаронных изделий путем замены пшеничной муки на компоненты с низкими показателями ГИ поможет снизить калорийность, показатели ГИ макаронных изделий и повысить их пищевую ценность. Макаронные изделия имеют большой спрос у всех групп населения, поэтому перспективны как объект для внесения обогащающих компонентов. В макаронной отрасли перспективно применение не

только зерновых культур, но и бобовых, овощных, фруктовых, ягодных. В результате исследования выбраны и обоснованы компоненты для производства макаронных изделий с низким гликемическим индексом для диетического лечебного и диетического профилактического питания при ожирении и избыточной массе тела.

Ключевые слова: макаронные изделия, гликемический индекс, полба, овощные порошки.

S.O. Smirnov, O.F. Fazullina

ENRICHED PASTA FROM SPELT FLOUR WITH ADDITION OF SOY FIBER AND VEGETABLE POWDERS

The number of overweight and obese people is constantly growing. Sedentary lifestyle, the prevalence in the diet of high-calorie foods with low nutritional value, with a large amount of sugar and animal fats, in addition to extra pounds, lead to increased risks of cardiovascular diseases, diabetes, obesity. One solution to the problem of overweight is a varied balanced diet and a reasonable reduction in calories, taking into account the glycemic index (GI) of products. The results of research on expanding the range and improving the quality of functional products with a low glycemic index for dietary therapeutic and dietary preventive nutrition in overweight and obesity are presented. The quantitative and qualitative composition of carbohydrates is the main factor affecting the level of glucose in the blood. Optimization of pasta recipes by replacing wheat flour with components with low GI will help to reduce calories, GI pasta and increase their nutritional value. Pasta is in great demand among all groups of the population, so it is promising as an object for the introduction of enriching components. In the pasta industry, the use of not only cereals, but also legumes, vegetables, fruits and berries is promising. As a result of the study, the components for the

production of pasta with a low glycemic index for dietary therapeutic and dietary preventive nutrition in obesity and overweight were selected and justified.

Key words: pasta, glycemic index, spelt, vegetable powders.

Введение

Малоподвижный образ жизни и неправильное несбалансированное питание приводят к избыточному весу. В рационе человека часто преобладают рафинированные высококалорийные продукты, жиры и простые углеводы. Избыточный вес и ожирение значительно увеличивают риски развития метаболически обусловленных заболеваний, в том числе очень распространенных во всем мире сердечно-сосудистых, эндокринологических и др. [1, 2].

Оптимизация количественного и качественного состава рациона питания по содержанию белков, жиров, углеводов, витаминов, минералов, а также разумное снижение его калорийности является одним из путей нормализации веса. Диетологи советуют уменьшить калорийность своего рациона путем ограничения сахара и животного жира. Также рекомендуются в умеренном количестве продукты, в основном содержащие сложные углеводы, белки, пищевые волокна, и продукты в целом, имеющие низкий гликемический индекс (ГИ).

Для снижения избыточного веса и, таким образом, профилактики заболеваний, связанных с ним, рекомендуются низкогликемические диеты, когда в основе рациона - сложные углеводы с низким ГИ [1, 2].

Различают три группы углеводных продуктов по ГИ: с низким уровнем – не более 55, средним уровнем ГИ – от 56 до 69, высоким ГИ – свыше 70.

Целью исследования является разработка обогащенного продукта (макаронные изделия) для расширения ассортимента пищевых продуктов для диетического лечебного и диетического профилактического питания при избыточном весе и ожирении.

Макаронные изделия являются одними из самых популярных продуктов питания как в России, так и за рубежом [3, 4, 5]. Увеличился спрос на макаронную продукцию из твердых сортов пшеницы и изделия, в состав которых включены, кроме твердой пшеницы, другие зерновые культуры, овощные или ягодные компоненты [6, 7, 8].

Макаронные изделия из мягких сортов пшеницы имеют высокую калорийность, низкую пищевую ценность и высокий ГИ - 70. Они содержат порядка 10% белка, 70% углеводов, 0,5% жира. Содержание минеральных веществ и клетчатки незначительно. Поэтому хлебопекарную муку при производстве макаронных изделий обогащают [9, 10, 11]. Популярны макаронные изделия с повышенным содержанием клетчатки, цельнозерновые, безглютеновые, с добавлением овощных, ягодных, пряно-ароматических и других компонентов, которые выпускаются как «диетические» [9, 10, 12, 13]. Использование сырья, нетрадиционного для макаронного производства, не только расширяет ассортимент, но и обогащает продукцию из хлебопекарной муки пищевыми волокнами, витаминами, минералами, другими биологически активными веществами, снижает калорийность и гликемический индекс, улучшает органолептику [3-14].

Расширение ассортимента макаронной продукции, обогащенной компонентами с повышенной пищевой и биологической ценностью (белки, пищевые волокна, витамины и др.), и с низким ГИ поможет решить задачи повышения качества питания населения и расширения ассортимента продуктов диетического лечебного и диетического профилактического питания. Разрабатываемые продукты должны отвечать физиологическим потребностям организма человека в пищевых и биологически активных веществах, проявлять ожидаемые диетические и лечебно-профилактические свойства, соответствовать требованиям качества традиционного продукта питания [1, 2, 4].

Для нашей работы в качестве основного сырья выбрана

мука полбы как зерновая культура с низким ГИ. Полбяная мука обладает низкой водопоглотительной способностью и высоким отношением упругости теста к его растяжимости. Макаронное тесто из смеси муки мягкой пшеницы и полбы получается пластичным, состоящим их мелких комочков, которые хорошо проходят приемные витки шнека. Отмечено улучшение таких важных свойств макаронного теста, как структурно-механические и физико-химические. Также отмечено положительное влияние на содержание клейковины и ее гидратационную способность, что обеспечивает лучшую пластификацию и пластичность макаронного теста [9, 15]. Целесообразность и обоснованность использования полбяной муки в макаронном производстве доказана многочисленными авторами исследований как в России, так и за рубежом [9, 15, 17].

Материалы, методы и объекты исследований

Объектами исследования были: мука полбяная цельнозерновая (ООО «Гарнец», Россия по ТУ 9293-014-89751414-11), овощные порошки (брокколи, сельдерей) низкотемпературной сушки («GreenFood Organic», Россия), куркума («Kotanyi», Индия), соевая клетчатка (Россия), готовые макаронные изделия.

При выборе сырья руководствовались теорией оптимального питания. Важная роль в процессе пищеварения и обмена веществ в целом принадлежит пищевым волокнам – важной составляющей сбалансированного здорового питания, способствующая оздоровлению организма, поддержанию здорового веса, улучшению качества и продолжительности жизни [1, 2].

За основу была взята традиционная рецептура макаронных изделий [18]. Был произведен замес опытных образцов из полбяной цельнозерновой муки с добавлением овощных порошков и клетчатки и контрольный без добавления.

Разработка рецептур макаронных изделий с низким гликемическим индексом из полбяной цельнозерновой муки с добавлением порошков брокколи, сельдерея, куркумы, соевой клетчатки.

Дегустационной комиссией утверждены следующие рецептуры, представленные в таблице.

Таблица. Рецептуры макаронного теста для производства макаронных изделий, кг/100 кг полбяной муки влажностью 14,5%

Компонент	Варианты рецептур		
	Рецептура №1	Рецептура № 2	Рецептура № 3
Соевая клетчатка	4,0	4,0	4,0
Порошок брокколи	3,0	-	
Порошок сельдерея	-	3,0	-
Порошок куркумы	-	-	3,0
Яичный порошок	3,0	3,0	3,0

Диаграмма разработанных рецептур представлена на рисунке.

Рисунок. Рецептуры макаронных изделий

В разработанных рецептурах макаронного теста расчетное содержание белка 17 г, пищевых волокон составляет 15 г на порцию 100 г сухих макаронных изделий. С учетом среднесуточных норм физиологической потребности в пищевых веществах

и энергии рассчитано удовлетворение рекомендуемой суточной потребности (РСП) в белке – 16% и пищевых волокнах – 50 %.

Заключение. В результате исследования выбраны и обоснованы обогащающие компоненты с низким гликемическим индексом для производства макаронных изделий для диетического лечебного и диетического профилактического питания при избыточном весе.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках Программы Фундаментальных научных исследований государственных академий наук (тема № 0529-2019-0065 «Разработка и оценка эффективности новых инновационных пищевых концентратов и продуктов диетического профилактического питания для спецконтингентов»).

Список литературы

1. Блохина Л.В., Кондакова Н.М., Погожева А.В., Батурин А.К. Роль изучения фактического питания в системе многоуровневой диагностики нарушений пищевого статуса пациентов с ожирением // Вопросы питания. 2009. № 5. С. 35-39.

2. Тутельян В.А., Шарафетдинов Х.Х., Кочеткова А.А. Теоретические и практические аспекты диетотерапии при сахарном диабете 2 типа. М.: Библио-глобус, 2016. 244 с.

3. Chiavaroli L, Kendall C.W.C., Braunstein C.R., etc. Effect of pasta in the context of low-glycaemic index dietary patterns on body weight and markers of adiposity: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials in adults. BMJ Open, 2018; 8:e019438. doi:10.1136/bmjopen-2017-019438.

4. Осипова, Г.А. Способы повышения биологической ценности макаронных изделий: монография/ Г.А. Осипова, С.Я. Корячкина, А.Н. Волчков // Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева. - Орёл, 2010. - 159 с.

5. Osorio-Díaz P, Agama-Acevedo E, Mendoza-Vinalay M, etc. Pasta added with chickpea flour: chemical composition, in vitro

starch digestibility and predicted glycemic index. Ciencia y Tecnología Alimentaria. 2008; 6(1): pp. 6-12.

6. Yazdankhah S., Hojjati M., Azizi M. H. The Antidiabetic potential of black mulberry extract-enriched pasta through inhibition of enzymes and glycemic index. Plant Foods for Human Nutrition. 2019, vol. 74, no. 1, pp. 149-155 https://doi.org/10.1007/s11130-018-0711-0.

7. Lalegani S., Gavlighi H. A., Azizi M. H., Sarteshnizi R.A. Inhibitory activity of phenolic-rich pistachio green hull extract-enriched pasta on key type 2 diabetes relevant enzymes and glycemic index. Food Research International. 2018, vol. 105, pp. 94-101. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.003.

8. Смирнов С.О., Фазуллина О.Ф. Использование нетрадиционного сырья в производстве макаронных изделий повышенной пищевой ценности // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49. – № 3. – С. 454-469. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-3-454-469.

9. Малютина Т.Н., Туренко В.Ю. Исследование влияния нетрадиционного вида муки на качество макаронных изделий из мягкой пшеницы // Вестник ВГУИТ.2016. № 4. С. 166-171. https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-166-171.

10. Корячкина С.Я., Холодова Е.Н., Корячкин В.П., и др. Использование тонкодисперсных овощных и фруктовых порошков в технологии макаронных изделий // Современная наука и инновации. - 2015. - № 1 (9). – С. 57-62.

11. Фазуллина О.Ф., Смирнов С.О. Использование растительных обогащающих добавок при производстве макаронных изделий: литературный обзор // Вестник Мурманского государственного технического университета. – 2019. – Т. 22. - № 3. С. 449-457. DOI: 10.21443/1560-9278-2019-22-3-449-457.

12. Silva, M. L. T., Brinques, G. B., Gurak, P. D. Use of sprouts byproduct flour for fresh pasta production. Brazilian Journal of Food Technology. 2019, Vol. 22, e2018063. https://doi.org/10.1590/1981-6723.06318.

13. Castelo-Branco V. N., Guimarães J. N., Souza L. and ets. The use of green banana (Musa balbisiana) pulp and peel flour as an ingredient for tagliatelle pasta. Brazilian Journal of Food Technology. 2017, vol. 20, e2016119, http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.11916.

14. Смирнов С.О., Фазуллина О.Ф. Макаронные изделия с низким гликемическим индексом // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2019. - № 3 (41). – С. 32-41. DOI: 10.17586/2310-1164-2019-12-3-32-41.

15. Крюкова Е.В., Лейберова Н.В., Лихачева Е.И. Исследование химического состава полбяной муки // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2014. № 2. С. 75-81.

16. Фазуллина О.Ф., Смирнов С.О. Макаронные изделия повышенной пищевой ценности с использованием полбы // Ползуновский вестник. – 2019. - № 3. – С. 13-19. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2019.03.003.

17. Filipović J., Pezo L., Filipović N., et al. Optimization of Spelt Pasta Composition, Regarding Inulin Hpx Content and Eggs Quantity. Journal of Food and Nutrition Research, 2014, Vol. 2, No. 4, pp. 167-173 DOI: https://doi.org/10.12691/jfnr-2-4-6.

18. Смирнов С.О., Фазуллина О.Ф. Обоснование компонентного состава функционального продукта с низким гликемическим индексом // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. – 2019. - № 11. С. 171-176.

УДК 664.32:639.247.453(211.17)

Г.И. Тюпкина, к.т.н., **Н.И. Кисвай, И.П. Корниенко, С.В. Свечкарева,** НИИСХ и ЭА ФКНЦ СО РАН, г. Норильск

ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ АРКТИЧЕСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

В результате научных исследований разработаны инновационные технологии глубокой переработки нетрадиционного биологического сырья с использованием жира морских животных и отходов производства экстракта из пантов северных оленей. Получены экспериментальные образцы масляных экстрактов и кормовых добавок, сбалансированных по аминокислотам, минеральному составу и витаминам. Отмечен положительный эффект использования экстракта рябины сибирской на жире нерпы при лечении поверхностных повреждений кожного покрова и слизистых оболочек у животных различных видов и для профилактики гиповитаминозов и авитаминозов.

Ключевые слова: Арктическая территория, жир нерпы кольчатой, пантовый жмых, кормовая добавка, масляный экстракт.

Tyupkina G.I. Kisvay N.I., Korniyenko I.P., Svechkareva S.V., Research Institute of Agriculture and Ecology of the Arctic - Branch of Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center», Norilsk

PROSPECTS OF PROCESSING OF NONCONVENTIONAL RAW MATERIALS OF THE ARCTIC TERRITORY

As a result of scientific research innovative technologies of deep processing of nonconventional biological raw materials with use of fat of marine animals and waste products of extract from

punts of reindeers are developed. The experimental exemplars of the oil extracts and feed additives balanced on amino acids, mineral structure and vitamins are received. The positive effect of use of extract of a mountain ash of the seal, Siberian on fat, at treatment of the superficial damages of an integument and mucosas at animal different types is noted and for prophylaxis of hypovitaminoses and avitaminosis.

Key words: Arctic territory, fat of a seal annulate, antler cake, feed additive, oil extract.

Введение. Рациональное изъятие и переработка уникальных биологических ресурсов животного и растительного происхождения, содержащих сбалансированные комплексы биологически активных веществ, – огромный резерв, который может обогатить рационы и способствовать поддержанию здоровья и жизненного тонуса населения региона, в том числе, специалистов и военнослужащих, и служить основой функциональных пищевых и кормовых добавок, фармакологических и косметических средств. Это особенно важно в свете Указа президента по Арктическим территориям и Постановлений правительства РФ.

Сотрудники НИИСХ и ЭА ФКНЦ СО РАН разработали инновационные технологии глубокой переработки биологического сырья Арктической территории с использованием нетрадиционного сырья – жира морских животных. Все разработанные технологии рекомендованы для практического внедрения.

Материал и методика исследований. Работа выполнена в Группе переработки биологического сырья и экономики Отдела природопользования. Биохимические исследования проведены в КГКУ «Таймырская зональная ветеринарная лаборатория». Испытания экспериментальных образцов корма проведены на животных (собаках), содержащихся в ООО «Бытовик» г. Норильск. Биохимический анализ крови животных выполнен в химической лаборатории МБУЗ «Городская больница №1» с использовани-

ем анализатора Boehringer Mannheim/ Hitachi 902 и автоматического многопараметрического счетчика клеток крови Sysmex® KX-21. Жирнокислотный состав исследовали во Всероссийском научно-исследовательском институте жиров г. Санкт-Петербург методом газожидкостной хроматографии - по ГОСТ 51483-99 на хроматографе Perkin-Elmer 8410. Токсичные элементы анализировали по ГОСТ 30178-96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. Для сушки растительного сырья использовали инфракрасную сушилку СКВ 04.00.000 с активной вентиляцией. Для проведения экстракции применяли ультразвуковую установку ELMASONIC S 80/H.

Результаты исследования. В последнее время в фармацевтической и косметической отраслях промышленности, производстве изделий бытовой химии все большее применение находят масляные экстракты лекарственных растений. Экстрагенты - растительные масла и животные жиры, не токсичны, содержат широкий спектр БАВ, в частности токоферолы, непредельные жирные кислоты и др., и позволяют получать суммарные фитопрепараты с высоким содержанием действующих веществ, пригодные для использования без предварительного упаривания и сушки.

Государственный регистр лекарственных средств России в числе препаратов, разрешенных к применению в стране, содержит масляный экстракт белены, масляный экстракт облепихи, шиповника, а также концентрат облепихи [1]. В народной медицине широко используются и другие лекарственные растения с целью получения из них масляных извлечений.

Следует отметить, что масла и жиры, являясь липофильными растворителями, позволяют экстрагировать целую группу ценных жирорастворимых компонентов, содержащихся в растительном сырье, таких как каротиноиды и стероиды, токоферолы, ретинол, хлорофилл, целый ряд ненасыщенных жирных кислот, витамины группы К и витамины группы D, в частности кальци-

ферол, глюкозиды, эфирные масла и другие. В таблице 1 представлены физико-химические показатели жира нерпы [2, 3].

Таблица 1. Физико-химические показатели жира нерпы

Наименование показателя	Кислотное число, мг КОН/г	Коэффициент рефракции (20 D)	Удельный вес при 15° С, кг/м^3	Число омыления мг КОН/г	Йодное число, % йода
Жир нерпы	0,3-3,7	1,478	0,92-0,93	185,9-196,0	169,3-182,9

Жир морских млекопитающих, в частности, жир кольчатой нерпы является ценным источником незаменимых жирных кислот. Концентрация омега-3 кислот, играющих важную роль в биохимических процессах организма, в жире нерпы кольчатой составляет 24,8 % [2]. Наибольшая часть жира нерпы сосредоточена в покровном сале. В остальных частях тела его содержание относительно невысокое. Толщина покровного сала у нерпы составляет 2,3 см, в период полной упитанности – 3,5 см. По органолептическим характеристикам жир-сырец нерпы имеет специфический запах, маслообразную консистенцию, сероватый оттенок. В расплавленном состоянии жир прозрачен, после перетапливания приобретает желтоватый оттенок.

Для нужд экспериментальной фармакологии учеными ГОУВПО Восточно-Сибирский государственный технологический университет разработан способ получения лекарственных средств, корригирующих иммунную и гепатобиллиарную систему организма, позволяющий получить липосомальное средство, обладающее самостоятельным лечебным действием, и расширить сырьевую базу для получения липосом, используя дешевое природное сырье [4].

В результате исследований на базе НИИСХ и ЭА ФКНЦ СО РАН экспериментальным путем определены оптимальные условия процесса извлечения полезных компонентов из растительного сырья, проведен сравнительный анализ данных по использованию различных экстрагентов: растительных масел и жира

морских млекопитающих, разработана технология получения масляных экстрактов из растительного сырья.

Пример получения экстракта с использованием в качестве экстрагента жира кольчатой нерпы: к 0,1 кг плодов рябины сибирской, предварительно высушенной в инфракрасной сушилке до влажности, предусмотренной в Государственной Фармакопее [5], измельченных до размера частиц100-200 мкм, добавляют 10 мл 10 % экстракта рябины на этиловом спирте концентрации 40 % (10 % экстракт рябины получают при настаивании в течение 7 дней 100 г порошка из плодов рябины в 900 г 40 % этилового спирта) и растирают в течение 15 минут. В полученную массу вливают 0,5 кг жира нерпы, и проводят экстракцию при температуре 55º С в течение 3 часов с последующим отделением жирового экстракта от твердой фазы центрифугированием. Получен экстракт рябины – прозрачный, темно-оранжевого цвета. Масляно-жировые экстракты могут быть рекомендованы к применению в косметической, фармацевтической и пищевой промышленности.

Технология получения масляных экстрактов из растительного сырья включает сушку, измельчение, смачивание растворителем, растирание смоченного сырья, экстракцию растительным маслом или животным жиром и отделение масляного экстракта от твердой фазы. При этом сушку растительного сырья осуществляют в инфракрасной сушилке; измельчение проводят до размера частиц 100-200 мкм; для смачивания используют растворитель, представляющий собой этиловый спирт 40° или 10 % экстракт растительного сырья на этиловом спирте концентрации не ниже 40°, растирание смоченного сырья проводят в течение 15 минут при соотношении растворитель: сырье – 1:10, экстракцию растительным маслом или животным жиром проводят в ультразвуковой установке с частотой 37 кГц, температуре 50-55 °С, в течение 3 часов при соотношении сырье: экстрагент - 1:5; масляный экстракт от твердой фазы отделяют центрифугированием. Изобретение позволяет сократить время экстракции для обеспечения

сохранности экстрагируемых биологически активных веществ из растительного сырья [6].

На базе ветеринарно-диагностического центра ООО «Диавет» проведена апробация экстракта рябины сибирской на нерпичьем жире. Отмечен положительный эффект от применения образцов масляных экстрактов как вспомогательного средства при лечении поверхностных повреждений кожного покрова и слизистых оболочек у животных различных видов и для профилактики гиповитаминозов и авитаминозов.

При проживании в экстремальных условиях Арктической территории большая часть населения содержит домашних животных (собак, кошек и др.), грызунов (хомячков, морских свинок, кроликов и др.), декоративную птицу (попугаев, канареек и др.), что способствует снижению стрессовых ситуаций, нормализации психологического климата. Кормление – один из важнейших факторов, влияющих на состояние здоровья домашних и сельскохозяйственных животных и птицы. Поэтому наши исследования были направлены на разработку технологии кормовых добавок для вышеперечисленных категорий животных и птицы.

Количественный состав ингредиентов в кормовых добавках, разработанных в лаборатории биотехнологии, был определен экспериментально, является оптимальным для предложенного способа и приведенной рецептуры, и находится в соответствии с Ветеринарно-санитарными нормами и требованиями к качеству кормов для непродуктивных животных и руководствами по кормлению животных и птицы.

Образец корма в качестве добавки содержит протеин, жир, клетчатку, минеральные вещества и витамины в количествах, благоприятных для кормления декоративной птицы, например, волнистых попугайчиков. Пример использования кормовой добавки: яйцо режут на 2 или 4 части и кладут в кормушку; добавляют 10 г

измельченной кормовой добавки, тщательно перемешивают. Подобные корма заключают в себе большое разнообразие питательных веществ и минеральных солей, необходимых попугайчикам при содержании в искусственных условиях. Особенно полезно включение таких добавок при размножении птиц, выкармливании птенцов, а также при линьке.

После привыкания к корму с добавками, непосредственно кормовые добавки могут использоваться как самостоятельный корм в рационе животных и птицы.

Технология получения кормовых добавок с использованием отходов производства экстракта из пантов северных оленей и жира морских млекопитающих включает последовательное выполнение технологических операций по смешиванию кукурузной и овсяной муки в соотношении 1:2, жира морских млекопитающих (нерпа кольчатая), воды, альфа-токоферола ацетата с пантовым жмыхом, гомогенизации полученной смеси, сушке и измельчению. Смешивание производят при следующем соотношении компонентов, масс. %: мука зерновых культур – 54,7; жир нерпы – 2,5; альфа-токоферола ацетат – 0,002; пантовый жмых – 1,8–12,8; вода – 29,99–40,99. Сушку смеси осуществляют в сушилке с инфракрасным излучением при заданных параметрах температуры 45–50° С, измельчение проводят до получения цилиндрических гранул размером 3,8–4,2×7,6–8,4 мм. Технология позволяет использовать отходы пантового производства и получить кормовые добавки, сбалансированные по аминокислотам, минеральному составу и витаминам.

По технологическим характеристикам кормовые добавки для животных и птицы, содержащие жмых пантов северных оленей, соответствуют ГОСТ Р 51849-2001 и ГОСТ Р 51899-2002. Основные технологические показатели кормовых добавок представлены в таблице 2.

Таблица 2. Технологическая характеристика кормовых добавок для животных и птицы

Наименование показателя	Показатель
Внешний вид	Гранулы цилиндрической формы с матовой поверхностью, без посторонних включений
Цвет	Соответствует цвету рассыпного корма, из которого его готовят, от светло-бежевого до темно-бежевого
Запах	Соответствует набору доброкачественных компонентов исходного корма без затхлого, плесневелого и других посторонних запахов
Массовая доля влаги, % не более	12,0
Диаметр гранул, мм	3,8-4,2
Длина гранул, мм, не более	Два диаметра
Проход через сито с отверстиями диаметром 2 мм, % не более	10
Крошимость гранул, % не более	8
Разбухаемость гранул, мин, не более	25

Апробация образцов кормовых добавок проведена на базе ООО «Бытовик» г. Норильска и на базе ветеринарно-диагностического центра ООО «Диавет» г. Норильска. Отмечено положительное влияние добавок на иммунитет животных.

Выводы. В результате научно-исследовательской работы разработаны инновационные технологии глубокой переработки нетрадиционного биологического сырья Арктической территории с использованием жира морских животных и отходов производства экстракта из пантов северных оленей. Проведена апробация экспериментальных образцов корма для домашних животных и птицы и масляных экстрактов растительного сырья. Получены патенты РФ: «Способ получения масляных экстрактов из расти-

тельного сырья»» и «Способ приготовления корма для домашних животных и птицы» [7, 8].

Список литературы

1. Машковский, М.Д. Лекарственные средства в 2-х томах / М.Д. Машковский - 15 изд. М.: ООО «Издательство Новая Волна», 2008. – 1206 с.

2. Кайзер, А.А. Биохимические показатели жира кольчатой нерпы Таймыра / А.А.Кайзер, А.А. Гнедов, В.Г. Шелепов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – Новосибирск, 2010. – № 3. – С. 59-62.

3. Ершова, М.М. Некоторые качественные показатели мяса и жира нерпы в условиях Крайнего Севера / М.М. Ершова, М.Х. Малтугуева // Инновация в науке: сб. ст. по матер. XXVII междунар.науч.-практ. конф. № 11 (24). – Новосибирск: Сибак, 2013. – С. 77-82.

4. Патент 2308940 Российская Федерация. С1 МПК А61К 9/127, А61К 39/10, А61К 35/12. Способ получения липосом, обладающих иммунокорригирующим и гепатопротекторным действием / Ламажапова Г.П., Жамсаранова С.Д., Цыренжапов А.В., Николаев С.М.; патентообладатель ГОУВПО Восточно-Сибирский государственный технологический университет. – № 2006116831/15; заявл. 16.05.2006; опубл. 27.10.2007.

5. Государственная фармакопея СССР: Вып. 2. Общие методы анализа Лекарственное растительное сырье / МЗ СССР. – 11-е изд., доп. – М.: Медицина, 1989. – 400 с., ил. (Государственная фармакопея СССР XI издание «Общие методы анализа Лекарственное растительное сырье, М: «Медицина», 1990).

6. Пономарев В.Д. Экстрагирование лекарственного сырья / В.Д. Пономарев.– М.: Медицина, 1976. - 202 с.

7. Патент 2425094 Российская Федерация. С2 МПК С11В 1/04. Способ получения масляных экстрактов из растительного сырья / Тюпкина Г.И., Шелепов В.Г., Кисвай Н.И., Кайзер А.А.;

заявитель и патентообладатель ГНУ НИИСХ Крайнего Севера. - № 2009136322/13; заявл. 30.09.2009; опубл. 27.07.2011.

8. Патент 2471360 Российская Федерация. С1 МПК А23К 1/00, А23К 1/16. Способ приготовления корма для домашних животных и птицы / Тюпкина Г.И., Прокудин А.В., Лайшев К.А., Кисвай Н.И., Конюхова Е.А.; заявитель и патентообладатель ГНУ НИИСХ Крайнего Севера. - № 2011132428; заявл. 01.08.2011; опубл. 10.01.2013.

УДК 577.1:582.29]:599.735.3(211.17)

Г.И. Тюпкина, к. т. н., **С.В. Окунева, И.П. Корниенко,** НИИСХ и ЭА ФКНЦ СО РАН, г. Норильск, **С.Л. Белецкий,** к.т.н., доц., ФГБУ НИИПХ Росрезерва

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЛИШАЙНИКОВ – КОРМА СЕВЕРНЫХ ОЛЕНЕЙ НА АРКТИЧЕСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

Приведены результаты биохимического анализа лишайников, собранных в различных зонах Арктической территории. Исследуемые лишайники имели относительно высокие показатели накопления калия, кальция и фосфора. Концентрация тяжелых металлов и микроэлементов зависела от места отбора проб, видовой принадлежности лишайников, наличия тяжелых металлов в атмосферной пыли. Являясь основой рациона северных оленей в весенне-зимний период, лишайники служат источником поступления загрязнителей в трофические цепи северных оленей, поэтому при планировании места для выпаса следует учитывать территориальную удалённость от источников загрязнения для получения высококачественной продукции.

Ключевые слова: арктическая территория, лишайники, биохимический состав, северные олени.

G.I. Tyupkina, S.V. Okuneva, I.P. Korniyenko, S.L. Beletskiy

BIOCHEMICAL STRUCTURE OF LICHENS – FORAGES OF REINDEERS IN THE ARCTIC TERRITORY

Results of the biochemical analysis of the lichens collected in various zones of the Arctic territory are given. The studied lichens had rather high rates of accumulation of potassium, calcium and

phosphorus. Concentration of heavy metals and minerals depended on the place of sampling, specific accessory of lichens, availability of heavy metals in atmospheric dust. Being a basis of a diet of reindeers during the spring and winter period, lichens are a source of pollutants in trophic chains of reindeers therefore when planning the place for a pasture it is necessary to consider territorial remoteness from pollution sources for receiving high-quality products.

Key words: arctic territory, lichens, biochemical structure, reindeers.

Введение. По Указу президента Российской Федерации территории Таймыра и Якутии включены в Арктическую зону, что требует решения проблемы качества питания и адаптации к экстремальным условиям проживания всех категорий населения [1]. Обеспечение продуктами, отвечающими требованиям здорового питания, возможно за счет комплексного использования продукции оленеводства. Мясо северного оленя – биологически полноценный, калорийный, экологически чистый продукт. Оленьи субпродукты идут не только на питание: они являются источником действенных медицинских препаратов. Побочная продукция, специальное и эндокринно-ферментное сырье также достаточно востребованы. Пастбища являются основой развития отрасли, так как олени круглый год находятся на пастбищном содержании. Под действием антропогенного, техногенного и иных факторов внешнего воздействия на Таймыре наблюдается снижение качества и оленеемкости оленьих пастбищ [2]. Растительность, в частности, лишайники в процессе роста накапливают тяжелые металлы, что позволяет использовать их для определения степени загрязнения [3].

Основным кормом северных оленей в зимний период являются лишайники. Наиболее охотно поедаемыми оленем лишайниками являются около 20 видов. На первом месте стоят кустистые кладонии, которые занимают до 99 % ягельного рациона

оленя. На втором месте – лишайники рода цетрарий и клубчатые кладонии. На третьем – группа пепельников, которая составляет до 10 % рациона оленя, хотя является наиболее питательной, по сравнению с другими видами лишайников[4].

Главной особенностью северных оленей является способность потреблять и переваривать значительное количество лишайников, благодаря выработке организмом оленей фермента лихениназы, обеспечивающему переваримость лихенина - основного питательного вещества лишайников [5]. Важную роль в питании в зимний период играют лишайники, растущие на коре деревьев в северных редколесьях, спасая оленей от бескормицы во время гололеда, крепкого наста, глубокого снега. В этот период затраты энергии на добывание корма из-под снега и терморегуляцию организма в условиях низких температур увеличиваются на 20-30 % [6].

В зимне-весенний период рацион оленя беден протеином, витаминами и минеральными веществами [7]. В одном килограмме сухого вещества пастбищного корма содержится 1,8 % переваримого протеина [8]. Углеводы, содержащиеся в ягеле, легкоусвояемые и перевариваются полностью.

Цель исследования – выявление биохимического состава лишайников, произрастающих на Арктической территории - корма для северных оленей и сырья для других отраслей промышленности.

Материал и методика исследований. Работа выполнена в Группе переработки биологического сырья и экономики Отдела природопользования. Отдельные биохимические исследования проведены в СибНИПТИЖе. Водный экстракт Cladonia stellaris получен методом горячей экстракции при давлении 15 атм. Определение аминокислотного состава проводили на автоматическом анализаторе аминокислот ААА 339Т с использованием ионообменной смолы Ostion LGFA и элюатных литиевых буферных растворах. Минеральный состав, содержание витаминов определен

на многофункциональном автоматическом анализаторе близкого инфракрасного спектра «Infropid-61».

Результаты исследования. Анализ научной литературы и результаты собственных исследований позволили установить, что биохимический состав лишайников, произрастающих на Арктической территории, представлен углеводами, аминокислотами, витаминами, макро- и микроэлементами (таб. 1, 2).

Таблица 1. Химический состав лишайников, %

Виды лишайников	Влажность	Сырая зола	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Безазотистые экстрактивные вещества
Кладония оленья	12,49	1,36	2,35	1,45	41,51	40,84
Кладония альпийская	11,09	1,15	2,54	1,80	33,06	50,36

Главнейшей составной частью лишайников являются углеводы, представленные клетчаткой и безазотистыми экстрактивными веществами. Основную часть углеводов составляет лихенин и гемоцеллюлоза – органические вещества, способные растворятся в воде или слабокислой среде желудка оленей. Несмотря на свою кормовую неполноценность (недостаточное количество азотистых и минеральных веществ), ягель представляет собой высококалорийный корм за счет легкоусвояемых организмом оленя углеводов. Северный олень переваривает лишайниковый корм значительно полнее по сравнению с другими животными. Такая приспособленность оленя к поеданию ягеля привела к преимуществу его в эволюции. Более обширная за счет лишайников кормовая база определила и большую численность дикого северного оленя по сравнению с другими видами диких копытных [4].

Проведенные исследования выявили наличие в экстракте Cladonia stellaris 24-х свободных аминокислот, в том числе, незаменимых – 10. Сумма незаменимых аминокислот составила

211,48 мг/100 мл. Из них валина содержится – 40,50; метионина – 20,89; изолейцина – 48,04; аргинина – 23,80 мг/100 мл. Концентрация лизина незначительна – 5,47 мг/100 мл. Как и в других растительных кормах, лизин присутствует в незначительном количестве, а животным он необходим для регуляции обмена азота, углеводов; он способствует интенсивному росту молодняка, активному использованию кормов, влияет на формирование эритроцитов и отложение в костях кальция. Анализ результатов содержания аминокислот в экстракте Cladonia stellaris показал, что концентрации глицина и аланина имеют максимальные значения – 658,18 и 230,92 мг/100 мл, соответственно. С точки зрения анализа аминокислот, растительные экстракты являются сложным материалом, так как кроме аминокислот они могут содержать и другие нингидринположительные вещества, такие, как амины, растительные красители, вещества, не содержащие азот, но реагирующие с нингидрином (реактивом, который в соединении с аминокислотами и некоторыми другими веществами дает характерную окраску), например, восстанавливающие сахара и др. При интерпретации хроматограммы гидролизата могут возникать затруднения из-за присутствия в образце свободных аминокислот перед гидролизом. Некоторые из этих веществ устойчивы в процессе гидролиза, их пики могут перекрываться с пиками аминокислот, что приводит к завышенным результатам. Это, вероятно, и произошло в нашем эксперименте [9].

Лишайники характеризуются низким содержанием минеральных веществ. Установлены видовые особенности содержания макро-и микроэлементов среди проб лишайников, отобранных с территорий, имеющих одинаковую экологическую обстановку.

Так, в кладонии альпийской, по сравнению с кладонией оленьей, содержится в 3,6 раза больше натрия; 1,49 – калия; 1,55 – кальция; 1,1 – цинка; 1,18 – меди. А концентрация марганца в 2,3 раза больше в кладонии оленьей (таб. 2) [4].

Таблица 2. Содержание минеральных веществ в лишайниках Таймыра

Минеральные вещества	Кладония		
	Альпийская	Оленья	Лесная
Макроэлементы, г/кг			
Натрий	1,32	0,36	0,40
Калий	1,24	0,83	1,15
Кальций	0,70	0,45	0,41
Фосфор	0,35	0,56	0,90
Хлор	0,18	0,18	0,17
Микроэлементы, мг/кг			
Марганец	4,5	12,3	7,1
Цинк	74,0	67,0	71,0
Медь	10,9	9,2	11,4
Молибден	0,08	0,06	0,08
Кобальт	0,29	0,17	0,17
Свинец	4,3	4,2	1,6

Наличие в лишайниках железа, меди, марганца позволяет считать их средством, способным улучшать процесс кроветворения, повышать защитные функции организма. Минеральные вещества принимают активное участие в процессах жизнедеятельности. Например, цинк входит в состав около 80 ферментов, участвует в синтезе инсулина и половых гормонов; дефицит меди приводит к анемии и нарушению роста; железо входит в состав гемоглобина, миоглобина, цитохромов [10].

Исследования по содержанию микроэлементов в лишайниках Якутии показали, что в составе зольных элементов в кладониевых лишайниках преобладают кальций, кремний и сера. Общей тенденцией изменения аккумуляции йода у большинства видов является увеличение его с юга на север. Лишайники горных ландшафтов содержат меньше йода, чем лишайники равнинных. Лишайники можно использовать в качестве индикаторов загрязнения окружающей среды (таб. 3) [11].

Являясь основой рациона в весенне-зимний период, лишайники служат источником поступления загрязнителей в трофические цепи северных оленей.

Таблица 3. Содержание микроэлементов в лишайниках (виды кладонии) Якутии, мг/кг

Вид	Марганец	Железо	Цинк	Медь	Никель	Олово	Свинец
Оленья	10,6	5,4	2,5	0,12	0,23	0,34	0,39
Альпийская	7,8	10,7	3,9	0,45	0,32	0,54	0,56
Лесная	32,2	45,2	4,3	0,17	0,45	0,28	0,20

По результатам многолетних исследований сотрудниками НИИСХ и ЭА было изучено содержание тяжелых металлов в зоне воздействия горно-металлургического комбината на растительный покров на территории Таймырского (Долгано-Ненецкого района Красноярского края). Было выявлено, что лишайники интенсивно накапливают токсичные элементы в зависимости от расстояния от источников загрязнения. Так, содержание никеля у представителей рода Cladonia составляло от 0,5 до 95,0; меди – 4,2 – 220,1; кобальта – 6,5 – 58 мг/кг. Концентрация в лишайниках цинка не превышала биологической нормы. Накопление кобальта, свинца, кадмия, марганца, и стронция, по результатам исследований, не зависело от расстояния до источников загрязнений, и соответствовало фоновым значениям. Содержание кобальта составляло от 0,15 – 0,70 мг/кг; свинца – 0,05 – 11,66 мг/кг; кадмия – 0,04 – 0,24; стронция в среднем - 0,31 мг/кг [12].

Учёными Карельского научного центра РАН был выполнен сравнительный анализ содержания тяжёлых металлов меди, свинца, кадмия, никеля, кобальта, марганца, железа, ртути и мышьяка в талломах кладонии оленьей Cladonia rangiferina L. в границах государственного природного заповедника «Пасвик» и его окрестностях (Мурманская область). В качестве «фонового» участка была выбрана Канинская тундра Ненецкого автономного округа. На территории заповедника «Пасвик» и прилегающей территории выявлено следующее содержание тяжёлых металлов и мышьяка в талломах Cladonia rangiferina L.: железо от 74 до 930, 0; никеля – 9,0 – 160,0; меди – 5,1 – 109,0; марганца – 10,0 – 120,0; цинка – 9,3 – 19,0; кобальта – 0,3 – 6,4; хрома – 1,5 – 2,9;

свинца – 0,5 – 3,3; мышьяка – 0,1 – 1,7; кадмия – 0,1 – 0,3; ртути – 14,0 – 46,0 мг/кг. Эти результаты значительно превышали средние «фоновые» значения. При сравнении с сосудистыми растениями территориально сопряжённых участков было установлено, что лишайники аккумулируют более высокие концентрации основных загрязнителей: никеля, меди, кобальта и железа [13].

Следующую группу биологически активных веществ представляют витамины, которые определяли в образцах лишайника Cladonia stellaris. В этой же партии для сравнения были представлены образцы надземной части кипрея и соцветия пижмы. В лишайнике обнаружены: каротин в количестве 12,40 мг/кг (в пижме – 17,67; а в кипрее – 15,58 мг/кг); витамин В2 – 2,54 мг/кг (в пижме – 0,55; в кипрее – 0,79 мг/кг); витамин В5 – 4,80 (в пижме – 2,37; в кипрее – 3,18мг/кг); витамин Е –10,02 мг/кг (пижма – 5,04; кипрей – 6,43 мг/кг). Можно сказать, содержание витаминов для образца исследуемого лишайника и образцов, представленных для сравнения (надземная часть кипрея и соцветия пижмы) значительно между собой не отличаются, и имеют средние показатели.

Выводы. Таким образом, изучение биохимического состава лишайников на Арктической территории показало содержание в значительных количествах сырой клетчатки, небольшое количество сырого протеина, сырого жира и сырой золы. Исследуемые лишайники имели относительно высокие показатели накопления калия, кальция и фосфора. Концентрация тяжелых металлов и микроэлементов в образцах зависела от места отбора проб, видовой принадлежности лишайников, наличия тяжелых металлов в атмосферной пыли. Являясь основой рациона северных оленей в весенне-зимний период, лишайники служат источником поступления загрязнителей в трофические цепи северных оленей, поэтому при планировании места для выпаса следует учитывать территориальную удалённость от источников загрязнения для получения высококачественной продукции.

Список литературы

1. Указ Президента РФ № 296 от 02.05.2014 г.

2. Мухачев, А.Д. Основные меры по устойчивому развитию домашнего оленеводства на Таймыре / А.Д. Мухачев // Биологические ресурсы Крайнего Севера: современное состояние и перспективы использования: / Сб. науч. тр. РАСХН Сиб. отд-е. ГНУ НИИСХ Крайнего Севера. – СПб.: ГУАП, - СПб.:, 2008. - С. 10-22.

3. Власова, Т.М. Лишайниковый покров оленьих пастбищ лесотундры в условиях аэротехногенного загрязнения / Т.М. Власова // Домашний северный олень: вопросы экологии, морфологии, ветеринарии: Сб. науч. тр. / РАСХН Сиб. отд-е. ГНУ НИИСХ Крайнего Севера. – Новосибирск,1991. – С.34-44.

4. Подкорытов, Ф.М. Северное оленеводство / Ф.М. Подкорытов, В.А. Забродин, Э.К. Бороздин, К.А. Лайшев, А.С. Вагин – М.: Аграрная Россия, 2004, - С, 152-172.

5. Андреев, В.Н. Кормовая база ямальского оленеводства / В.Н. Андреев // Советское оленеводство. – 1934. – Вып. 1. – С. 99–164.

6. Подкорытов, Ф. М. Оленеводство Ямала / Ф.М. Подкорытов. – Л.: - Типография Ленинградской АЭС, 1995. – 274 с.

7. Новак, В.Г. Применение различных видов кормления северных оленей в условиях зимнего периода / В.Г. Новак, Л.Ф. Бодрова // Известия Оренбургского Государственного Аграрного университета № 1(57) – Оренбургский Государственный Аграрный университет – 2016. – С. 116-119.

8. Мухачев, А.Д. Оленеводство: учеб. пособие / А.Д. Мухачев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 272 с.

9. Руководство для обслуживания автоматического анализатора Т 339. Микротехна, н.п. ПРАГА 4 – МОДРЖАНЫ 1981, - С. 40-43.

10. Скальный, А.В. Биоэлементы в медицине / А.В. Скальный. - М.: Мир, 2004. – 271 с.

11. Николаева, Я.Н. Содержание микроэлементов в лишайниках Якутии / Я.Н. Николаева // Интеллектуальный потенциал молодежи – селу XXI века: Сб. мат. III респ .науч.-практ. конф. Молодых исследователей / РАСХН Сиб. отд-е. ГНУ Якут.НИИСХ, МСХА. – Якутск, 2004. – С. 230-231.

12. Власова, Т.М. Биоиндикация аэротехногенного загрязнения в условиях Енисейского Севера: автореф. дис. …канд. биол. наук : 11.00.11 / Т. М.Власова. – М: 1990. – 23с.

13. Елсаков, В.В. Пространственные различия в аккумуляции элементов талломами лишайника Cladonia rangiferina L. на территории заповедника «Пасвик» / В.В. Елсаков, А.Б. Новаковский, Н.В. Поликарпова // Труды Карельского научного центра РАН - №5. 2018. - С. 3-14.

УДК 664.7

С.А. Урубков, к.т.н., **С.С. Хованская,** к.т.н., **С.О. Смирнов,** к.т.н., НИИ пищеконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии – филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи»

ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТКЕ БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Несмотря на рост популярности и потребления безглютеновых продуктов питания, отсутствует обоснованный анализ качества питания по сравнению с их глютенсодержащими аналогами. Пищевая непереносимость стала важной проблемой общественного здравоохранения, и необходимо определить эффективные стратегии профилактики. Растет заболеваемость целиакиейили другими аллергическими реакциями - непереносимостью глютена. Эта непереносимость может присутствовать в любом возрасте, от раннего детства до пожилых людей. Глютен является белковым композитом, содержащимся в злаках пшеницы, ржи, ячменя и некоторых сортов овса. Строгая безглютеновая диета является единственным в настоящее время доступным терапевтическим средством для пациентов с целиакией. Таким образом, растущая тенденция в исследованиях фокусируется на применении альтернативных зерновых культур для безглютеновых продуктов. Перспективным направлением является использование таких культур как рис, кукуруза просо, или амарант, гречиха, киноа.

Ключевые слова:целиакия,безглютеновая диета, злаки, зерновые.

S.A. Urubkov, S.S. Khovanskaya, S.O. Smirnov

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF PLUGLESS-FREE PRODUCTS

Despite the growing popularity and consumption of gluten-free foods, there is no sound analysis of the quality of food compared to their gluten-containing counterparts. Food intolerance has become an important public health problem, and effective prevention strategies need to be identified. There is a growing incidence of celiac disease or other allergic reactions - gluten intolerance. This intolerance can be present at any age, from early childhood to the elderly. Gluten is a protein composite found in the cereals of wheat, rye, barley, and some oat varieties. A strict gluten-free diet is the only currently available therapeutic tool for patients with celiac disease. Thus, a growing trend in research focuses on the use of alternative cereals for gluten-free products. A promising direction is the use of such crops as rice, millet corn, or amaranth, buckwheat, quinoa.

Keywords: celiac disease, a gluten-free diet, cereals, grains.

Определение диетических решений и инноваций, ведущих к улучшению здоровья и благополучия, является постоянной проблемой ученых-диетологов. Повышение пользы для здоровья от зерновых продуктов является одним из наиболее важных направлений исследований, разработанных в последние годы.

Целиакияраспространенная аутоиммунная энтеропатия, возникающая после приема глютена у пациентов с генетической предрасположенностью.

Клинические проявления глютеновойэнтеропатии варьируют от чрезвычайно тяжелого синдрома нарушенной абсорбции до бессимптомных форм[1]. У детей выделяют классическую (ти-

пичную форму - начало во второй половине первого года жизни, как правило, через 2–3 месяца после введения первого прикорма, содержащего глютен. Это проявляется диареей, стеатореей, синдром нарушенной абсорбции 2 или 3 степени. У взрослых пациентов отмечается рефрактерная форма, которая характеризуется не только тяжелым течением, но и отсутствием эффекта от обычного лечения[2,3].

Глютен представляет собой сложную смесь белков, называемых проламинами и глютенинами. В зависимости от злаков, белки проламинной фракции имеют специфические названия: глиадины (в пшенице), гордеины (в ячмене), секалины (во ржи) или авенины (в овсе).Общей характеристикой этих белков является наличие множественных остатков пролина и глютамина, что делает их устойчивыми к желудочно-кишечному пищеварению и более подверженными дезаминированию тканевой трансглютаминазой [4]. Проглатывание этих белков приводит к воспалению,атрофии и гиперплазии крипт тонкой кишки больного целиакией. Однако это заболевание поражает не только кишечник, но и является системным заболеванием, которое может привести к повреждению кожи, печени, суставов, мозга, сердца и других органов [5].

На сегодняшний день основой лечения целиакии является строгое пожизненное соблюдение безглютеновой диеты.

Из рациона полностью исключаются продукты, содержащие в своем составе белки злаковых, а именно, пшеницы, ржи и ячменя. Известно, что проламины риса, кукурузы, гречихи, сорго и проса не содержат пролина и не вызывают развитие целиакии, поэтому эти культуры могут быть рекомендованы к употреблению больными целиакией. химический состав альтернативных безглютеновых зерновых культур представлен в Таблице 1.

Таблица 1. Химический состав безглютеновых зерновых культур

Культура	Белок (г / 100 г)	Жир (г / 100 г)	Углеводы (г / 100 г)
Рис	7.7017	2.2017	73.7 017
Кукуруза	8.8017	3.8017	65.0017
Сорго	10.4019	1.9019	72.6019
Просо	14.8022	4.8622	59.8022
Гречиха	12.5029	2.1029	75.7430
Киноа	16.5031	5.2029	69.0031
Амарант	16.5029	5.7029	70.3029

У большинства пациентов с целиакией проходит ремиссия, когда они придерживаются диеты, исключающей глютен, и рецидивирует, когда глютен вновь вводится в рацион. Соблюдение безглютеновой диеты затруднено и влияет на качество жизни пациентов, но строгая диета имеет решающее значение для снижения заболеваемости и смертности [5].

Клейковина-это белок, который может быть отделен от муки, когда крахмал и другие незначительные компоненты муки удаляются промывкой проточной водой. Полученная клейковина содержит приблизительно 65% воды. В сухом веществе глютен содержит 75-86% белка, остальное-углеводы и липиды, которые прочно удерживаются в клейковинно–белковой матрице. Уникальные характеристики глютена (растяжимость, устойчивость к растяжению, газоудерживающая способность) благоприятствуют его использованию во многих пищевых продуктах.Существует две основные причины активного поиска альтернативных подходов к безглютеновой диете. С одной стороны, поскольку при производстве крахмала образуется большое количество глютена и крахмал широко используется в качестве пищевой добавки или ингредиентов различных продуктах питания, это может оказаться

проблематичным для больных целиакией, поскольку остаточное содержание белковглютенаможет присутствовать в мясных, молочных и других полуфабрикатах. За рубежом во многих странах существует кодекс стандартов («Gluten-FreeFoods»), регламентирующий предельно допустимую дозу глютена в продуктах, которая не должна превышать 0,3%. Однако в России до сих пор не приняты подобные регламентирующие стандарты, поэтому многие продукты питания могут содержать, так называемый «скрытый» глютен. С другой стороны, удаление глютена представляет серьезные проблемы для хлебопекарных предприятий.

В настоящее время за рубежом широко распространены безглютеновые продукты, на которых имеется соответствующая маркировка. В России до сих пор не налажено широкое производство данных товаров. Имеется лишь несколько отдельных видов безглютеновых продуктов и полуфабрикатов, мало известных как врачам-гастроэнтерологам, так и больным с целиакией [6].

Ниже приводится краткий обзор зерновых культур используемых для профилактики целиакии[7].

Рис: рис является одним из самых важных продуктов в рационе человека. Несмотря на то, что в последнее десятилетие рис в основном потребляется в виде белого зерна, на продовольственном рынке появились десятки продуктов, содержащих рис в качестве ингредиента.Гипоаллергенные свойства риса способствовали значительному увеличению использования рисовой муки в рецептуре безглютеновых продуктов. Однако для придания вязкоупругих свойств продуктам необходимо использование гидроколлоида, эмульгатора, фермента или белка.

Кукуруза: кукуруза содержит ценный в пищевом отношении крахмал, в состав белков входит большое количество проламина(зеин), глютелинов и глобулинов, не сбалансированных по лизину и триптофану. Наличие в муке из желтой кукурузы каротиноидов, обусловливающих её окраску, используют для улучшения цвета муки макаронной из мягкой пшеницы. Муку также

применяют в составе композитных смесей для хлебобулочных, кондитерских, кулинарных изделий, в производстве безглиадиновых продуктов для больных диареей, фенилкетонурией.Кукуруза считается безопасным зерном для больных целиакией и используется в качестве альтернативы разработке безглютеновых пищевых продуктов. Тем не менее, есть споры по поводу безопасности кукурузы. Исследования показывают, что зеины, проламины кукурузы, способны вызывать воспалительную реакцию при контакте со слизистой оболочкой у некоторых пациентов с целиакией.Реакция на проламины кукурузы у пациентов с целиакией встречается редко. Несмотря на низкое содержание зеинов в продуктах, содержащих кукурузу, по сравнению с глиадинами в продуктах, содержащих пшеницу, кукуруза может быть причиной стойкого повреждения слизистой оболочки в очень ограниченной подгруппе пациентов с целиакией .

Сорго: сорго считается безопасным злаком для больных целиакией. Сорго засухо- и жаростойкое зерновое зерно, произрастающее в полузасушливых условиях. По литературным данным, в зерне сорго содержится (в мг%): бибофлавина 1,20-2,08, никотиновой кислоты 20,5-83,6, пантотеновой кислоты 10,32-15,88.

Различные исследования, основанные на иммунологических анализах invitro и invivo, подтвердили, что сорго может обеспечить хорошую основу для хлеба без глютена и других хлебобулочных изделий, а также для производства макаронных изделий и печенья.

Просо: во многих африканских и азиатских районах просо является одним из основных продуктов питания. Из проса изготавливают различные традиционные продукты и напитки, такие как хлеб (ферментированный или неферментированный), каши и снеки. Просо является источником минералов магния, марганца и фосфора. Наличие всех необходимых питательных веществ в пшене делает его пригодным для широкомасштабного исполь-

зования при производстве продуктов питания (детское питание, снеки, и диетическое питание).

Псевдозлаковые: в последнее время для приготовления безглютеновых продуктов питания рассматривалось использование семян амаранта и киноа, а также гречихи, из-за отсутствия в них токсичных белков, а также за счет высокой пищевой ценности. Несколько исследований подтвердили, что амарант и киноа имеют высококачественный белок с точки зрения усвояемости, и сбалансированности по аминокислотному составу.Кроме того, эти псевдозлаковые также богаты полиненасыщенными жирными кислотами (линоленовая:линолевая кислота) и биологически активными соединениями, такими как β-токоферол, полифенолы и флавоноиды.

Амарант: род Amaranthus L. содержит более 60 видов. Основными видами амаранта, выращиваемыми на семена и наиболее используемыми для питания человека, являются A. caudatus в Перу и других Андских странах, A. cruentus в Гватемале и A. hypochondriacus в Мексике. Белки амаранта состоят в основном из альбуминов и глобулинов, в то время как проламинов очень мало. Содержание незаменимых аминокислот высоко в семенах амаранта, а аминокислотный состав лучше сбалансирован, чем в большинстве злаков. Высокое содержание кальция в семенах амаранта имеет особое значение для больных целиакией в связи с хорошо известной распространенностью остеопении и остеопороза среди больных целиакией.

Киноа: киноа (Chenopodiumquinoa) была основным продуктом питания древних цивилизаций Анд Южной Америки и в настоящее время в основном выращивается в Андских странах Перу и Боливии. Существуют сотни разновидностей киноа, варьирующих по цвету от белого до красного и от фиолетового до черного. Пищевая ценность белка киноа сопоставима с молочным белком.Киноа обладает высокой биологической ценностью (83%) благодаря высокой концентрации белков, обеспечивающих все

незаменимые аминокислоты. Киноа богата минералами, такими как кальций, железо, цинк, магний и марганец, которые придают зерну высокую пищевую ценность для различных целевых групп населения.

Гречиха: гречиха является одной из традиционных культур, культивируемых в России, Азии, Центральной и Восточной Европе. Гречиха является источником не синтезируемых в организме человека полиненасыщенных жирных кислот, ответственных за нормальный рост и обмен веществ и обеспечивающих безопасное хранение муки.

По содержанию витаминов В2, РР и Е гречиха превосходит все крупяные культуры, а по В1 уступает только лущеному гороху. Содержит лецитин, обладающий холестериноснижающим эффектом.

Гречиха – единственная культура, содержащая рутин, повышающий прочность стенок кровеносных капилляров и обладающий противорадиационным действием. Большое количество соединений фосфора, железа, кальция, марганца способствует кроветворному процессу, усиливает рост костей и волос.

Как правило, безглютеновые мучные смеси комбинируют из четырех групп пищевых компонентов (таблица 2).

Таблица 2. Основные виды сырья, используемые в мучных смесях, не содержащих глютена

№ группы	Основные виды структурообразователей	виды сырья, используемые в мучных смесях
1 группа	Мука с высоким содержанием крахмальных и некрахмальных полисахаридов	мука из крупяных культур (просо, греча рис) кукурузная мука, мука из псевдозлаковых (амарант, киноа), мука из сорго, льняная мука, мука из арахиса, и др.
2 группа	Высокобелковые ингредиенты	концентраты сывороточных белков, соевые изоляты и концентраты, изоляты белков гороха, люпина, казеинаты и др.
3 группа	Эмульгаторы, разрыхлители, вкусовые ингредиенты	Меланж, лецитин, пищевая сода, соль, сахар, ароматизаторы, красители, минеральные добавки

4 группа	Гидроколлоиды	Различные виды натуральных и модифицированных крахмалов (картофельный, кукурузный, рисовый, сорго и др.), ксантан, гуаровая камедь, микробиальные полисахариды

Научно-исследовательская работа по подготовке рукописи проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания в рамках Программы Фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы (тема № 0529-2019-0065).

Вывод

Здоровье значительного количества людей зависит от отсутствия глютена в рационе. Поэтому полное исключение из рациона белков глютена, содержащихся в известных злаковых пшенице, ржи, ячмене и некоторых сортах овса, является ключом к управлению связанными с глютеном патологиями.

Хотя официальные данные отсутствуют, число пациентов, принимающих бе6зглютеновую диету, быстро растет, а также мировой рынок безглютеновой продукции. Здесь, мы рассматриваем состояние потенциальных альтернативных зерновых культурприменяемых для профилактики людей с заболеванием целиакия.

Список литературы

1. Бельмер, С.В. Эпидемиология целиакии: факты и выводы / С.В. Бельмер // Лечащий врач. – 2013. – № 1. – С. 16–19.

2. (под ред. С.В.Бельмера и А.И.Хавкина) - М.: ИД Медпрактика-М, 2003, 360 с.

3. Журавская Н.В. Целиакия у детей / Н.В. Журавская, А.И. Петрова, Н.В.Туркина // Медицинская сестра 2005. № 5. – С. 4 - 7.

4. Вохмянина, Н.В. Современное представление о целиакии /Н.В. Вохмянина. – СПб.: Изд-во СПбГМУ, 2009. – 152 с.

5. Парфёнов, А.И. Целиакия. Эволюция представлений

о распространённости, клинических проявлениях и значимости этиотропной терапии / А.И. Парфенов. – М.: Анахарсис, 2007. – 376 с.

6. Сабельникова Е.А. Глютенчувствительнаяцелиакия (обзор литературы)// Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2008. № 4. С. 39-49.

7. Urubkov S.A., Khovanskaya S.S., Dremina N.V., Smirnov S.O. Grain-based products for baby food//Вопросыдетскойдиетологии. 2018. Т. 16.№ 4. С. 67-72.

УДК 665.71:006.354; 621.642.8

В.Н. Юхторов, А.О. Арлащенкова, ФГБУ НИИПХ Росрезерва

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ НА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ РЕЗЕРВУАРА НА ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ТОПЛИВ ПЯТОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КЛАССА

В статье представлены результаты исследования влияния донного остатка и твердых отложений из резервуара после длительного хранения дизельного топлива Л-0,2-62 на топливо ЕВРО 5 экологического класса.

Ключевые слова: нефтепродукты, экологические стандарты, показатели качества, отложения в резервуаре, ускоренное старение.

V.N. Yukhtorov, A.O. Arlashchenkova

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF DEPOSITS ON THE INTERNAL SURFACE OF THE RESERVOIR ON CHANGE OF FUEL QUALITY INDICATORS OF THE FIFTH ECOLOGICAL CLASS

The article presents the results of a study of the effect of bottom sediment and solid deposits from the tank after long-term storage of diesel fuel L-0.2-62 on EURO 5 fuel of environmental class.

Key words: oil products, environmental standards, quality indicators, deposits in the tank, accelerated aging.

В связи с вводом в действие технического регламента на нефтепродукты «О требованиях к автомобильному и авиационно-

му бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту» [1] изменилась нормативно-техническая документация на производство нефтепродуктов в странах Таможенного союза. Для дизельного топлива до 2015 г. действовал ГОСТ Р 52368-2005 [2] ЕВРО и ГОСТ 305-82 [3], с 2015 г. введены ГОСТ 32511-2013 [4] ЕВРО и ГОСТ 305-2013 [5].

Стабильность дизельного топлива ЕВРО зависит от качества сырья, технологии его производства, а также от условий хранения и характеристик хранилища. В процессе хранения ухудшаются такие показатели топлива как цвет, кислотность, кроме того может образовываться нерастворимый осадок. Продуктами окисления являются спирты, сложные эфиры и кислоты – подвергаются реакциям полиэтерификации, сложноэфирной конденсации и образуют продукты уплотнения, которые также образуются в результате полимеризации олефинов и поликонденсации гетероциклических соединений. Эти реакции могут ускоряться кислотными продуктами, особенно сульфоновыми кислотами, образующимися при окислении сернистых соединений топлива. Продукты окисления коагулируют с образованием крупных частиц нерастворимого осадка.

На момент выхода ГОСТ 1510-84 [6] не производилось топливо ЕВРО, которое по своим физико-химическим параметрам отличается от марок ранее вырабатывавшихся топлив.

В топливах ЕВРО изменился углеводородный состав, снизилось содержания серы, уменьшилось содержания ароматических углеводородов и т.д. В связи с этим повышаются требования к подготовке резервуарных емкостей и технологического оборудования к приему и хранению нефтепродуктов, что особенно важно при закладке на хранение ЕВРО топлив в резервуары после хранения марок нефтепродуктов с высоким содержанием серы, фактических смол, ароматических углеводородов.

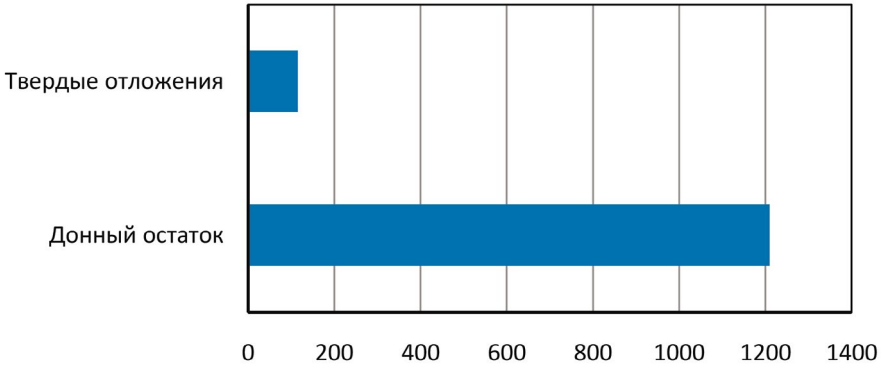
ГОСТ 1510-84 определяет подготовку резервуаров и технологического оборудования при переходе на одноименные нефтепродукты только путем удаления остатка, что не позволяет в полной мере удалить сернистые соединения, вязкие и твердые смолистые вещества, а также продукты коррозии металлов, в связи с чем возрастает вероятность растворения указанных соединений и веществ в ЕВРО топливе и ухудшение его физико-химических, эксплуатационных и экологических свойств.

Существующие технологии хранения нефтепродуктов не исключают возможность контакта отложений, образующихся в резервуарах в процессе длительного хранения нефтепродуктов, с современными, планируемыми к закладке, нефтепродуктами класса ЕВРО.

Институтом разработана и реализована программа исследований по определению влияния отложений в резервуарах на качество новыхмарок топлив ЕВРО (экологического класса К5), закладываемых на хранение.

В процессе исследования образцы нефтепродуктов помещались совместно с образцами металлических пластин, вырезанных из нижнего пояса резервуаров, предназначенных к капитальному ремонту с заменой пояса, после длительного хранения дизельного топлива летнего Л-0,2-62по ГОСТ 305-82. Далее были проведены эксперименты по ускоренному старению образцов(-термической обработке при 100 °С) в течение 600 и 900 час. (25 суток, 37 суток соответственно). Эксперименты позволили изучить кинетику растворения компонентов отложений в топливе дизельном ЕВРО и динамику изменения показателей качества топлива дизельного ЕВРО при контакте с остатками отложений.

В испытательной лаборатории технологии хранения нефтепродуктов НИИПХ Росрезерва проведены испытания твердых и донных отложений из резервуара после длительного хра-



	Донный остаток	Твердые отложения
Массовая доля серы, мг/кг	1210	115

Рисунок 1. Содержание серы в отложениях из резервуара последлительного хранения дизельного топлива Л-0,2-62

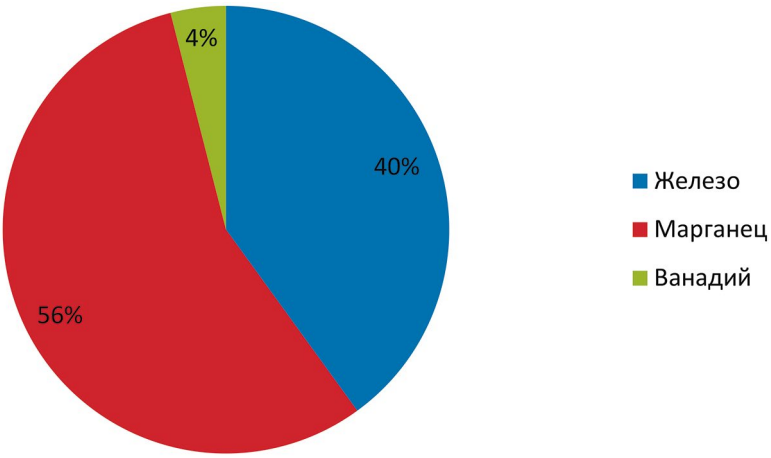


Рисунок 2. Содержание металлов в донном остатке из резервуара последлительного хранения дизельного топлива Л-0,2-62

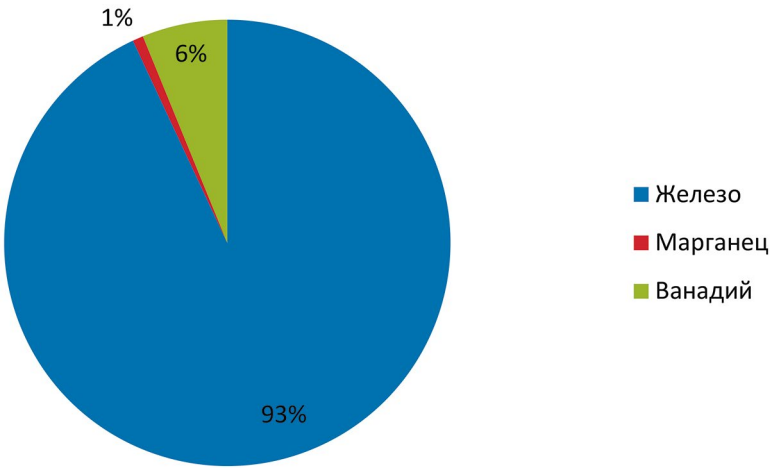


Рисунок 3. Содержание металлов в твердых отложениях из резервуара последлительного хранения дизельного топлива Л-0,2-62

нения дизельного топлива Л-02-62 на содержание в них металлов и серы. Испытания проводились с использованием рентгенофлуоресцентного метода (металлы), а также метода энергодисперсионнойрентгенофлуоресцентной спектрометрии (сера). Обобщенные данные по испытаниям представлены на рисунках 1-3.

Полученные результатыпоказали, что донный остаток и твердые отложения из резервуара, в котором хранилось дизельное топливо по ГОСТ 305-82, в значительной степени содержат серу и некоторые металлы, содержание которых в топливах ЕВРО не допускается, поэтому при приеме на хранение дизельных топлив ЕВРО требуется тщательная подготовка и зачистка резервуаров.

Для определения кинетики растворения отложений в топливе дизельном ЕВРО проведены испытания в условиях ускоренного старения.

Анализ результатов испытаний по определению кинетики растворения отложений в топливе дизельном ЕВРО показал, что

за время проведения ускоренных испытаний (3000 ч) по каждому показателю качества выявлены изменения, выходящие за пределы погрешности измерения.

Для показателей качества, наиболее склонных к изменению, осуществлен расчет динамики их изменения в процессе ускоренного старения. В частности, для дизельного топлива – «Общее загрязнение» (рисунок 4), «Окислительная стабильность» (рисунок 5), «Массовая доля серы» (рисунок 6).

Аппроксимацией для каждого показателя получена зависимость динамики его изменения в условиях ускоренного старения (таблица 1).

Таблица 1. Зависимости динамики изменения показателей качества дизельного топлива в процессе ускоренного старения при воздействии отложений с внутренней поверхности резервуара

Показатель качества	Установленная зависимость (достоверность аппроксимации)
Общее загрязнение	$y = 10^{-5} \cdot x^2 - 0{,}0072 \cdot x + 24{,}5$ ($R^2 = 0{,}9648$)
Окислительная стабильность	$y = 5 \cdot 10^{-7} \cdot x^2 + 0{,}0013 \cdot x + 16{,}8$ ($R^2 = 0{,}9805$)
Массовая доля серы	$y = -2 \cdot 10^{-7} \cdot x^2 + 0{,}0009 \cdot x + 7{,}82$ ($R^2 = 0{,}9918$)

Таким образом, установлено, что изменение всех показателей качества дизельного топлива в процессе ускоренного старения при воздействии отложений на внутренней поверхности резервуара может быть описано полиномиальной зависимостью второго порядка с достоверностью не ниже 0,96.

С целью разработки расчетного метода прогнозирования

динамики изменения показателей качества дизельного топлива из всех показателей были выбраны наиболее значимые и подверженные изменению. Для дизельного топлива были выбраны «Общее загрязнение» и «Окислительная стабильность».

С использованием критериев подобия установлено, что время проведения ускоренных испытаний дизельного топлива в лабораторных условиях продолжительностью 3000 ч. при температуре 100 ^{o}C соответствует 5-ти летнему сроку хранения в условиях комбинатов Росрезерва. На основании этого получены формулы прогнозирования динамики изменения показателей качества дизельного топлива ЕВРО экологического класса К5 при контакте с отложениями в резервуаре, не прошедшем процедуру зачистки:

- для показателя «Общее загрязнение»

$S = 3,6 \cdot t2 - 4,32 \cdot t + 24,5;$

- для показателя «Окислительная стабильность»

$Q = 0,18 \cdot t2 + 0,78 \cdot t + 16,8,$

где t – время в годах.

Зная начальные значения показателей качества дизельного топлива, закладываемого на хранение, можно рассчитать период времени, в течение которого показатели качества достигнут своего максимально допустимого значения. Соответственно установить требования по подготовке резервуаров и технологического оборудования к приему на длительное хранениедизельного топлива пятого экологического класса.

Выводы

Проведено исследование состава донного остатка и твердых отложений из резервуара после длительного хранения в нём дизельного топлива Л-0,2-62 и их влияния на топливо ЕВРО 5 класса.

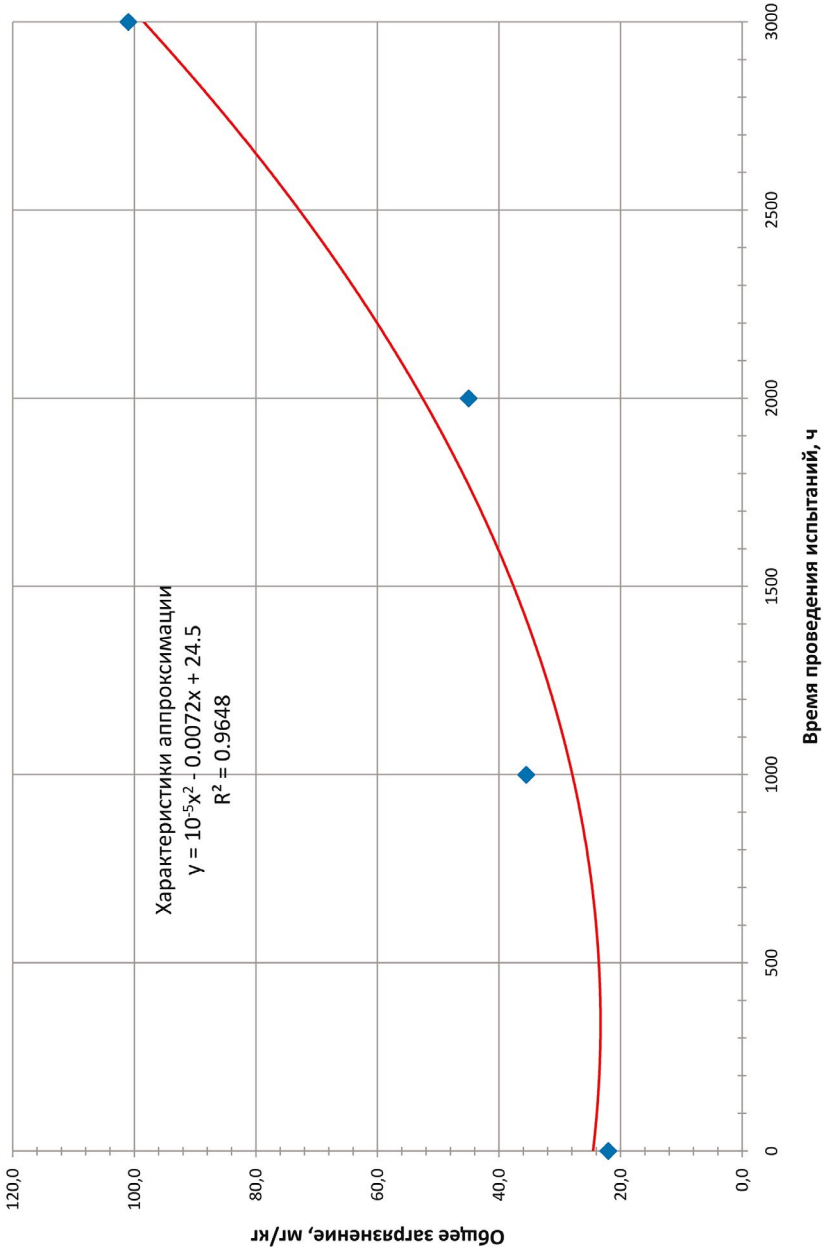


Рисунок 4. Зависимость изменения показателя «Общее загрязнение» от времени проведения испытаний

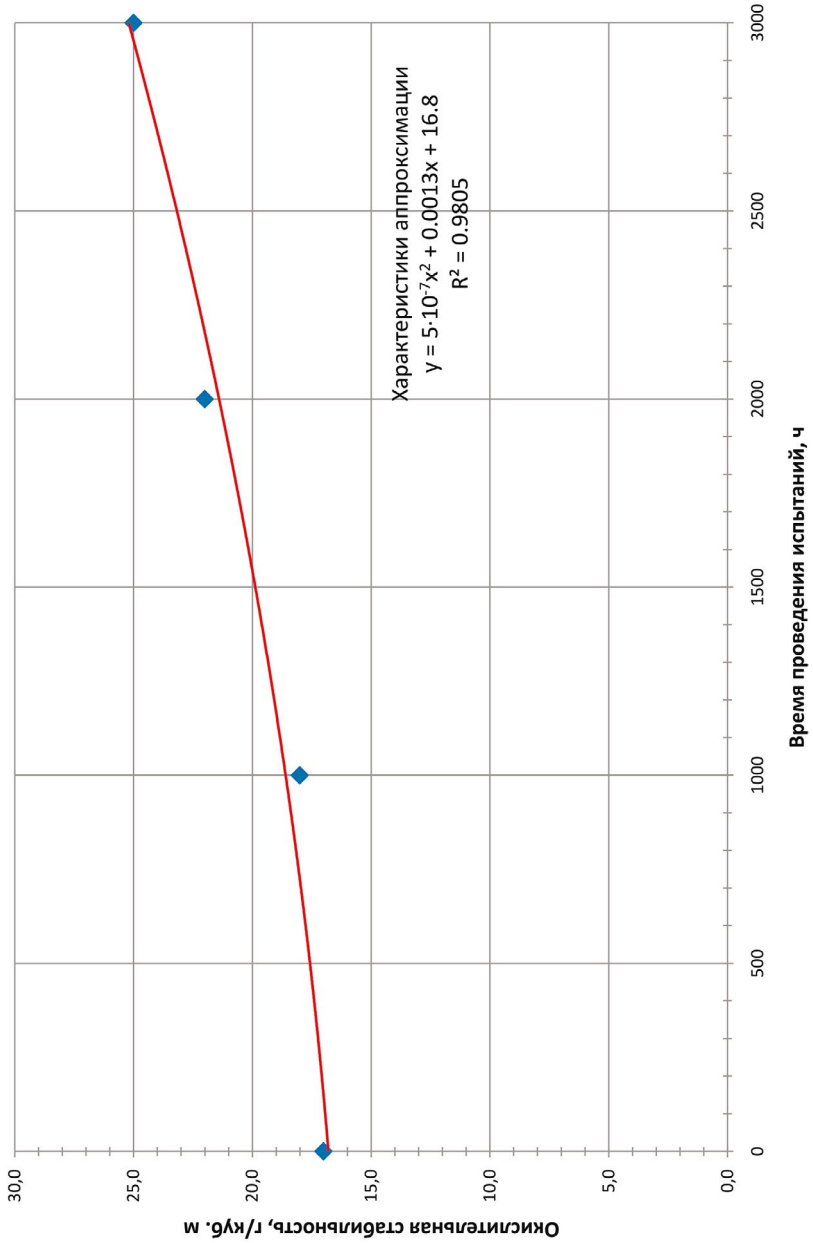


Рисунок 5. Зависимость изменения показателя «Окислительная стабильность» от времени проведения испытаний

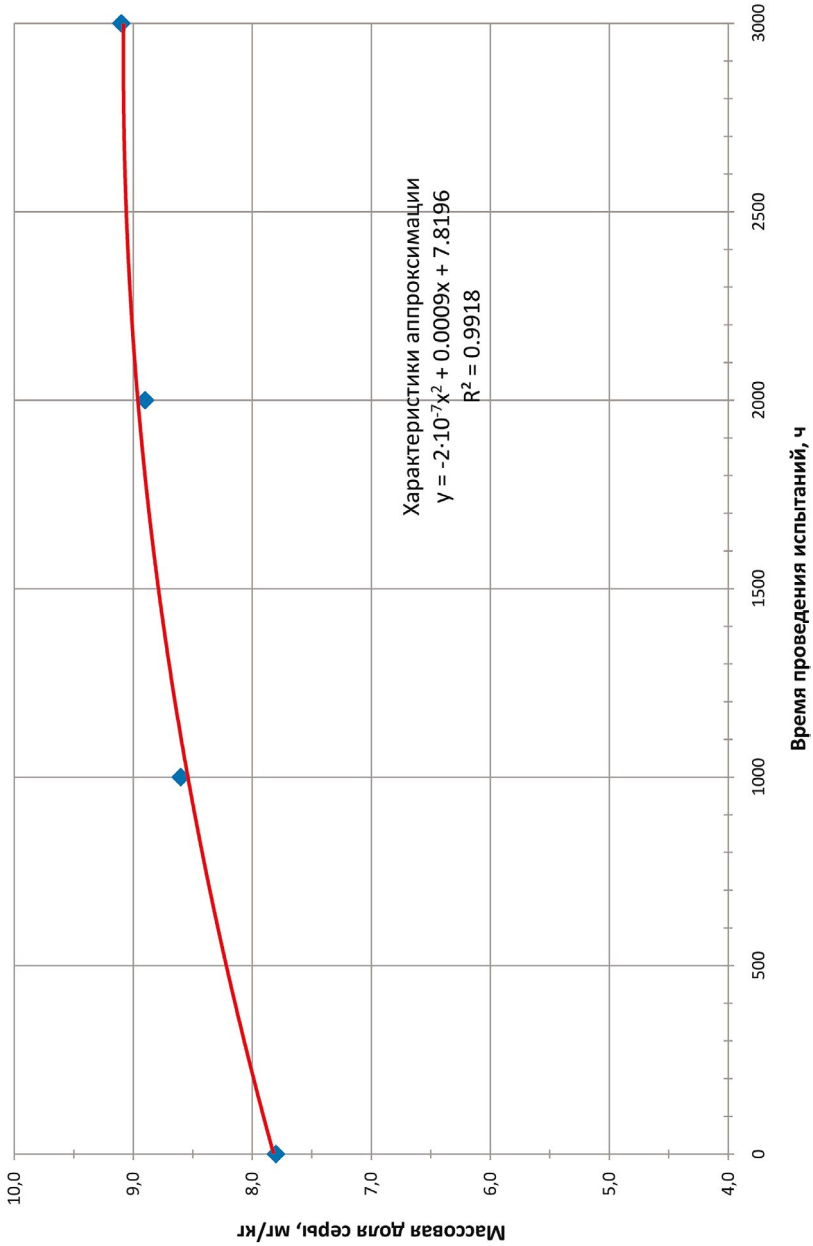


Рисунок 6. Зависимость изменения показателя «Массовая доля серы» от времени проведения испытаний

Разработан расчетный метод оценки динамики изменения показателей качества дизельного топлива ЕВРО 5 класса при контакте с отложениями в резервуаре по наиболее подверженным изменению показателям качества.

Список литературы

1. ТР ТС 013/2011. Технический регламент Таможенного союза «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту».

2. ГОСТ Р 52368-2005 (ЕН 590:2009). Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия.

3. ГОСТ 305-82. Топливо дизельное. Технические условия.

4. ГОСТ 32511-2013 (EN 590:2009). Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия.

5. ГОСТ 305-2013. Топливо дизельное. Технические условия.

6. ГОСТ 1510-84. Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.

Материалы, представленные в сборнике, даны в редакции авторов

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ХРАНЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ НУЖД

Международный научный сборник
Выпуск XII

Открытое приложение к информационному сборнику
«Теория и практика длительного хранения»

Ответственный редактор Д.Ю. Пономарев
Корректор Т.Н. Сазонова
Дизайн и компьютерная верстка А.Г. Фролов

Подписано в печать 24.12.2019 г.
Печать офсетная
Формат 60 x 90 1/16. Бумага офсетная
Тираж 500 экз. Заказ № 184

Отпечатано ООО «Галлея-Принт»
Москва, Кабельная 5-я улица, 2 Б
Тел. (495) 673-57-85
http://galleyaprint.ru
E-mail: galleyaprint@gmail.com