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 II

Открытое приложение к информационному сборнику
«Теория и практика длительного хранения»

г. Москва 2014

УДК 658.783.011.2:001.895 (082)
ББК 30.604.5
И 66

Редакционная комиссия: С.Н. Рассоха, Е.В. Шалыгина, Б.С. Агаян, С.Л. Белецкий, Т.Б. Гусева, Д.Ю. Пономарев, А.Н. Рогова, М.С. Юхим.

Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд : междунар. сб. науч. ст. / ФГБУ НИИПХ Росрезрерва ; под общ. ред. С. Е. Уланина. − М. : Галлея-Принт, 2014. − 322 с. − Прил. к информ. сб. «Теория и практика длительного хранения»

В международном сборнике приведены 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 РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ГНУ ВНИИПБТ, ГНУ АФИ Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, ФГОУ ВПО МГУПП, ГНУ НИИ кондитерской промышленности, Международной промышленной академии и других научно-исследовательских учреждений.

Материалы сборника освещают современные проблемы усовершенствования и развития технологий формирования, хранения, обеспечения безопасности и качества материальных запасов. Рассмотрены концептуальные подходы решения поставленных вопросов, базирующихся на последних достижениях науки, техники и технологии в области хранения и управления государственными материальными запасами. Приведены результаты новых научных исследований, методические разработки.

ISBN
© ФГБУ НИИПХ Росрезерва, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

С.Е. Уланин, Е.В. Шалыгина

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СОЦИАЛЬНОЙ И НАУЧНОЙ ПОЛИТИКИ. ПЕРЕХОД НА ЭФФЕКТИВНЫЙ КОНТРАКТ 7

А.И. Ковалева, Е.В. Шалыгина

ВВЕДЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО КОНТРАКТА В НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ 17

С.Н. Рассоха

СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ НАУЧНОГО ПОТЕНЦИАЛА РОССИИ 27

А.И. Ковалева, С.Н. Рассоха

ОБ ИННОВАЦИОННОЙ СТРАТЕГИИ РОСРЕЗЕРВА 38

М.В. Архипов, Л.П. Гусакова, Н.Н. Потрахов, С.Л. Белецкий

РАЗРАБОТКА СТАНДАРТА «РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЙ ЦИФРОВОЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ДЕФЕКТНОСТИ ПАРТИЙ СЕМЯН И ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО ЗЕРНА» 50

Г.В. Баландин, О.А. Суворов

СЕЛЕКТИВНОЕ ДЕЙСТВИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА ПРОТИВ БАКТЕРИЙ И ГРИБКОВ 61

С.Л. Белецкий, К.Б. Гурьева, Е.В. Иванова, Е.Ф. Когтева, Т.А. Петрянина, А.В. Гаврилов, И.Б. Урлапова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА В НАРУЖНЫХ СИЛОСАХ ЭЛЕВАТОРНЫХ КОРПУСОВ ИЗ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА 64

С.В. Будник, В.И. Трофимов, Н.С. Шишкина, С.Л. Белецкий

ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ УСКОРЕННЫМИ ЭЛЕКТРОНАМИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ 70

К.Б. Гурьева, Е.А. Тарасова

ОЦЕНКА ОБЪЕКТИВНОСТИ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА САХАРА-ПЕСКА 80

К.Б. Гурьева, О.А. Тюгай, Е.В. Иванова, Л.Е. Антропова

ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ СРОКОВ ГОДНОСТИ НАТУРАЛЬНЫХ РЫБНЫХ КОНСЕРВОВ С ДОБАВЛЕНИЕМ МАСЛА В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ТАРЕ 87

К.Б. Гурьева, О.А. Тюгай, А.М. Карабут

ВЛИЯНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ХРАНЕНИЯ НА КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ КОНСЕРВИРОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ 95

А.Г. Желудков, С.Л. Белецкий, Н.Н. Потрахов

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АВТОМАТИЗАЦИИ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА АНАЛИЗА КАЧЕСТВА СЕМЯН И ТОВАРНОГО ЗЕРНА ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР 106

С.В. Зверев, А.С. Цыгуткин

ПОДГОТОВКА ЗЕРНА БЕЛОГО ЛЮПИНА К ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ 115

Е.Ф. Когтева

СОВРЕМЕННЫЕ МЕРЫ БОРЬБЫ С ВРЕДИТЕЛЯМИ ХЛЕБНЫХ ЗАПАСОВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ 122

Н.Б. Кондратьев, Т.В. Савенкова

К ВОПРОСУ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОХРАННОСТИ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ 136

И.А. Корольченко, Ю.Н. Куц, В.Н. Юхторов

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ИНФИЛЬТРАЦИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ГРУНТ С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ УСТРОЙСТВА ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ 147

Н.И. Миронова

МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ СТУДЕНТОВ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ ПО ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ТОВАРОВ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП 165

К.С. Мышенков

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕМОНТАМИ ОБОРУДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ 169

К.С. Мышенков, А.Ю. Романов

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕМОНТАМИ ОБОРУДОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ 177

А.Н. Петров, Н.С. Шишкина, О.В. Карастоянова

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ БЫСТРОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ И СОЗДАНИЯ РЕЗЕРВА ПРОДОВОЛЬСТВИЯ 186

Л.Г. Приезжева, Е.П. Мелешкина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ КИСЛОТНОЕ ЧИСЛО ЖИРА ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ НОРМ БЕЗОПАСНОГО ХРАНЕНИЯ И ГОДНОСТИ ЗЕРНОПРОДУКТОВ 194

А.Н. Рогова

РОЛЬ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ В ФОРМИРОВАНИИ КАЧЕСТВА МЫТОЙ ШЕРСТИ 203

А.А. Родникова, Т.С. Куликовская, Ю.А. Султанович, Т.А. Духу

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОЦЕССА РЕЗЕРВУАРНОГО ХРАНЕНИЯ МАСЛА ПОДСОЛНЕЧНОГО НЕРАФИНИРОВАННОГО «ПЕРВЫЙ СОРТ» 212

Н.А. Рыхтикова

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ УЧЕТА ИЗМЕНЕНИЯ СТЕПЕНИ РИСКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ 223

Т.В. Савенкова, М.А. Талейсник

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ СТАБИЛИЗАЦИИ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ 228

Е.А. Семенова, Ю.И. Сидоренко

ПРИМЕНЕНИЕ АНТИОКСИДАНТОВ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ КАЧЕСТВА РЫБНЫХ КОНСЕРВОВ 232

М.Ю. Сидоренко, В.И. Привалов, Ю.И. Сидоренко

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО САХАРА ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ 241

В.А. Сорокина, М.Р. Туфатулина

УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ КАК УСЛОВИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ТОВАРОВЕДЕНИЕ И ЭКСПЕРТИЗА КАЧЕСТВА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ТОВАРОВ» 255

Ю.О. Сумелиди, К.Б. Гурьева, С.Л. Белецкий

ДИНАМИКА БИОХИМИЧЕСКИХ И ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ГРЕЧНЕВОЙ КРУПЫ ВО ВРЕМЯ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ 262

С.А. Урубков, С.О. Смирнов

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ 271

В.Б. Фейденгольд, И.В. Гучас, И.Б. Урлапова, С.Л. Белецкий

ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕВАТОРОВ 278

Д.И. Шпаро, В.П. Леденев, Н.Д. Лукин, С.Л. Белецкий

ХРАНЕНИЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ НА ТАЙМЫРЕ ПРОДОЛЖАЕТСЯ (ОТ Э.В. ТОЛЛЯ ДО ВЕКА НАНОТЕХНОЛОГИЙ) 287

М.С. Юхим

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕМОНТА ЕМКОСТЕЙ ДЛЯ СВЕТЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРОВ 297

УДК 321.01:331.2

***С.Е. Уланин**, **Е.В. Шалыгина**, к.т.н. ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

***S.E. Ulanin, E.V. Shalygina.** Federal State Institution Scientific Research Institute for storing Rosrezerva*

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СОЦИАЛЬНОЙ И НАУЧНОЙ ПОЛИТИКИ. ПЕРЕХОД НА ЭФФЕКТИВНЫЙ КОНТРАКТ

FUTURE DIRECTIONS OF THE STATE SOCIAL AND SCIENTIFIC POLICY. TRANSITION TO EFFECTIVE CONTRACT

Стратегической целью государственной политики является повышение эффективности научного потенциала страны, как ключевого условия перехода экономики на инновационный путь развития. Политика государства направлена на проведение мероприятий, нацеленных на развитие самой науки как таковой, так и на введение изменений в отраслях социальной сферы науки и образования за счет внедрения механизма эффективного контракта. Введение эффективного контракта позволит повысить качество и конкурентоспособность отечественной науки на мировом уровне за счет механизмов финансового стимулирования российских ученых.

Ключевые слова: научная политика государства, социальная государственная политика, эффективность научного потенциала, «дорожная карта», инновационная стратегия развития, эффективный контракт.

The strategic of public policy are aimed at increasing the efficiency of the country scientific potential; it's the main condition for the innovative development of the economy. The activities of

the government policy are aimed at the development in the different sphere of science and education through the mechanism of effective contract. The effective contract will improve the quality and competitiveness of domestic science at the global level through mechanisms of financial incentives of Russian scientists.

Keywords: state scientific policy, social state policy, the effectiveness of the scientific potential roadmap, innovation strategy development, effective contract.

Важной стратегической целью государственной политики является обеспечение к 2020 г. мирового уровня исследований и разработок и глобальной конкурентоспособности России на направлениях, определенных национальными научно-технологическими приоритетами.

С целью перехода экономики России на инновационный путь развития Правительством Российской Федерации был определен комплексный подход повышения качества и конкурентоспособности отечественной науки.

С одной стороны, это принятие законодательных актов и проведение мероприятий, направленных на развитие науки как таковой.

В 2008 г. была принята Концепция долгосрочного социальноэкономического развития Российской Федерации на период до 2020 г., определяющая стратегию развития страны, в том числе научно-технологического комплекса и инноваций в научнотехнологической сфере [1].

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. №2227-р утверждена Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г. (далее – Стратегия), целью которой является восстановление лидирующих позиций российской фундаментальной науки на мировом уровне [2].

В январе 2012 г. приняты «Основы политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2020 г. и дальнейшую перспективу» [3].

В рамках реализации основных направлений научной политики государства предусмотрены мероприятия, направленные

на развитие сектора исследований и разработок, формирование развитой инновационной инфраструктуры, образовательной среды, модернизации экономики на основе технологических инноваций.

На 2013-2020 гг. Правительством РФ утверждена программа «Развитие науки и технологий» (Распоряжение Правительства РФ от 20 декабря 2012 г. №2433-р) [4].

Основной задачей Программы является формирование конкурентоспособного и эффективно функционирующего сектора исследований и разработок, а также обеспечение его ведущей роли в процессах технологической модернизации российской экономики.

Цель данной программы заключается в: развитии фундаментальных научных исследований; создании опережающего научнотехнологического задела на приоритетных направлениях научно-технологического развития; институциональном развитии сектора исследований и разработок, совершенствовании его структуры, системы управления и финансирования, интеграции науки и образования; формировании современной материально-технической базы сектора исследований и разработок; обеспечении интеграции российского сектора исследований и разработок в международное научно-технологическое пространство.

С другой стороны, реализация политики повышения эффективности научного потенциала страны нацелено на введение государством изменений в отраслях социальной сферы науки и образования.

С этой целью был издан Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. №597 «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики», который гласит «о повышении к 2018 г. средней заработной платы научных сотрудников… до 200 процентов от средней заработной платы в соответствующем регионе; об увеличении к 2020 г. числа высококвалифицированных работников, с тем чтобы оно составляло не менее трети от числа квалифицированных работников» [5].

В рамках реализации Указа Президента Правительством РФ было подготовлено распоряжение от 30 декабря 2012 г. №2620-р «Об утверждении плана мероприятий («дорожной кар-

ты») «Изменения в отраслях социальной сферы, направленные на повышение эффективности образования и науки» [6].

Основными задачами «дорожной карты» являются:

- создание опережающего научно-технического задела в Российской Федерации по приоритетным направлениям развития науки и технологий путем развития фундаментальных и прикладных научных исследований;

- повышение качества кадрового потенциала науки и мобильности научных кадров;

- введение эффективного контракта в государственных научных организациях, включающее разработку и внедрение эффективного контракта с научными сотрудниками и руководителями научных организаций.

В результате изменения в отраслях социальной сферы, направленных на повышение эффективности образования и науки, предполагается: повысить публикационную и изобретательскую активности российских исследователей на международном уровне; создать развитую систему инструментов финансирования науки на конкурсной основе, сформировать функционирующую сеть исследовательских лабораторий, работающих под руководством ведущих ученых и повысить заработную плату научных работников к 2018 г. до уровня 200 процентов средней заработной платы в соответствующем регионе.

Перевод на новую форму оплаты труда для сотрудников научной и образовательной деятельности состоится в 2014 г. Сама реформа будет проводиться поэтапно и завершится в 2018 г.

Что же такое эффективный контракт и каковы особенности его введения?

Сам по себе эффективный контракт является трудовым договором с сотрудником, который содержит в себе должностные обязанности, особые условия оплаты труда, меры социальной поддержки и критерии оценки эффективности деятельности сотрудника для выплаты стимулирующих надбавок [7].

Российским ученым государство выделяет денежные субсидии, ежегодно поступающие в научные и образовательные организации. При распределении средств учитываются показатели выполняемых исследователями работ и научных публикаций, ци-

тируемость статей, их занятость в учебном секторе и т.д.

Идеологом перевода на новую форму оплаты труда сотрудников государственных учреждений является Министерство труда Российской Федерации. Минтруда в свое время предложило создать систему оценки эффективности деятельности работников госучреждений и поставить оплату труда бюджетников в зависимость от сложности выполняемой работы, а также количества и качества затраченного труда.

Подобная система оплаты труда уже реализована во многих развитых странах мира, таких как Китай, США, Великобритания, Франция и Германия.

По словам ректора НИУ Высшей школы экономики, чей институт является составителем «дорожной карты» по переходу на эффективный контракт, Ярослава Кузьминова: «В России есть целый ряд искусственно закрытых отраслей науки, которые в очень малой степени привыкли к внешней оценке, а наука у нас одна на всех. В данном вопросе важным является не перераспределение выделяемых денежных средств на научную деятельность, а их увеличение в двукратном размере» [8].

На данном этапе реформирования трудно прогнозировать результаты перехода на эффективный контракт. Однако уже сейчас понятно, что введение механизмов эффективного контракта предусматривает сокращение научных кадров, что, в свою очередь, должно привести к омоложению отечественной науки. По данным Минобрнауки РФ научные организации должны будут сократить к 2018 г. до 8% своих научных сотрудников.

Согласно распоряжению Правительства РФ от 30 декабря 2012 г № 2620-р Минобрнауки России было поручено совместно с органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации разработать и утвердить до 1 мая 2013 г. региональные планы мероприятий («дорожные карты») «Изменения в отраслях социальной сферы, направленные на повышение эффективности образования и науки». В 2014 г. на основании письма Министерства образования и науки РФ от 25 марта 2014 г. №АК-656/02 «О методических рекомендациях по корректировке «дорожных карт» необходимо внести изменения в ранее разработанные «дорожных карты» [9].

Реформа затронула также научный блок государственного материального резерва, представленного единственным в России и на постсоветском пространстве научно-исследовательским институтом, занимающимся проблемами хранения государственных материальных ценностей.

Во исполнение распоряжения Правительства РФ Федеральным агентством по государственным резервам, как органом исполнительной власти, совместно с ФГБУ НИИПХ Росрезерва (далее – Институт) был разработан План мероприятий («дорожная карта») «Структурных изменений в отраслях социальной сферы, направленных на повышение эффективности науки и технологии в Федеральном агентстве по государственным резервам на период до 2018 г.» [10].

Основными направлениями Плана мероприятий («дорожной карты»), разработанного Институтом, являются:

1. Формирование перечня приоритетных научно-исследовательских работ на основе разработки инновационной стратегии развития Росрезерва на период до 2020 г.
2. Развитие социальной сферы, обеспечивающей инновационное развитие Росрезерва.

Мероприятия, направленные на повышение эффективности науки, будут проводиться по двум основным направлениям:

1. Мероприятия Института, направленные на повышение эффективности и качества работ в сфере науки и технологии путем формирования инновационной стратегии развития Росрезерва.
2. Мероприятия, направленные на поэтапное введение эффективного контракта в Институте.

В рамках проведения мероприятий, направленных на повышение эффективности и качества работ в сфере науки и технологии путем формирования инновационной стратегии развития Росрезерва, планируется провести, начиная с 2015 г., научно-исследовательские работы, направленные на разработку инновационной стратегии развития Росрезерва на период до 2020 г.

Согласно Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г., утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. № 2227-р, органы исполнительной власти должны руководство-

ваться положениями Стратегии при разработке и реализации государственных программ Российской Федерации.

В результате проведенных научных исследований будет разработана методология формирования инновационной стратегии развития Росрезерва и подготовлен перечень приоритетных научно-исследовательских работ для реализации инновационной стратегии развития последнего.

К 2017 г. в рамках выполнения мероприятий «дорожной карты» Институт должен разработать Положение о корпоративной социальной политике, направленной на повышение научного и инновационного потенциалов Росрезерва. А в 2018 г. приступить к ее реализации.

В рамках поэтапного введения эффективного контракта предполагается проведение следующих мероприятий.

Во-первых, проведение актуализации перечня направлений научных исследований, выполняемых в рамках деятельности Росрезерва, которая послужит повышению числа публикаций авторов в научных журналах и коэффициента изобретательской активности.

Во-вторых, для оптимизации расходов на оплату труда вспомогательного административно-управленческого персонала планируется провести комплексный анализ оплаты труда вспомогательного, административно-управленческого персонала, исходя из предельной доли расходов на оплату их труда в общем фонде оплаты труда организации за последние 5 лет. В результате проведенного анализа, будет установлено оптимальное соотношение расходов на оплату труда административно-управленческого персонала к расходам на оплату труда научных сотрудников.

Внедрение механизма эффективного контракта с научными сотрудниками Института будет осуществляться при информационной поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

Эффективный контракт является инструментом дополнительного стимулирования исследовательской деятельности ученых, который позволит установить для них конкурентоспособный уровень заработной платы.

Для перевода научных сотрудников Института на эффек-

тивный контракт в 2014 г. необходимо провести их аттестацию, согласно подготовленному руководством плану-графику.

Одной из непростых задач в проведении аттестации научных сотрудников, с целью их перевода на новую контрактную систему оплаты труда является определение объективных критериев оценки эффективности научной деятельности сотрудника.

В-третьих, для контроля за выполнением в полном объеме мер по созданию прозрачного механизма оплаты труда руководителей государственных и муниципальных организаций, что лежит в основе Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 280-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части создания прозрачного механизма оплаты труда руководителей государственных (муниципальных) учреждений и предоставления руководителями этих учреждений сведений о доходах, об имуществе и обязательствах имущественного характера» [11], к 2018 г. планируется переоформление трудового договора с введением механизма эффективного контракта с директором Института.

Заключение дополнительных соглашений к трудовому договору с директором Института позволит соблюдать установленные в рамках законодательства соотношения его средней заработной платы и средней заработной платы работников Института.

Согласно Указу Президента РФ и распоряжению Правительства РФ к 2018 г. введение эффективного контракта позволит соотнести уровень среднемесячной заработной платы научных работников к средней заработной плате в г. Москва.

Анализ «дорожной карты» показывает, что основной ее целью является повышение публикационной и изобретательской активности научных сотрудников Института, и соответственно, повышение их заработной платы, за счет введения механизма эффективного контракта.

Подводя итоги, следует отметить, что реформирование социальной сферы, направленной на повышение эффективности науки и технологии, проводится как за счет выделения государством денежных средств для стимулирования труда работников научных организаций, так и за счет сокращения к 2018 г. их численности.

Список литературы

1. О Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года [Электронный ресурс]: распоряжение Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. №1662-р. – Режим доступа://http://www.base.garant.ru/194365. – Загл. с экрана.

2. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс]: распоряжение Правительства РФ от 8 декабря 2011 г. №2227-р. – Режим доступа: //http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70006124. – Загл. с экрана.

3. Основы политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2020 года и дальнейшую перспективу [Электронный ресурс]: указ Президента РФ от 11 января 2012 г. № Пр-83. – Режим доступа://http://www.consultant.ru. – Загл. с экрана.

4. Программа «Развитие науки и технологий» [Электронный ресурс]: распоряжение Правительства РФ от 20 декабря 2012 г. №2433-р. – Режим доступа://http://base.garant.ru/70287190/ – Загл. с экрана.

5. О мероприятиях по реализации государственной социальной политики: указ Президента РФ от 7 мая 2012 года №597// Российская газета. – 2012. – 9 мая.

6. Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») «Изменения в отраслях социальной сферы, направленные на повышение эффективности образования и науки» [Электронный ресурс]: распоряжение Правительства РФ от 30 декабря 2012 г. №2620-р. – Режим доступа: //http://минобрнауки.рф. – Загл. с экрана.

7. О Программе поэтапного совершенствования системы оплаты труда при оказании государственных (муниципальных) услуг на 2013-2018 годы: распоряжение Правительства РФ от 26 ноября 2012 г. 2190-р // Российская газета. – 2012. – 4 декабря.

8. Панов П. Минобрнауки определилось со сроками перехода на новую форму оплаты труда научных сотрудников// Известия – 2013. – 14 марта.

9. О направлении Инструкции по корректировке региональных отраслевых «дорожных карт» [Электронный ресурс]: письмо

Министерства образования и науки РФ от 20 марта 2014 г. №АП-282/02. – Режим доступа:// http://base.garant.ru/70707126. – Загл. с экрана.

10. Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») «Структурные изменения в отраслях социальной сферы, направленные на повышение эффективности науки и технологии в Федеральном агентстве по государственным резервам»: приказ Федерального агентства по государственным резервам от 18 сентября 2014 г. №186. – 11 с.

11. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части создания прозрачного механизма оплаты труда руководителей государственных (муниципальных) учреждений и предоставления руководителями этих учреждений сведений о доходах, об имуществе и обязательствах имущественного характера [Электронный ресурс]: федер. закон от 29 декабря 2012 г. № 280-ФЗ. – Режим доступа: //http://base.garant.ru/70291382. – Загл. с экрана.

УДК 331.2:331.211.54

***А.И. Ковалева**, д.э.н., **Е.В. Шалыгина**, к.т.н. ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

***A.I. Kovaleva**, **E.V. Shalygina**. Federal State Institution Scientific Research Institute for storing Rosrezerva*

ВВЕДЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО КОНТРАКТА В НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

INTRODUCTION OF EFFECTIVE CONTRACT IN THE SCIENTIFIC ORGANIZATIONS

В статье рассматриваются вопросы введения механизма эффективного контракта в государственных научных организациях. Дано определение «эффективного контракта» и рекомендации по переходу на новую форму оплаты труда в научных организациях. Определены критерии оценки эффективности деятельности научных сотрудников государственных учреждений.

Ключевые слова: эффективный контракт, критерии оценки эффективности трудовой деятельности, дорожная карта, компенсационные выплаты, стимулирующие выплаты.

The article deals with the introduction of the mechanism for effective contract in the state scientific organizations. Defined concept of «effective contract» and made recommendations for the transition to a new form of remuneration in scientific organizations. Marked the criteria of assessment of the effectiveness for the scientists in the state institutions.

Keywords: effective contract, criteria of assessment of the effectiveness, road map, compensation, incentive payments.

7 мая 2012 г. был утвержден Указ Президента Российской Федерации от №597 «О мероприятиях по реализации го-

сударственной социальной политики», который предусматривает повышение к 2018 г. средней заработной платы научных сотрудников…до 200 процентов от средней заработной платы в соответствующем регионе; увеличение к 2020 г. числа высококвалифицированных работников, с тем чтобы оно составляло не менее трети от числа квалифицированных работников» [1].

Во исполнение Указа Президента РФ распоряжением Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2012 г. № 2190-р была утверждена Программа поэтапного совершенствования системы оплаты труда в государственных (муниципальных) учреждениях на 2012-2018 гг. (далее – Программа), предусматривающая введение механизма эффективного контракта в государственных организациях [2].

В Программе дано определение понятию «эффективный контракт». Эффективный контракт представляет собой трудовой договор с работником, в котором конкретизированы его должностные обязанности, условия оплаты труда, показатели и критерии оценки эффективности деятельности для назначения стимулирующих выплат в зависимости от результатов труда и качества оказываемых государственных (муниципальных) услуг, а также меры социальной поддержки [2].

Исходя из этого, для каждого работника необходимо уточнить и конкретизировать его трудовую функцию, показатели и критерии оценки эффективности деятельности, установить размер вознаграждения, а также размер поощрения за достижение коллективных результатов труда.

На основании Указа Президента РФ и распоряжения Правительства РФ Минтруда России в целях оказания методической помощи государственным учреждениям были разработаны и утверждены Рекомендации по оформлению трудовых отношений с работником государственного (муниципального) учреждения при введении эффективного контракта (Приказ Минтруда России от 26 апреля 2013 г. №167) [3].

Данные рекомендации могут применяться при оформлении трудовых отношений со всеми работниками учреждений.

В Рекомендациях, разработанных Минтруда России, приведен перечень рекомендуемых выплат стимулирующего и компен-

сационного характера. В трудовом договоре или дополнительном соглашении к трудовому договору рекомендуется конкретизировать условия осуществления выплат, предусмотренных пунктом 11 Рекомендаций. Выплаты могут быть установлены в абсолютном выражении (в этом случае размер выплаты указывается в рублях в трудовом договоре или дополнительном соглашении к нему), в процентах, баллах и других единицах измерения с указанием условий, при которых они осуществляются.

В системах оплаты труда, трудовых договорах и дополнительных соглашениях к трудовым договорам с работниками учреждений рекомендуется использовать следующие выплаты стимулирующего и компенсационного характера [3]:

а) выплаты за интенсивность и высокие результаты работы:

- надбавка за интенсивность труда;
- премия за высокие результаты работы;
- премия за выполнение особо важных и ответственных работ;

б) выплаты за качество выполняемых работ:

- надбавка за наличие квалификационной категории;
- премия за образцовое выполнение государственного (муниципального) задания;

в) выплаты за стаж непрерывной работы, выслугу лет:

- надбавка за выслугу лет;
- надбавка за стаж непрерывной работы;

г) премиальные выплаты по итогам работы:

- премия по итогам работы за месяц;
- премия по итогам работы за квартал;
- премия по итогам работы за год;

д) выплаты работникам, занятым на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными и иными особыми условиями труда;

е) выплаты за работу в местностях с особыми климатическими условиями:

- районный коэффициент;
- коэффициент за работу в пустынных и безводных местностях;
- коэффициент за работу в высокогорных районах;
- надбавка за стаж работы в районах Крайнего Севера и при-

равненных к ним местностях;

ж) выплаты за работу в условиях, отклоняющихся от нормальных (при выполнении работ различной квалификации, совмещении профессий (должностей), расширении зон обслуживания, увеличении объема выполняемых работ, сверхурочной работе, работе в ночное время и при выполнении работ в других условиях, отклоняющихся от нормальных):

- доплата за совмещение профессий (должностей);
- доплата за расширение зон обслуживания;
- доплата за увеличение объема работы;
- доплата за исполнение обязанностей временно отсутствующего работника без освобождения от работы, определенной трудовым договором;
- доплата за выполнение работ различной квалификации;
- доплата за работу в ночное время;

з) надбавка за работу со сведениями, составляющими государственную тайну, их засекречиванием и рассекречиванием, а также за работу с шифрами.

В системах оплаты труда, трудовых договорах и дополнительных соглашениях к трудовым договорам с работниками учреждений могут быть предусмотрены другие выплаты компенсационного и стимулирующего характера в соответствии с трудовым законодательством, иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права, а также коллективными договорами и соглашениями.

В трудовом договоре или дополнительном соглашении к трудовому договору условия осуществления выплат, предусмотренных пунктом 11 Рекомендаций, рекомендуется конкретизировать применительно к данному работнику учреждения [3].

В Рекомендациях компенсационные и стимулирующие выплаты приведены в едином списке. Вместе с тем, практика показывает, что вопрос о соотношении компенсационных и стимулирующих выплат стоит достаточно остро. Так, например, ряд специалистов считает, что с целью защиты работника от возможной необъективной оценки его труда, доля компенсационных выплат должна быть весьма существенной – порядка 80%. Другие специалисты полагают, что обоснованные крите-

рии должны обеспечить объективность оценки труда работника, а доля стимулирующих выплат менее 50% не будет способствовать повышению эффективности труда. На наш взгляд, истина, как правило, находится посередине. Безусловно, от качества проработки вопроса о стимулирующих выплатах и оценки их значимости зависит объективность оценки труда работника. Важно, чтобы критерии оценки были понятны и работодателю и работнику. Соотношение компенсационных и стимулирующих выплат зависит от характера выполняемых работ.

На сегодняшний день механизм эффективного контракта уже введен в ряде государственных (муниципальных) учреждений. Перевод на новую форму оплаты труда в научной и образовательной деятельности состоится в 2014 г. Реформа будет проведена в два этапа и завершится к 2018 г.

В рамках реализации Указа Президента Правительством РФ было подготовлено распоряжение от 30 декабря 2012 г. №2620-р «Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») «Изменения в отраслях социальной сферы, направленные на повышение эффективности образования и науки» [4].

Одной из основных задач «дорожной карты» является введение эффективного контракта в государственных научных организациях, включающее разработку и внедрение эффективного контракта с научными сотрудниками и руководителями научных организаций.

Подобная система оплаты труда уже реализована во многих развитых странах мира, таких как Китай, США, Великобритания, Франция и Германия. В России система эффективных контрактов постепенно внедряется в высших учебных заведениях, например, МГИМО, Высшей школе экономики, Томском политехническом университете и др.

Подходы к выбору и оценке критериев эффективности научно-педагогических кадров в этих учебных заведениях имеют свои отличительные особенности. Так, например, ориентиром для эффективного контракта с профессором в Томском политехническом университете послужил стандартный договор с профессором в университете Саутгемптона (Великобритания). Достаточно высокие требования данного контракта,

предъявляемые к профессору, соответствуют высокому вознаграждению. В университете считают, что эффективные контракты не должны быть одинаковыми для всех научно-педагогических работников, а должны учитывать способности сотрудников. Главное – слаженная работа всего коллектива. Подобного мнения придерживаются и эксперты РАН, которые полагают, что в ряде случаев целесообразно применять коллективные формы контракта, когда группа специалистов выполняет один конкретный проект [5].

Как показал опыт российских университетов, для успешного введения эффективного контракта необходимо, чтобы система была построена на нескольких понятных группах критериев, в рамках которой должны быть четко прописаны все варианты критериев с указанием веса в баллах или иных единицах. Далее рассчитывается «стоимость» одного балла, сумма баллов умножается на «вес» единицы учета – получается доплата за год (фонд премирования по эффективным контрактам). На Портале МГИМО в качестве примера приведены критерии по следующим видам работ: учебно-методическая работа, научно-исследовательская работа, прочая деятельность [6].

Проводимая реформа затронула и научное подразделение государственного материального резерва, представленное единственным в России научно-исследовательским институтом, занимающимся проблемами хранения различного вида продукции, товаров и материалов – ФГБУ НИИПХ Росрезерва.

Во исполнение распоряжения Правительства РФ Федеральным агентством по государственным резервам, как органом исполнительной власти, совместно с ФГБУ НИИПХ Росрезерва (далее – Институт), был разработан «План мероприятий («дорожная карта») структурных изменений в отраслях социальной сферы, направленных на повышение эффективности науки и технологии в Федеральном агентстве по государственным резервам на период до 2018 г.» [7].

Одним из направлений в рамках реализации мероприятий «дорожной карты» является введение механизма эффективного контракта. Для перевода сотрудников Института на эффективный контракт первоначально необходимо провести их аттестацию.

Одна из непростых задач в проведении аттестации научных сотрудников Института с целью их перевода на новую контрактную систему оплаты труда – это определение объективных критериев оценки эффективности научной деятельности сотрудника.

Эффективность работы научного сотрудника должна оцениваться, в первую очередь, с точки зрения направленности на повышение эффективности деятельности Института в целом. Целевые показатели эффективности деятельности Института, утвержденные приказом Росрезерва от 9 июля 2013 г. № 97 «О внесении изменений в приложения к приказу Росрезерва от 11 апреля 2012 г. №29 «Об утверждении целевых показателей эффективности работы федеральных государственных учреждений системы государственного материального резерва», приведены в Приложении 3 [8].

Показатели оценки результативности деятельности Института приведены в Приложении к Методике оценки результативности деятельности ФГБУ НИИПХ Росрезерва, выполняющего научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения, утвержденной приказом Федерального агентства по государственным резервам (Росрезерв) от 15 апреля 2013 г. № 48 [9].

С учетом рассмотрения показателей эффективности и результативности деятельности Института предлагается рассмотреть следующие виды стимулирующих выплат для научных работников:

1 группа – коллективный критерий:

- своевременное и качественное выполнение государственного задания;
- научно-исследовательские работы, выполненные по заказу российских и зарубежных заказчиков;
- своевременное и качественное выполнение приказов, распоряжений, решений, поручений Росрезерва;
- прирост объектов интеллектуальной собственности, принадлежащих организации;
- прирост отечественных и зарубежных патентов (свидетельств) на объекты интеллектуальной собственности, получен-

ных научной организацией;

- государственные и международные премии, призы, награды, полученные организацией.

2 группа – индивидуальные критерии:

- издание научных монографий и научных статей (в изданиях, входящих в РИНЦ и др.; статей в прочих научных изданиях);
- индексы научного цитирования (система показателей – состояние, прирост);
- участие в конференциях, доклад на всероссийской, международной, отраслевой научной конференциях;
- рецензирование, оппонирование диссертаций, подготовка отзыва на автореферат, подготовка отзыва ведущей организации;
- сдача кандидатских минимумов, подготовка диссертации, защита диссертации;
- руководство научно-исследовательской работой;
- прирост отечественных и зарубежных патентов свидетельств на объекты интеллектуальной собственности, полученных работниками организации;
- премии, государственные награды, почетные звания, полученные сотрудниками Института.

3 группа – прочая деятельность:

- работа в редакционных коллегиях научных изданий;
- организация конференций, семинаров, круглых столов и прочих научных мероприятий с участием зарубежных и отечественных ученых, не являющихся сотрудниками Института.
- членство в общественных организациях по научным проблемам;
- участие в мероприятиях и публикации (направленные на повышение имиджа Института);
- работа в экспертных группах и конкурсных комиссиях;
- ведение преподавательской деятельности;
- работа по реализации задач Базовой организации.

Исходя из сказанного выше, эффективный контракт является инструментом дополнительного стимулирования исследовательской деятельности ученых, который позволит установить для них конкурентоспособный уровень заработной платы.

Порядок, условия и размеры выплат компенсационного

и стимулирующего характера устанавливаются в коллективных договорах, соглашениях и локальных нормативных актах работодателя в соответствии с трудовым законодательством, отраслевым тарифным соглашением, положением об оплате труда.

Список литературы

1. О мероприятиях по реализации государственной социальной политики: указ Президента РФ от 7 мая 2012 г. №597 // Российская газета. – 2012. – 9 мая.

2. О Программе поэтапного совершенствования системы оплаты труда при оказании государственных (муниципальных) услуг на 2013-2018 годы: распоряжение Правительства РФ от 26 ноября 2012 г. 2190-р // Российская газета. – 2012. – 4 декабря.

3. Об утверждении рекомендаций по оформлению трудовых отношений с работником государственного (муниципального) учреждения при введении эффективного контракта [Электронный ресурс]: приказ Минтруда России от 26 апреля 2013 года № 167н. – Режим доступа: //http:// www.rosmintrud.ru/docs/mintrud/orders/75. – Загл. с экрана.

4. Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») «Изменения в отраслях социальной сферы, направленные на повышение эффективности образования и науки» [Электронный ресурс]: распоряжение Правительства РФ от 30 декабря 2012 г. №2620-р. – Режим доступа: //http://минобрнауки.рф. – Загл. с экрана.

5. Фролов К. Начать и выиграть. В Томском политехническом университете заключен первый эффективный контракт с научно-педагогическим работником [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.poisknews.ru/theme/edu/6183. – Загл. с экрана.

6. Раицкая Л. Эксперт МГИМО: Зачем университетам эффективный контракт? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http:// www/mgimo.ru/news/experts/document 249763.phtml. – Загл. с экрана.

7. Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») «Структурные изменения в отраслях социальной сферы, направленные на повышение эффективности науки и технологии в Федеральном агентстве по государственным резервам»:

приказ Федерального агентства по государственным резервам от 18 сентября 2014 г. №186. – 11 с.

8. О внесении изменений в приложения к приказу Росрезерва от 11 апреля 2012 г. №29 «Об утверждении целевых показателей эффективности работы федеральных государственных учреждений системы государственного материального резерва: приказ Федерального агентства по государственным резервам от 9 июля 2013 г. № 97. – 16 с.

9. Об утверждении методики оценки результативности деятельности ФГБУ НИИПХ Росрезерва, выполняющего научно исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения: приказ Федерального агентства по государственным резервам от 9 июля 2013 г. № 97 // Российская газета. – 2013. – 30 августа.

УДК 378.048.2

***С.Н. Рассоха**, к.э.н., доц. ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

***S.N. Rassoha**, Federal State Institution Scientific Research Institute for storing Rosrezerva*

СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ НАУЧНОГО ПОТЕНЦИАЛА РОССИИ

SCIENTIFIC POTENTIAL OF RUSSIAN FEDERATION: STATE OF THE ART AND EVOLUTION

В статье обобщены и проанализированы статистические данные о научном потенциале страны. Охарактеризованы состояние и тенденции развития его составляющих. Сформулированы предложения, направленные на ускоренное развитие научно-технического потенциала России.

Ключевые слова: потенциал, научно-техническое развитие, исследования, разработки, персонал, финансирование, внутренние затраты, НИР, ОКР.

In the paper statistical data about scientific potential was generalized and analyzed. Sate of the art and development trends of its components was characterized. Proposals about acceleration of Russian scientific potential growth were suggested.

Keywords: potential, science and technology evolution, research, development, staff, funding, transfer cost, research project, design and development work.

Известно, что под потенциалом понимается сила, мощь, скрытая возможность, способность, сила, могущая проявиться при известных условиях. Оценивая потенциал, рассматривают совокупность источников, возможностей, средств, запасов, которые могут быть приведены в действие, использованы для решения какой-либо задачи, достижения определенной цели [1].

[1] См. Советский энциклопедический словарь.- М.: 1980. С. 1058.

Научный потенциал является относительно самостоятельным образованием в экономическом потенциале страны, так как он развивается с учетом спроса на результаты научной и научно-технической деятельности.

В системе «наука-технология-производство» ведущим элементом выступает наука, рождающая эти новейшие технологии и принципы производства, которые затем воплощаются в машины, оборудование и приборы высшего технического уровня. В современных условиях существенно возрастает роль науки как генератора ускорения научно-технического развития общества и экономики[2].

Синтезирующим показателем, характеризующим уровень развития экономики и общества, служит научный потенциал, который представляет собой совокупность инвестиционных, материально-технических, кадровых, инновационных, информационных и организационных ресурсов.

Согласно оценкам ученых в высокоразвитых странах за счет использования научно-технических достижений прирост ВВП обеспечивается на 75-80%. Поэтому понятно, почему экономический рост отождествляется с научно-техническим прогрессом и интеллектуализацией экономики.

Число организаций, проводивших исследования и разработки

Рассмотрим на основе обобщения статистических материалов, опубликованных в Российском статистическом ежегоднике, современное состояние и тенденции развития научного потенциала России за последние годы рыночной трансформации ее экономики в следующих разрезах: число организаций, выполнявших исследования и разработки; численность специалистов, занятых исследованиями и разработками; источники финансирования затрат на исследования и разработки.

Как следует из данных, приведенных в табл. 1, за рассматриваемый период существенно сократилось число организаций,

[2] Анчишкин А. Наука – техника – экономика. – М.: Экономика, 1990. – С.31

выполнявших исследования и разработки (с 4099 в 2000 г. до 3566 в 2012 г. или на 533 единицы). Эта негативная тенденция в наибольшей степени коснулась научно-исследовательских организаций, конструкторских бюро, проектных и проектно-изыскательских организаций. Указанные организации классифицируются по следующим секторам деятельности: государственный, предпринимательский, высшего профессионального образования, некоммерческих организаций.

Таблица 1. Число организаций, выполнявших исследования и разработки

	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Число организаций, всего	4099	3566	3492	3682	3566
в том числе:					
научно-исследовательские организации	2686	2115	1840	1782	1725
конструкторские бюро	318	489	362	364	340
проектные и проектно-изыскательские организации	85	61	36	38	33
опытные заводы	33	30	47	49	60
образовательные учреждения высшего профессионального образования	390	406	517	581	560
промышленные организации, имевшие научно-исследовательские, проектно-конструкторские подразделения в организациях	284	231	238	280	274
прочие	303	234	452	588	574

В состав государственного сектора входят: организации министерств и ведомств, обеспечивающие управление государством и удовлетворение потребностей общества в целом; неком-

мерческие организации, полностью или в основном финансируемые и контролируемые правительством.

Предпринимательский сектор включает: все организации, чья основная деятельность связана с производством продукции или услуг в целях продажи, в том числе находящиеся в собственности государства; некоммерческие организации, обслуживающие вышеназванные организации.

В сектор высшего профессионального образования входят: университеты и другие высшие учебные заведения, независимо от источников финансирования и правового статуса, а также находящиеся под их контролем либо ассоциированные с ними научно-исследовательские институты, экспериментальные станции, клиники.

Сектор некоммерческих организаций состоит из частных организаций, не ставящих своей целью получение прибыли (профессиональные общества, общественные организации, учреждения, автономные некоммерческие организации, фонды и т.д.), и частных индивидуальных организаций.

2. Численность персонала, занятого исследованиями и разработками

Под персоналом понимается совокупность лиц, чья творческая деятельность, осуществляемая на систематической основе, направлена на увеличение и поиск новых областей применения знаний, а также занятых оказанием прямых услуг, связанных с выполнением исследований и разработок. В статистике персонал, занятый исследованиями и разработками, учитывается как списочный состав работников организаций (соответствующих подразделений высших учебных заведений, промышленных организаций и др.), выполняющих исследования и разработки, по состоянию на конец года. В составе персонала, занятого исследованиями и разработками, выделяются четыре категории: исследователи, техники, вспомогательный и прочий персонал.

Анализ данных, представленных в табл. 2, свидетельствует о достаточно устойчивой тенденции сокращения численности персонала, занятого исследованиями и разработками. Числен-

ность персонала в целом сократилась с 887,7 тыс. человек в 2000 г., до 726,3 тыс. человек в 2012 г.

Сохраняется тенденция уменьшения числа исследователей – специалистов высшей квалификации, занятых исследованиями и разработками, во всех секторах деятельности.

Таблица 2. Численность персонала, занятого исследованиями и разработками (человек)

	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Численность персонала, всего	887729	813207	736540	735273	726318
в том числе:					
исследователи	425954	391121	368915	374746	372620
техники	75184	65982	59276	61562	58905
вспомогательный персонал	240506	215555	183713	178494	175790
прочий персонал	146085	140549	124636	120471	119003

Отсутствие достаточного притока талантливой молодежи в науку и образование сопровождается старением научных и научно-педагогических кадров. Так, доля исследователей в возрасте старше 60 лет, имеющих степень доктора наук, составляет 63% от общей численности докторов наук, а доля кандидатов наук в такой же возрастной группе составляет 35%.

Это обусловлено, главным образом, небольшим размером заработной платы, подрывающим имидж такой категории как «исследователь», и авторитет самого ученого. Данная ситуация является основной причиной интенсивной «утечки мозгов» за границу.

Таким образом, сложилась парадоксальная ситуация: наряду с экспортом топливно-энергетических ресурсов и другой конкурентоспособной продукции на мировом рынке Россия также «экспортирует» высококвалифицированных специалистов, на подготовку которых государством были затрачены значительные средства.

3. Динамика и структура финансирования научных исследований и разработок

Важным фактором динамичного развития научного потенциала является формирование эффективной системы финансирования науки как из средств федерального бюджета, так и за счет внутренних затрат организаций. Данные о динамике и структуре финансирования науки из средств федерального бюджета приводятся в табл. 3.

Таблица 3. Финансирование науки из средств федерального бюджета[1)]

	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Расходы федерального бюджета, млн. руб.	17396,4	76909,3	237644,0	313899,3	355920,1
в том числе:					
на фундаментальные исследования	8219,3	32025,1	82172,0	91684,5	86623,2
на прикладные научные исследования	9177,1	44884,2	155472,0	222214,8	269296,9
в процентах:					
к расходам федерального бюджета	1,69	2,19	2,35	2,87	2,76
к валовому внутреннему продукту	0,24	0,36	0,51	0,56	0,56

1) 2000, 2005 гг. – в соответствии с Приложением 2 к федеральным законам «Об исполнении федерального бюджета». По данным Федерального Казначейства: 2010 г. – на 1 января 2011 г.; 2011 г. – на 1 января 2012 г.; 2012 г. – на 1 января 2013 г. – отчет об исполнении консолидированного бюджета Российской Федерации и бюджетов государственных внебюджетных фондов.

За рассматриваемый период наблюдались противоречивые тенденции в системе финансирования науки. Это касается, с одной стороны, роста средств, выделяемых из федерального

бюджета в абсолютном выражении, а, с другой стороны, отсутствие роста доли как в структуре федерального бюджета, так и в структуре валового внутреннего продукта.

В 2012 г. на науку было выделено 2,76% от расходной части федерального бюджета, что составило лишь 0,56% от величины ВВП. В развитых странах расходы на финансирование науки колеблются в пределах 2-3% от ВВП.

В целом это свидетельствует о недостаточном внимании государственных органов России к развитию научного потенциала страны и неудовлетворительном уровне его финансирования из средств федерального бюджета.

На современном этапе развития научного потенциала страны все в большей степени возрастает необходимость мобилизации внутренних затрат организаций, обеспечивающих выполнение наиболее перспективных и эффективных исследований и разработок. Внутренние затраты на исследования и разработки – затраты на выполнение исследований и разработок собственными силами организаций, включая как текущие, так и капитальные затраты в течение отчетного года независимо от источников финансирования. Текущие затраты охватывают: оплату труда, отчисления на единый социальный налог, затраты на приобретение оборудования за счет себестоимости работ, другие материальные затраты (стоимость приобретаемых со стороны сырья, материалов, комплектующих изделий, полуфабрикатов, топлива, энергии, работ и услуг производственного характера и др.), прочие текущие затраты. Капитальные затраты включают: приобретение земельных участков, строительство или покупку зданий, приобретение оборудования, включаемого в состав основных фондов и пр.

До сих пор остается низкой доля внутренних затрат на исследования и разработки в структуре ВВП. Так, она выросла с 1,05% в 2000 г. до 1,12% в 2012 г. Подавляющую часть во всех затратах составляют внутренние текущие затраты, на долю которых приходилось порядка 96%.

Важнейшим показателем, характеризующим уровень научно-технического развития, является соотношение затрат на фундаментальные и прикладные исследования, а также разработки в структуре внутренних текущих затрат. Зарубежный

исследовательский опыт показывает, что фундаментальные исследования есть основа научно-технического прогресса, а вторым важнейшим их этапом являются прикладные исследования (ПИ), изучающие пути практического применения результатов фундаментальных открытий. Научно-исследовательские работы (НИР) прикладного характера не только решают технические проблемы, уточняют не до конца ясные теоретические вопросы для получения конкретных научных результатов, либо формирования задела для последующих опытно-конструкторских работ, но и выступают в качестве самостоятельных научных работ. Проведение опытно-конструкторских работ (ОКР) позволяет быстро применить результаты прикладных исследований для создания (модернизации, усовершенствования) образцов новой техники, материалов, технологий. Они – завершающая стадия научных исследований, своеобразный переход от лабораторных экспериментов и опытного производства к промышленному выпуску новой продукции.

Таблица 4. Внутренние затраты на исследования и разработки

	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Внутренние затраты на исследования и разработки:					
млн. руб.:					
в фактически действовавших ценах	76697,1	230785,2	523377,2	610426,7	699869,8
в постоянных ценах 1989 г.	3,32	4,54	5,72	5,77	6,10
в процентах к валовому внутреннему продукту	1,05	1,07	1,13	1,09	1,12

И если научно-исследовательские работы дают примерно 85-90% результатов, пригодных для дальнейшего практического использования, то на стадии ОКР их уже 95-97%. В условиях снижения ассигнований на российскую науку соотношение между фундаментальными исследованиями, прикладными и опытно-конструкторскими работами смещается в сторону последних.

Важным показателем результативности и востребованности научных исследований является количество созданных результатов интеллектуальной деятельности, имеющих государственную регистрацию и (или) правовую охрану в Российской Федерации (см. табл. 5).

Таблица 5. Поступление патентных заявок и выдача патентов в россии[1)] (единиц)

	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Подано заявок на выдачу патентов:					
на изобретения, всего	28688	32254	42500	41414	44211
из них российскими заявителями	23377	23644	28722	26495	28701
на полезные модели, всего	4631	9473	12262	13241	14069
из них российскими заявителями	4549	9082	11757	12584	13479
на промышленные образцы, всего	2290	3917	3997	4197	4640
из них российскими заявителями	1918	2516	1981	1913	1928
Выдано патентов:					
на изобретения	17592	23390	30322	29999	32880
из них российским заявителям	14444	19447	21627	20339	22481
на полезные модели	4098	7242	10581	11079	11671
из них российским заявителям	4044	...	10187	10571	11152
на промышленные образцы	1626	2469	3566	3489	3381
из них российским заявителям	1228	...	1741	1622	1390
Число действующих патентов, всего					
в том числе:					
на изобретения	...	123089	181904	168558	181515
на полезные модели	...	28364	54848	46876	50746
на промышленные образцы	...	12646	22946	21295	22630

[1)] По данным Роспатента.

С 2000 г. прослеживается устойчивый рост количества поданных заявок и полученных патентов. Также устойчиво растет соотношение патент-заявка. Так, в 2000 г. это соотношение составляло 65%, а в 2012 г. – 76%. Росла и «эффективность» изобретательской деятельности. В 2000 г. на каждые 100 исследователей приходилось 6 патентов, а в 2012 г. – 13 патентов.

Существенным фактором научно-технического развития России является повышение качества информационного обеспечения исследователей и разработчиков. Однако в ходе рыночных преобразований в стране почти на 60% снизилось число публикаций по научно-технической проблематике. Одновременно, по существу, была разрушена и система распространения научной литературы. Фактически исчезла литература обзорного и информационного характера, которую прежде издавали органы научно-технической информации. Значительная часть изданий научной периодики стала малодоступной (дорогой и малотиражной). Сократились возможности ознакомления с достижениями мировой науки с использованием системы реферативных журналов.

Результаты проведенного анализа позволяют сформулировать ряд предложений, направленных на ускоренное развитие научно-технического потенциала России. Целесообразными в этой связи представляются:

- оптимизация структуры Национальной инновационной системы;
- существенная корректировка концепций и стратегии государственной научно-технической политики на отраслевом уровне, четкое определение их приоритетных направлений;
- минимизация «экспорта» высококвалифицированных специалистов за рубеж;
- стимулирование притока талантливой молодежи в сферу НИОКР;
- изменение системы финансирования НИР и ОКР на основе мобилизации всех финансовых источников: государственных, коммерческих, спонсорских и др.;
- создание эффективной денежно-кредитной системы, предотвращающей бегство капитала из страны;
- выделение в качестве нормативного уровня внутренних

затрат на науку не менее 2% ВВП, а в случае ускоренного развития наукоемких производств, определяющих спрос на результаты НИОКР, – 3% ВВП;

- ускорение роста заработной платы всем категориям работников научной сферы;
- приоритетное развитие финансово-промышленных групп наукоемкого сектора, а также научно-исследовательских организаций и подразделений отраслевой науки;
- стимулирование интеграции науки, высшей школы и бизнеса;
- поощрение (материальное и нематериальное) организаций, учреждений, лиц, занимающихся изданием и пропагандой современной научно-технической литературы.

Список литературы

1. Анчишкин А. Наука-техника-экономика. – М.: Экономика, 1990. – С. 31.
2. Российский статистический ежегодник Россия в цифрах.
3. Огородникова, Н. В. и др. Индикаторы науки: 2014: статистический сборник. – М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2014. – 400 с.

УДК 338.46:332.146

***А.И. Ковалева**, д.э.н., **С.Н. Рассоха**, к.э.н. ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

***A.I. Kovaleva**, **S.N. Rassokha**. Federal State Institution Scientific Research Institute for storing Rosrezerva*

ОБ ИННОВАЦИОННОЙ СТРАТЕГИИ РОСРЕЗЕРВА

ON THE INNOVATION STRATEGY OF THE FEDERAL AGENCY FOR STATE RESERVES

Рассмотрены теоретические вопросы формирования инновационной стратегии как поддерживающей общекорпоративную стратегию организации. Приведены основные принципы и этапы формирования инновационной стратегии. Определены основные задачи для разработки инновационной стратегии в Росрезерве.

Ключевые слова: стратегическое управление, технологическая и инновационная стратегия, научные исследования и разработки.

Theoretical problems of innovation strategy formation, which supporting company-wide strategy were considered. Basic principles and formation stages of innovation strategy were overviewed. Principal aims of innovation strategy development were defined.

Keywords: strategic management, technological innovation, R&D (research and development).

Впервые теория стратегического управления была обозначена в 1979 г. Один из основоположников теории стратегического управления – И. Ансофф, связывает деятельность по стратегическому управлению с постановкой целей и задач организации, которые позволяют ей добиваться своих целей, со-

ответствуют ее внутренним возможностям и позволяют оставаться восприимчивой к внешним требованиям [1].

Стратегическим менеджментом И. Ансофф называет «рассмотрение стратегического планирования и внедрение его в жизнь организации как единого целого» [2, с. 27].

Стратегическое управление – это область научных знаний, изучающая приемы и инструменты, методологию принятия решений и способы практической реализации этих знаний.

Стратегическое управление, как правило, предполагает решение пяти основных задач. На первом этапе осуществляется определение и концепция бизнеса, производится анализ бизнес-среды и формулируется миссия (предназначение) компании (организации) или функционального подразделения (например, подразделения НИОКР). Это важнейший этап процесса стратегического управления, так как миссия служит основой определения целей компании, а цели, в свою очередь, служат критериями для принятия стратегических решений [3], [4], [5].

На втором этапе сформулированные миссии преобразуются в долгосрочные и краткосрочные цели компании, отражающие конкретные результаты, которые компания намерена достичь в среднесрочном и долгосрочном периодах. Цели должны быть в принципе достижимы и выражены в количественных или качественных показателях в конкретные периоды времени. Определение конкретных целей помогает перейти от общей формулировки миссии к отдельным планам работы, с помощью которых можно достичь успеха.

На третьем этапе осуществляется выбор стратегии для достижения поставленных целей. Для этого необходимо оценить сильные и слабые позиции компании, угрозы или благоприятные возможности для ее функционирования, которые могут возникнуть в будущем. В результате из многих альтернативных путей достижения целей выбирается один как наиболее обещающий.

На четвертом этапе осуществляется реализация стратегии – одна из наиболее сложных задач стратегического управления, представляющая собой комплекс действий, способствующих повышению деловой активности во всех сферах деятельности, направленных на достижение намеченных целей.

На последнем пятом этапе проводится оценка результатов деятельности и вносятся изменения в стратегический план и/или методы его реализации. Процесс стратегического управления осуществляется итеративно, после прохождения любого из этапов может возникнуть необходимость вернуться к предыдущим для пересмотра или внесения корректив. Стратегическое управление – непрерывный процесс, поэтому границы между этими задачами являются чисто концептуальными, а не реальными .

Каждая компания вырабатывает собственную стратегию поведения, зависящую от ее позиции на рынке, внутреннего потенциала, экономического развития, поведения конкурентов и многих других факторов [6].

При формировании инновационной стратегии компании необходимо соблюдать следующие основные принципы:

1. Инновационная стратегия должна формироваться во взаимосвязи с общекорпоративной и деловой стратегией компании и на тот же период с учетом экономических, политических, социальных и других факторов, а также с учетом специфических внешних и внутренних условий функционирования научно-технической сферы компании.
2. Процесс формирования общекорпоративной стратегии компании и ее инновационной стратегии осуществляется итеративно, с учетом внешних и внутренних условий функционирования компании, в том числе и ограничений ресурсов.
3. Цели инновационной стратегии должны полностью отвечать целевым установкам общекорпоративной и деловой стратегии компании и частично целям научно-технической деятельности и быть, в принципе, достижимы.
4. Выбор инновационных стратегий осуществляется с учетом наиболее эффективного использования имеющихся ресурсов.
5. Формирование инновационной стратегии предполагает использование научно-обоснованных подходов и принципов научно-технического прогнозирования (системности, непрерывности, комплексности, вариантности, адекватности и оптимальности).
6. При разработке стратегии, особенно инновационной, необходимо закладывать резерв на преодоление непредвиденных ситуаций.

Определение целей инновационной деятельности компании и сферы НИОКР осуществляется в результате многоэтапной процедуры отбора приоритетных технологических проблем и их решений, способствующих достижению заданной целевой установки технологического развития. Основой формирования целей исследований и разработок компании служат целевые ориентиры технологического развития, которые устанавливаются общекорпоративной стратегией для отдельных направлений деятельности. В качестве целей развития каждого из видов деятельности компании устанавливаются объемные, стоимостные показатели производства и показатели качества.

Цели технологического развития компании определяются исходя из целевых показателей общекорпоративной стратегии (как правило, уровней объемов производства и уровней эффективности, финансовых показателей, показателей качества продукции и др.).

Сопоставление достигнутого уровня технологического развития с требованиями, предъявляемыми к технологиям в перспективе, определяют тот разрыв, который необходимо ликвидировать за счет применения новой техники и технологий. Ликвидация таких разрывов – цель технологического развития компании, которая может быть достигнута за счет расширения внедрения ранее разработанной новой техники и технологии, усовершенствования существующих технологий, разработки и внедрения новых технологий и технических средств, закупки оборудования и технологий.

Цель инновационной деятельности компании – разработка и внедрение новых и усовершенствованных технологий в заданные сроки в необходимых объемах, а цель сферы НИОКР – провести необходимые исследования, разработку и освоение новой техники и технологии в заданные сроки, с тем, чтобы у компании была возможность своевременного их включения в инновационно-инвестиционные планы.

Следует учитывать, что не все исследования и разработки, осуществляемые по планам НИОКР, должны быть связаны с инновационными стратегиями, а также то, что решения о реализации полученных результатов научно-технической деятель-

ности и выделении средств на эти цели принимаются вне сферы НИОКР. Часто эти обстоятельства не учитываются, и к сфере НИОКР предъявляются требования по обоснованию внедрения разработок в производство и достижению установленных целей технологического развития.

При формировании технологической и инновационной стратегий компании необходимым условием является сосредоточение усилий на приоритетных направлениях технологического развития с целью концентрации на них ограниченных ресурсов. Инновационные стратегии должны быть увязаны по целям и ресурсам с общей стратегией компании.

Связующим звеном между сферой НИОКР и производством выступает инновационная деятельность компании, которая включает процессы создания, внедрения и распространения инноваций в компании, за счет которой осуществляется связь функциональной стратегии НИОКР и деловой стратегии компании.

Связь планов НИОКР со стратегическими установками компании в технологическом развитии обеспечивается целенаправленностью исследований и разработок на решение важнейших для компании научно-технических проблем, которые выявляются в результате научно-технических прогнозов развития компании по всей технологической цепочке ее деятельности.

Концентрация усилий на приоритетных направлениях требует применения специальных методов отбора этих приоритетов.

Отбор приоритетов осуществляется в четыре последовательных этапа управления инновационной и научно-технической деятельностью: диагностическом, этапах формирования технологической, инновационной и научно-технической стратегий.

На диагностическом этапе осуществляется отбор сложившихся и прогнозируемых технологических проблем, оказывающих наибольшее влияние на развитие компании и достижение ее стратегических целей.

На этапе формирования технологической стратегии осуществляется отбор наиболее конкурентоспособных и коммерчески эффективных средств для решения технологических проблем. На этом этапе определяются цели инновационной стратегии компании.

Для формулирования инновационной стратегии существуют три основных информационных входа: прогнозы факторов окружающей обстановки, анализ внутреннего потенциала компании и ее корпоративная стратегия [7]. Анализ внутреннего потенциала организации включает оценку ее технологического состояния; оценку собственного научно-технического потенциала: ресурсы, научно-технический и инновационный опыт, в том числе наличие новшеств, открытий и изобретений, срок действия ключевых патентов, наличие «ноу-хау», кадровый потенциал, состояние материально-технической базы научно-технической сферы и т.д.

Возможность получения реалистичной оценки внутреннего потенциала зависит от качества управления научно-техническим развитием в компании, поэтому целесообразно оценить и инновационный менеджмент в компании.

При выборе инновационной стратегии решается основной вопрос – проводить ли собственные исследования и разработки или заимствовать чужие инновации (приобрести патенты и лицензии).

Выбор осуществляется в зависимости от научно-технического потенциала компании, имеющихся ресурсов и времени на реализацию инновации.

Продуктивные идеи, лежащие в основе инноваций, могут быть получены не только в рамках выполнения собственных исследований и разработок. Инновационный менеджер должен искать их и в результатах НИОКР, выполненных в других научно-инженерных организациях как России, так и за рубежом, в различных изобретениях, патентах и лицензиях. Основная его задача заключается в поиске и реализации таких технических решений, которые дадут, независимо от того, чьи идеи находятся в основе положительного результата, наибольший эффект для компании.

В зависимости от участия в реализации научно-технических стратегий собственного научно-технического потенциала выделяют следующие типы стратегий:

- проведение собственных НИОКР;
- участие в совместных НИОКР;
- лицензирование;

- привлечение специалистов;
- приобретение компаний;
- участие в инновационных предприятиях.

Перечень необходимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ включается в стратегические планы НИОКР. Планы НИОКР выполняются собственными научно-исследовательскими и проектными организациями компании, сторонними научными учреждениями, на основе партнерства и т.п. При наличии собственного научно-технического комплекса выполнение планов НИОКР в существенной мере зависит от его потенциала и качества управления им.

Инновационные стратегии разрабатываются на различных уровнях управления.

Распоряжением Правительства РФ от 8 декабря 2011 г. № 2227-р утверждена Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г. [8]. Реализацию Стратегии должны осуществлять федеральные органы исполнительной власти в рамках их компетенции: Министерство экономического развития Российской Федерации, Министерство образования и науки Российской Федерации, Министерство промышленности и торговли Российской Федерации и Министерство связи и массовых коммуникаций Российской Федерации.

При этом предусматривается разработка отраслевых (секторальных) стратегий инновационного развития либо специальных разделов в составе стратегических документов развития отраслей (секторов) экономики и социальной сферы, содержащих мероприятия инновационного развития. Меры, направленные на реализацию положений указанных документов, включаются в состав государственных программ, а также входящих в их состав подпрограмм и федеральных целевых программ.

Росрезерв должен разрабатывать Стратегию своего инновационного развития в соответствии со Стратегией инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г., разработанной на основе положений Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. [9] в соответствии с Федеральным зако-

ном «О науке и государственной научно-технической политике» [10].

Основным целевым показателем инновационной стратегии Росрезерва является показатель эффективности работ в сфере науки и технологии, который выражается в своевременном и качественном научно-техническом и технологическом обеспечении текущих и прогнозируемых потребностей Росрезерва для решения поставленных перед ним государственных задач.

Государственный резерв является особым федеральным (общероссийским) запасом материальных ценностей, предназначенным для использования в целях и порядке, предусмотренных настоящим Федеральным законом, и составляет имущество казны Российской Федерации.

В состав государственного резерва входят запасы материальных ценностей для мобилизационных нужд Российской Федерации (в том числе мобилизационный резерв), запасы стратегических материалов и товаров, запасы материальных ценностей для обеспечения неотложных работ при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Государственный резерв предназначен для:

- обеспечения мобилизационных нужд Российской Федерации;
- обеспечения неотложных работ при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций;
- оказания государственной поддержки различным отраслям экономики, организациям, субъектам Российской Федерации в целях стабилизации экономики при временных нарушениях снабжения важнейшими видами сырьевых и топливно-энергетических ресурсов, продовольствия в случае возникновения диспропорций между спросом и предложением на внутреннем рынке;
- оказания гуманитарной помощи;
- оказания регулирующего воздействия на рынок.

Номенклатура материальных ценностей в государственном резерве и нормы их накопления, порядок разработки этих номенклатуры и норм устанавливаются Правительством Российской Федерации. Материальные ценности государственного резерва размещаются в организациях, входящих в систему государственного резерва и специально предназначенных для

хранения материальных ценностей государственного резерва, и у ответственных хранителей. Размещение организаций, входящих в систему государственного резерва, и строительство объектов капитального строительства системы государственного резерва на территории Российской Федерации осуществляются в порядке, установленном Правительством Российской Федерации, по согласованию с органами государственной власти субъектов Российской Федерации.

Хранение материальных ценностей государственного резерва ответственными хранителями осуществляется на основании государственных контрактов (в том числе долгосрочных государственных контрактов), заключенных федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим управление государственным резервом, или его территориальными органами, с учетом особенностей, установленных настоящим Федеральным законом.

Ответственные хранители, которым установлены мобилизационные и другие специальные задания, обязаны обеспечить размещение, хранение, своевременное освежение, замену, а также выпуск материальных ценностей из государственного резерва своими силами и средствами.

Сроки и условия хранения материальных ценностей государственного резерва устанавливаются федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим управление государственным резервом, с учетом требований технических регламентов и иных обязательных требований в соответствии с законодательством Российской Федерации [11].

Росрезерв имеет определенные права, в том числе право устанавливать требования к качеству поставляемых материальных ценностей, тары, упаковки с учетом назначения и сроков хранения материальных ценностей; проводить работы по восстановлению материальных ценностей государственного резерва, тары, упаковки, направленные на поддержание потребительских свойств, качества материальных ценностей и продление сроков их хранения.

Для реализации этих прав необходимо соответствующее технологическое и научно-техническое обеспечение.

Исходя из вышеизложенного, основные задачи технологического, инновационного и научно-технического развития Росрезерва заключаются в повышении эффективности технологических решений при долгосрочном хранении продукции установленной номенклатуры по всему технологическому циклу «закладка-хранение-выпуск» в организациях, входящих в систему Росрезерва и специально предназначенных для этих целей. Росрезерв, как субъект инновационного менеджмента, выступает, с одной стороны, как потребитель инноваций (новых материалов, оборудования, технических средств, технологий и т.п.), с другой стороны – как создатель инноваций. Практически ежегодно в результате научной и научно-технической деятельности Росрезерва создаются новые нематериальные активы, учитываемые на балансе Росрезерва или подведомственного ему Научно-исследовательского института проблем длительного хранения.

С целью своевременного и качественного технологического обеспечения потребностей Росрезерва необходимо прогнозировать эти потребности и концентрировать имеющиеся ресурсы для решения наиболее значимых проблем, т.е. необходимо применять методы стратегического управления научно-технической и инновационной деятельностью в системе Росрезерва.

Заключение

Стратегическое управление научно-технической и инновационной деятельностью предполагает разработку инновационной стратегии Росрезерва. Необходимость разработки инновационных отраслевых стратегий отмечается и в законодательных и нормативно-методических документах федерального уровня.

В соответствии с Приказом Росрезерва от 18.09.2014 № 186 «Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») « Структурные изменения в отраслях социальной сферы, направленные на повышение эффективности науки и технологий в Федеральном агентстве по государственным резервам» предполагается выполнить ряд научно-исследовательских работ,

которые в комплексе позволят выработать рекомендации для повышения эффективности инновационной и научно-технической деятельности в системе Росрезерва, учитывающих его специфику.

Стратегия инновационного развития Росрезерва должна разрабатываться в соответствии со Стратегией инновационного развития Российской Федерации до 2020 г., с учетом результатов отечественных и зарубежных разработок по проблеме формирования инновационных стратегий для различных уровней управления (государство, отрасли, отдельные компании организации).

Важным аспектом при формировании инновационной стратегии является информационное обеспечение. С этой целью должна быть разработана структура информации для анализа и прогноза изменения внешних условий функционирования Росрезерва как субъекта исследования. В качестве анализа и прогноза изменения внешних условий должны быть проанализированы методы государственного регулирования инновационной деятельности, отечественный и зарубежный опыт государственного управления научно-техническим развитием.

Необходимо разработать структуру информации для анализа и прогноза изменения внутреннего потенциала Росрезерва с целью формирования инновационной стратегии.

Важнейшим моментом является разработка системы целеполагания при формировании технологической инновационной стратегии и стратегии НИОКР.

Обозначенные проблемы должны быть решены в рамках выполнения научно-исследовательских работ, предусмотренных в «дорожной карте».

Список литературы

1. Ансофф И. Стратегическое управление / Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1989. – 519 с.
2. Ансофф И. Новая корпоративная стратегия. – СПб.: Питер Ком, 1999.
3. Томпсон, А. А., Стрикленд, А. Дж. Стратегический менеджмент. Искусство разработки и реализации стратегий. – М.:

ЮНИТИ, 1998.
4. Arthur A. Tompson, Jr. A. Stricland. Strategic Management. – Boston: Irwin, 1990.
5. Ковалева, А. И. Стратегическое управление инновационной деятельностью в вертикально интегрированных нефтяных компаниях. – М.: МАКС Пресс, 2000. – 188 с.
6. Коно Т. Стратегия и структура японских предприятий: Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1987.
7. Твисс Б. Управление научно-техническими нововведениями: сокр. пер. с англ. / Авт. предисл. и научн. ред. К.Ф. Пузыня. – М.: Экономика, 1989. – 271 с.
8. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года (утв. Распоряжением Правительства РФ от 8 декабря 2011 г. № 2227-р).
9. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года.
10. Федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике».
11. Федеральный закон от 29 декабря 1994 г. № 79-ФЗ «О государственном материальном резерве».

УДК 539.26

***М.В. Архипов**, **Л.П. Гусакова** (ГНУ АФИ Россельхозакадемии); **Н.Н. Потрахов** (ООО ЭлтехМед); **С.Л. Белецкий**, к.т.н., доц. (ФГБУ НИИПХ Росрезерва)*

***M.V. Arkhipov**, **L.P. Gusakova** (SSI API RAAS); **N.N. Potrahov** (Ltd. ELtehmed); **S.L. Beletsky** (Federal State Institution Scientific Research Institute for storing Rosrezerva)*

РАЗРАБОТКА СТАНДАРТА «РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЙ ЦИФРОВОЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ДЕФЕКТНОСТИ ПАРТИЙ СЕМЯН И ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО ЗЕРНА»

THE QUESTION OF WORKING UP STANDARDIZATION «DIGITAL KEY X-RAY METHOD OF ESTIMATING DEFECTIVE BATCHES OF SEEDS AND FOOD GRAINS»

В статье приводится описание метода рентгеноанализа зерна и семян, при помощи которого возможно с большой степенью достоверности выявлять основные скрытые дефекты, влияющие на качество анализируемого материала.

Ключевые слова: селекция, семеноводство, семена, продовольственное зерно, методы диагностики, флотация, рентгенография, изображения, скрытые дефекты, протокол.

This article describes the method of ray analysis of grain and seeds, with the help of which it is possible with a high degree of confidence to identify major hidden defects affecting the quality of the material analyzed.

Keywords: breeding, seed, food grains, diagnostic techniques, flotation, radiography, image, hidden defects, protocol.

Вводная часть

Для решения задач селекции и семеноводства при оценке показателей потенциальной продуктивности индивидуальных

семян в селекционных экспериментах и отбора партий кондиционных семян при решении хозяйственных задач используется различные методы диагностики их качества. Существующие подходы, обеспечивающие отбор как индивидуальных семян, так и партий семян в целом не позволяют в полной мере решать вышеуказанные задачи. Так, метод флотации, позволяющий удалять пустые и плохо выполненные семена, не выделяет семян с внутренними дефектами, не сказывающимися сильно на их плотности. С задачей выявления таких дефектов наилучшим образом справляется рентгенографический метод, который позволяет, не разрушая семени, визуализировать, в меру разрешающей способности конкретного аппарата, дефекты величины, формы и плотности деталей внутренней структуры семени.

Использование метода рентгенографии для анализа качества семян основано на том, что различные части семян, такие, как семенная кожура, зародыш, эндосперм, а также поврежденные и неповрежденные участки поглощают мягкое рентгеновское излучение по-разному и, следовательно, могут различаться на рентгенограмме. Хорошо выполненные жизнеспособные семена имеют на рентгенограммах светлое изображение, тогда как пустоты, некрозы, микротрещины и другие повреждения ввиду их слабого поглощения дают темные участки изображения. В этом случае, не сложно оценить структуру и степень развития зародыша и эндосперма, определить механические травмы и повреждения, вызываемые насекомыми и патогенами. При этом небольшие дозы облучения не влияют на жизнеспособность семян. Таким образом, сравнивая результаты визуального анализа изображения семян на рентгенограммах с их способностью к прорастанию, можно оценивать качество семян и их жизнеспособность.

По содержанию неполноценных семян в образце можно прогнозировать их всхожесть и принимать решение о норме высева или даже выбраковке образца в целом. Прямо для целей селекции такая сепарация может быть полезна для выделения семян как ущербных (недоразвитых, поражённых болезнями, травмированных), так и с плюс-признаками, то есть с признаками (морфологическими, физическими), которые бы коррелировали с положительными признаками целого растения, из них получаемого.

1. Рентгеновский анализ

1.1. Цель.

Рентгенография преследует следующие цели:

- обеспечить быстрый метод определения наличия полных, щуплых, поврежденных насекомыми и травмированных механическими воздействиями, семян с энзимомикозным истощением, поврежденных клопом вредной черепашкой, через их морфологические характеристики, проявляющиеся при рентгенографии;
- получить цифровое изображение, отражающее наличие этих составляющих в пробе.

Информация о возможностях рентгеновского анализа для различных видов семян не сельскохозяйственных культур представлена в Руководстве по анализу семян деревьев и кустарников.

1.2. Определения.

1.2.1. Рентгеновский снимок. Цифровое изображение объекта с помощью специального сканера «Дигора».

1.2.2. Рентгеновские лучи. Электромагнитные волны с различными длинами волн (от 1/10 000 до 1/100 000 длины волны видимого света). Рентгеновские лучи с большей энергией (меньшей длины волны; жесткое излучение) больше подходят для больших и/или плотных объектов. Меньшая энергия (большая длина волны; мягкое излучение) подходит для маленьких объектов, таких как семена.

1.3. Общие положения.

Семена помещают между рентгеновским источником с мягким излучением и фоточувствительной многоразовой пленкой. Различные части семян по-разному поглощают рентгеновские лучи в зависимости от толщины и/или плотности, в связи с чем, на чувствительную фотоэмульсию оказывается различное воздействие. С помощью специального сканера «Дигора» получается видимое изображение, которое может храниться в электронном виде.

1.3.1. Разность потенциалов между электродами в рентгеновской трубке. Увеличение напряжения на трубке дает рентгеновское излучение с более короткой волной. Напряжение влияет на контрастность изображения: понижение увеличивает, а повышение его уменьшает.

1.3.2. Ток трубки. Повышение тока увеличивает интенсив-

ность излучения, ток влияет на яркость изображения. Увеличение тока приводит к переэкспонированию (затемнению) изображения.

1.3.3. Время экспозиции - время, в течение которого проба семян подвергается рентгеновскому облучению для получения снимков. Между временем экспозиции и силой тока существует взаимосвязь, поэтому экспозиции должны выражаться в миллиампер-секундах (mAs) или миллиампер-минутах (mAm). Посредством изменения времени экспозиции можно изменить яркость изображения.

1.4. Аппаратура.

Установка ПРДУ-02. Представляет собой передвижной шкаф, в котором объединены пульт управления, блок питания и съёмочная камера. Высота съёмочной камеры позволяет снимать с увеличением до 30 раз, что важно в первую очередь для первичной идентификации мелкого признака. Дело в том, что при таких увеличениях начинает проявляться эффект фазового контраста, который позволяет чётко выявлять границы деталей внутренней структуры. После такой идентификации данный признак легче определить и на снимках с меньшим разрешением (меньшее увеличение и большее число одновременно снимаемых объектов). Приёмником излучения в установке является специальная пластина с покрытием, позволяющим фиксировать рентгеновскую проекцию в обратимых изменениях молекул вещества покрытия. Полученный скрытый образ на пластине переводится в цифровой вид в специальном сканере «Дигора», откуда образ передаётся на экран компьютера для редактирования, анализа и архивирования. Пластина допускает повторное использование до 10000 раз. Время от начала экспозиции до получения на экране образа пакета объектов составляет около 2 минут. От предыдущего варианта отличается большим разрешением получаемых образов, большим числом одновременно снимаемых черенков, абсолютной безопасностью. Уступает в скорости получения снимка и в мобильности.

Режимы съемки на установке ПРДУ-02: напряжение 29 кВ; ток трубки 150-160 мкА; экспозиция 0,3 с.

1.5. Требования безопасности.

Электрическая и радиационная безопасность при работе с аппаратами обеспечивается строгим соблюдением указаний по

эксплуатации и технике безопасности (в паспорте аппарата).

1.6. Требования к квалификации оператора.

К работе на рентгенодиагностической аппаратуре допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие высшее или среднеспециальное образование, прошедшие инструктаж и проверку знаний и правил по обеспечению безопасности, действующих нормативных документов и инструкций.

1.7. Отбор проб.

Используется проба, полученная в соответствии с требованиями ГОСТ 28666.2. Из пробы берут навеску, содержащую приблизительно 10000 семян. Для ускоренной проверки большого числа образцов навеску уменьшают до 1000 – 400 семян.

2. Методика проведения анализа

Порядок проведения съемки. При рентгенографии семян обычно используется двойное прямое рентгеновское увеличение, для чего карточка с семенами располагается на 1/2 расстояния от фокуса трубки до пленки или приёмной матрицы. Карточка должна иметь рабочее поле из бумаги с клейким слоем, с площадью, допускающей размещение группы семян для одновременной съёмки с заданным увеличением (для ПРДУ-02 это – 100 семян). Семена раскладываются на карточки рядами пинцетом или с помощью специального кондуктора, спинкой к клейкому слою - для соблюдения однородности позиции относительно фокуса трубки.

Снимки после сканирования или непосредственного перевода с регистрирующей матрицы на экране компьютера анализируются визуально или автоматически на основе разработанной компьютерной программы распознавания дефектов и их количественной оценки.

2.1. Вставить рамку с семенами на необходимое расстояние от фокуса рентгентрубки.

2.2. Анализ проводят на четырех кассетах по 100 семян; семена отсчитывают подряд без выбора из фракции чистых семян (это могут быть те же семена, которые будут использоваться в анализе на всхожесть).

2.3. Поместить свинцовые буквы не прозрачные для рентгеновских лучей, на пленку/бумагу для идентификации пробы.

2.4. Установить экспозицию. Каждый рентгеновский аппарат требует разное время экспозиции и свой вольтаж для получения наилучшего изображения. Установка экспозиции также зависит от вида семян. Для получения наилучшего результата, должна быть подобрана экспозиция (время - вольтаж - экспозиция), особенно если используется новый материал или другой аппарат.

2.5. Сформировать рентгеновское изображение семени с помощью сканера «Дигора» на компьютере.

3. Варианты рентгеновских проекций нормального семени

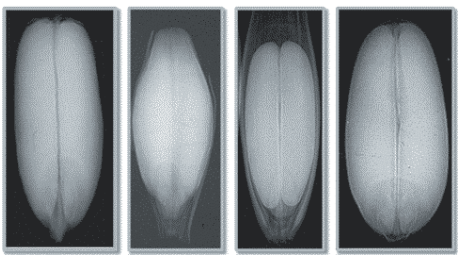


Рис. 1. Рентгенограммы нормальных семян: рожь, ячмень, овес, пшеница

Рентгенографический признак: обе доли эндосперма, выступ семенного шва, область зародыша оболочки - равномерно светлые, без нерегулярных затемнений.

Опорные параметры для компьютерного распознавания и оценки признака: характерный, повторяющийся рисунок образа нормального семени, с имеющимися отклонениями по величине, форме, оптической плотности, диффузной и локальной, - должен быть зафиксирован в компьютере как эталон, отклонения от которого (далее установленных пределов) будут квалифицироваться программой как дефекты.

4. Аномалии развития семени

Рентгенографический признак: нерегулярность распределения оптической плотности по площади рентгеновской проекции, как в сторону её увеличения, так и уменьшения, обусловленные (слева направо) бесформенным развитием эндосперма, его отсутствием и неполным развитием.

Опорные параметры для компьютерного распознавания и оценки признака: резкие оптически-плотностные отклонения от эталона, общие и локальные, квалифицирующие семя как неполноценное.

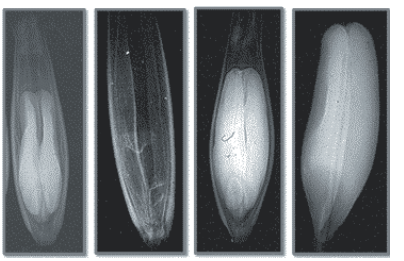


Рис. 2. Рентгенограммы с аномалиями развития семени

5. Скрытая трещиноватость

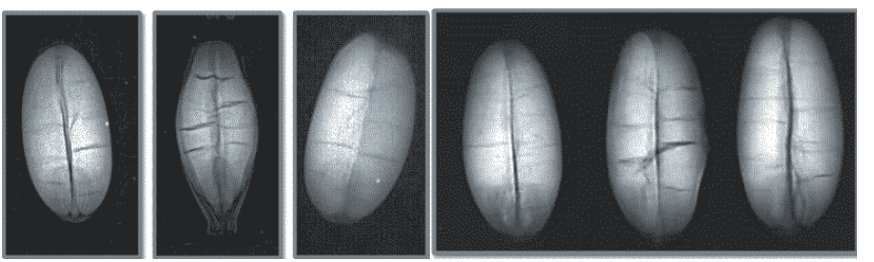


Рис. 3. Рентгенограммы семян с трещиноватостью эндосперма

Рентгенографический признак: проекцию зерновки пересекают перпендикулярно продольной оси темные полосы разной длины ширины и степени потемнения.

Опорные параметры для компьютерного распознавания и оценки признака: площадь полос, яркость, границы светлых и темных участков проекции.

6. Зараженность насекомыми

Рентгенографический признак: каналы, выеденные насекомыми, в виде тёмных, слегка извитых, полос на светлом фоне неповреждённой ткани эндосперма. Внутри каналов ино-

гда видны светлые проекции личинок.

Опорные параметры для компьютерного распознавания и оценки признака: потемнения, расположенные в нерегулярных местах проекции, однозначно квалифицируются программой как дефект. В случае необходимости выявления именно заражённости насекомыми в программу вводится характерный образ каналов и личинок в них.

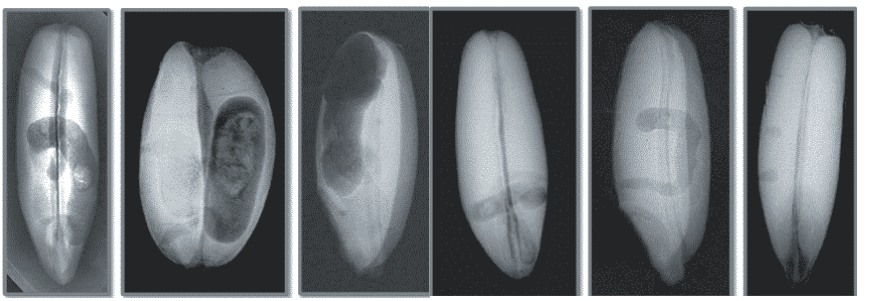


Рис. 4. Рентгенограммы семян, зараженных насекомыми

7. Отсутствие (поврежденность) зародыша

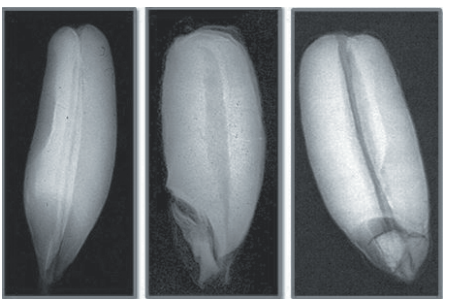


Рис. 5. Рентгенограммы семян с отсутствующим (поврежденным) зародышем

Рентгенографический признак: затемнения в области зародыша с контрастной границей с эндоспермом.

Опорные параметры для компьютерного распознавания и оценки признака: потемнения, расположенные в нерегулярных местах проекции, однозначно квалифицируются программой как дефект. В случае необходимости выявления именно

дефектов зародыша в программу вводится характерный образ потемнений в области зародыша.

8. Энзимомикозное истощение

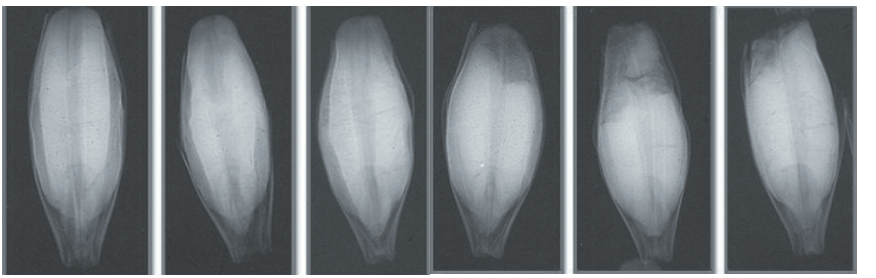


Рис. 6. Рентгенограммы семян с энзимомикозным истощением

Рентгенографический признак: темные полосы различной ширины вдоль краев зерновки и вдоль сторон её бороздки.

Опорные параметры для компьютерного распознавания и оценки признака: площадь полос, яркость границы светлых и темных участков проекции.

9. Поврежденность клопом вредной черепашкой

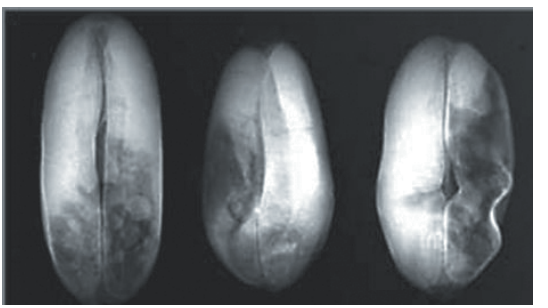


Рис. 7. Рентгенограммы семян, поврежденных клопом вредной черепашкой

Рентгенографический признак: зернисто-темные участки проекции эндосперма разной площади.

Опорные параметры для компьютерного распознавания

и оценки признака: яркость, зернистое потемнение на светлом фоне эндосперма, граница светлых и темных участков проекции.

10. Скрытое прорастание

Рис. 8. Рентгенограммы семян с показателем скрытого прорастания

Рентгенографический признак: проекция зародыша имеет светлые участки разных показателей длины, ширины и степени потемнения.

Опорные параметры для компьютерного распознавания и оценки признака: топографическая характеристика проекции зародыша, показатели её длины, ширины и яркости.

11. Обработка результатов

Содержание дефектных семян *ХД* по определенным группам или их совокупностям определяется по формуле:

$$Х_Д = \frac{Н_Д}{Н} \cdot 100\%$$

где *НД* – количество дефектных семян;

Н – количество семян, отобранных для анализа.

12.Отчет об обследовании

В отчете об обследовании следует указать используемый метод, количество проведенных определений, полученные результаты с точным указанием формулы подсчета. По возмож-

ности указывать степень дефектности. Отчет об обследовании должен включать всю информацию, необходимую для полной идентификации пробы.

Результаты выражаются в процентах от числа проанализированных семян и заносятся в Сертификат ИСТА в графу «Другие определения» в виде «Результаты рентгеновского анализа: % полных, % щуплых, % заселенных насекомыми, % поврежденных насекомыми, % механически поврежденных», % «со скрытым прорастанием», % с «ЭМИС», % с «поврежденностью клопом вредной черепашкой».

13. Протокол анализа

В протоколе указывают использованный метод, размер образца, полученные результаты и форму выражения результатов. При возможности следует указать стадии развития обнаруженных насекомых. Протокол должен также включать сведения относительно всех условий проведения анализа, не предусмотренных в данном стандарте или дополнительно, а также всех факторов, которые могли повлиять на результаты анализа.

УДК 554.77.032.1:581.3

Г.В. Баландин, О.А. Суворов, *к.т.н., доц. ФГБОУ ВПО МГУПП*

G.V. Balandin, O.A. Suvorov. *Federal State Educational Institution of Moscow State University of Food Production*

СЕЛЕКТИВНОЕ ДЕЙСТВИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА ПРОТИВ БАКТЕРИЙ И ГРИБКОВ

SELECTIVE ACTION OF SILVER NANOPARTICLES AGAINST BACTERIA AND FUNGUS

Описано антимикробное действие коллоидных растворов наночастиц серебра в отношении грамотрицательных бактерий Escherichia coli, Erwinia herbicola, Pseudomonas fluorescens, грамположительных бактерий Sarcina flava и Bacillus subtilis, грибных микроорганизмов Aspergillus niger, Penicillium candidum, Rhizopus oryzae, Saccharomyces cerevisiae. Определены минимальные ингибирующие концентрации.

Ключевые слова: наночастицы серебра, антимикробная активность, минимальная ингибирующая концентрация.

Described antimicrobial action of silver of colloidal solutions nanoparticles in respect Gram-negative bacteria Escherichia coli, Erwinia herbicola, Pseudomonas fluorescens, Gram Sarcina flava and Bacillus subtilis, fungal microorganism Aspergillus niger, Penicillium candidum, Rhizopus oryzae, Saccharomyces cerevisiae. Determine the minimum inhibitory concentrations.

Keywords: silver nanoparticles antimicrobial activity, minimum inhibitory concentration.

Введение

Коллоидные растворы наночастиц серебра (AgНЧ) проявляют антимикробное действие по отношению к бактериям, плесеням и дрожжам. Эффективность такого действия зависит

от ряда факторов, таких как размер частиц, стабилизирующие добавки, включенные в состав коллоидного раствора, концентрация наночастиц в среде [1]. Кроме того, AgНЧ не одинаково эффективны против различных видов бактерий и грибков, минимальная ингибирующая концентрация (МИК) наночастиц в среде отличается для каждого вида [2], [3], [4]. В связи с существенными различиями в структуре клеточной стенке, грибы способны выдержать более высокие концентрации AgНЧ по сравнению с бактериями. Поэтому представляется возможным выбрать диапазон концентраций наночастиц, ингибирующих рост бактериальных микроорганизмов, не затрагивая грибные микроорганизмы [5]; это позволит использовать коллоидные растворы AgНЧ в качестве бактерицидных агентов во время культивирования грибных микроорганизмов – продуцентов биологически активных веществ.

Материалы и методы

Коллоидные растворы AgНЧ, полученные по методу химического восстановления растворимой в воде соли серебра в водной среде с помощью аскорбата или цитрата натрия с последующим добавлением пищевых стабилизаторов (гуммиарабик или хитозан). Ориентировочные размеры наночастиц – 10-15 нм.

Исследование проводилось с использованием чистых культур микроорганизмов грамотрицательных бактерий *Escherichia coli, Erwinia herbicola, Pseudomonas fluorescens* и грамположительных бактерий *Sarcina flava* и *Bacillus subtilis*.

Следующие виды грибов были испытаны: *Aspergillus niger, Penicillium candidum, Rhizopus oryzae, Saccharomyces cerevisiae.*

Для того чтобы определить МИК для различных микроорганизмов, грибные и бактериальные культуры одновременно выращивались на агаризованных питательных средах, содержащих различные концентрации AgНЧ.

Результаты

Коллоидные растворы AgНЧ ингибируют рост испытываемых видов бактерий в диапазоне концентраций 0,03-0,06 г/л. МИК для тестируемых грибных микроорганизмов варьировалась от

0,09 до 0,14 г/л. Концентрации в пределах 0,06-0,09 г/л ингибирует рост бактерий, не затрагивая рост грибов (рис. 1, 2).

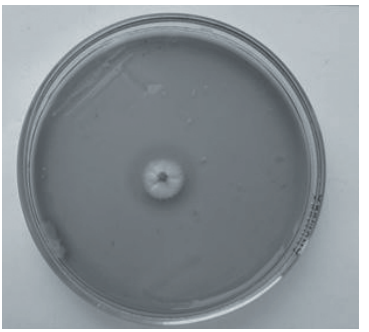


Рис. 1. *Aspergillus niger* и *Bacillus subtilis* через 48 часов культивирования в среде с добавлением AgНЧ

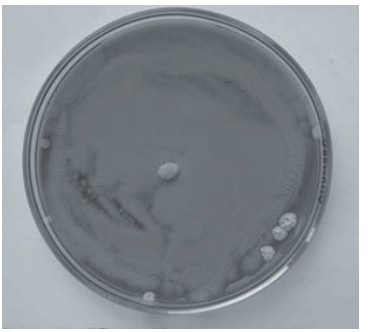


Рис. 2. *Aspergillus niger* и *Bacillus subtilis* через 48 часов культивирования в среде без добавления AgНЧ

Заключение

Исследуемые грибные микроорганизмы можно культивировать на субстраты, содержащие от 0,06 до 0,09 г/л AgНЧ, что позволит сократить риски бактериального заражения.

Список литературы

1. Зимон, А. Д., Павлов, А. Н. Коллоидная химия наночастиц. – М.: Научный мир, 2012. – 224 с.
2. Yogesha, Bhattacharya S., Rabinal M. K., Ananthamurthy S. An optical tweezer-based study of antimicrobial activity of silver nanoparticles // Bull Mater Sci, 2012. – № 35. – P.529-532.
3. Petica A., Gavriliu S., Lungu M., Buruntea N., Panzaru C. Colloidal silver solutions with antimicrobial properties // Materials science and engineering B., 2008. – V. 152. – P. 22.
4. Mikhienkova A., Mukha Yu. Characteristic and stability of antimicrobial effect of silver nanoparticles in colloid solutions // Environment Health, 2011. – №1. – P. 55.
5. Подкопаев, Д. О., Шабурова, Л. Н., Баландин, Г. В., Крайнева, О. В., Лабутина, Н. В., Суворов, О. А., Сидоренко, Ю. И. Сравнительная оценка антимикробной активности наночастиц серебра // Российские нанотехнологии 2013. № 11-12. – С. 123-126.

УДК 664.724:658.512.011.56

***С.Л. Белецкий**, к.т.н., доц. **К.Б. Гурьева**, к.т.н., **Е.В. Иванова**, **Е.Ф. Когтева**, к.т.н., **Т.А. Петрянина**, к.т.н., **А.В. Гаврилов** (ФГБУ НИИПХ Росрезерва); **И.Б. Урлапова**, к.т.н. (Федеральное агентство по государственным резервам)*

***S.L. Beletsky**, **K.B. Gurieva**, **E.V. Ivanova**, **E.F. Kogteva**, **T.A. Petryanina**, **A.V. Gavrilov** (Federal State Institution Scientific Research Institute for storing Rosrezerva); **I.B. Urlapova** (Federal Agency for State Reserves)*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА В НАРУЖНЫХ СИЛОСАХ ЭЛЕВАТОРНЫХ КОРПУСОВ ИЗ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

INVESTIGATION THE POSSIBILITY OF LONG-TERM STORAGE OF GRAIN IN THE SILOS ELEVATOR EXTERIOR PRECAST CONCRETE BUILDINGS

В статье рассказывается о проведённой научной работе по длительному хранению зерна пшеницы и ржи в наружных силосах элеваторных корпусов из сборного железобетона, рассматриваются проблемы такого хранения, основные этапы обследования наружных силосов и их подготовка к закладке зерна на длительное хранение, описываются новые методы обследования силосных стен и зерна.

Ключевые слова: хранение, зерно, пшеница, партии, элеваторы, силосы, соги, щели, влаго, влажность, сохранность, подготовка, рентгеноанализ, показатели качества, технический регламент, показатели безопасности, температура, термометрия, тепловизор, экспресс-метод, обработка, инсектициды.

This paper describes the research work done by long-term storage of wheat and rye in outdoor silos elevator buildings of pre-

cast concrete, given the problems of such storage, the main stages of examination of external silos and their preparation for the laying of grain for long-term storage, describes new methods of examination silage walls and grains.

Keywords: storage, grain, wheat, party, elevators, silos, SOGI, cracks, moisture, humidity, safety, training, X-ray analysis, quality indicators, technical regulations, quality indicators, safety performance, temperature, thermometer, thermal imager, express method, treatment, insecticides.

Продовольственная безопасность и обеспечение сохранности зерна в значительной степени зависят от своевременного и в достаточном объеме проводимого контроля качества зерна при приемке, в процессе длительного хранения и при выпуске. Согласно ведомственным требованиям [1] в элеваторах из сборного железобетона партии зерна госрезерва должны быть размещены во внутренних силосах, чтобы не допустить возможного попадания влаги через щели между согами силосов и обеспечить количественно-качественную сохранность при длительном хранении. Соблюдение данного положения снижает загрузку силосных корпусов элеваторов на 50-60%. Актуальность работы определяется необходимостью расширения производственных ёмкостей элеваторных комплексов Росрезерва для длительного хранения зерна.

Объектом исследования данной темы являлось зерно пшеницы государственного резерва, находящееся на длительном хранении в наружных силосах сборных железобетонных корпусов элеваторов. Возникающие проблемы при хранении зерна в наружных силосах были обсуждены ранее [2], [3].

Целью данной работы являлась разработка рекомендации по подготовке наружных силосов к загрузке зерна, по условиям и срокам хранения, контролю качества зерна длительного хранения в наружных сборных силосах из железобетона элеваторных комплексов Росрезерва.

В ФГБУ НИИ проблем хранения Росрезерва разработан и, в настоящее время, применяется экспресс-метод тепловизионного обследования внешних стен элеваторов для выявления гермети-

зации стыков между железо-бетонными плитами. На данный экспресс-метод получен патент. Проведены обследования элеваторов Росрезерва на предмет герметизации внешних стен сборных железобетонных корпусов и даны обоснованные заключения о возможности хранения зерна в этих силосах.

После обследования элеваторных корпусов из сборного железобетона в наружные силосы, удовлетворяющие необходимым требованиям герметичности швов, была проведена закладка партий зерна с влажностью до 13%, которые находились под контролем в период с 2010 по 2013 гг. с периодичным отбором проб.

Исследование безопасности и качества хранящихся партий зерна пшеницы (26 партий урожая 2009 г.) проводилось по комплексу санитарно-гигиенических показателей в соответствии с требованиями ТР ТС 015/2011; органолептических, физико-химических в соответствии с требованиями ГОСТа. Для анализа скрытых дефектов зерна дополнительно применялся интроскопический экспресс-метод согласно разработанной нами методики рентгеноанализа [3].

Результаты показали, что зерно пшеницы после длительного хранения от исследованных опытных партий соответствовало по санитарно-гигиеническим показателям безопасности (токсичные элементы, пестициды, микотоксины, бенз(а)пирен и радионуклиды) – требованиям ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна», по нормируемым физико-химическим показателям - требованиям ГОСТ Р 52554-2006 «Пшеница. Технические условия» для пшеницы 3 класса. Микробиологические испытания показали, что в зерне с низкой влажностью не происходит рост микрофлоры и накопление афлатоксинов. По динамике кислотного числа жира пшеницы установлено, что этот показатель для исследованных партий пшеницы на протяжении всего периода хранения оставался в пределах, характерных для хорошо сохранившегося здорового зерна.

Исследования мукомольных и хлебопекарных свойств пшеницы в процессе хранения показали, что практически все образцы муки, полученные из зерна после 2 - 4 лет хранения по показателям мукомольных свойств зерна, соответствовали высшему и первому сортам по ГОСТ Р 52189 – 2003 «Мука пшеничная. Общие технические условия». Все образцы выпеченного хлеба имели высокую органолептическую оценку. Партии пшеницы,

прошедшие цикл хранения, как в наружных, так и во внутренних силосах из сборного железобетона, могут быть использованы на технологическую переработку без подсортировки.

Лабораторными исследованиями показано, что зерно пшеницы государственного резерва при выпуске практически не снизило своих физико-химических, мукомольных и хлебопекарных свойств, что подтвердил срок хранения 4 года. Зерно пшеницы имело запас качества и может храниться более длительно. Однако, нами определено [3], что с увеличением срока хранения зерна его влагоудерживающая способность снижается и при увеличении влажности воздуха такое зерно будет хуже адсорбировать влагу, чем зерно урожая более поздних годов, а значит вероятность появления конденсата на поверхности у такого зерна выше. Поэтому увеличение сроков хранения требует производственной проверки.

Проведенные исследования температурных режимов хранения зерна по четырем районам РФ показали, что зерновая масса в силосах элеваторов находится большую часть годового цикла в охлажденном состоянии (при температуре ниже 10°С). Невысокий уровень температуры зерновых масс показывает ее большую инерционность, связанную с низкой теплопроводностью зерна, и медленное снижение температуры зерна при понижении температуры складского воздуха. Низкая влажность зерна в пределах 12-13% и невысокий уровень температуры позволили сохранить качество зерна практически без изменений.

Усовершенствована методика и программное обеспечение для проведения экспресс-анализа 6 основных скрытых дефектов зерна с применением передвижной рентген-диагностической установки ПРДУ-02; уточнены и дифференцированы по степени проявления такие показатели как щуплость и энзимомикозное истощение зерна. Показана хорошая сохранность показателя всхожести пшеницы государственного резерва после 3,5 лет хранения в силосах из сборного железобетона. Показана возможность внедрения экспресс-метода определения скрытых дефектов зерна методом рентгенографии для лабораторий элеваторов.

В работе применялся аналитический и статистический методы обработки полученной информации и экспериментальных данных, проводились теоретические расчеты. На их основе были

разработаны научно-обоснованные рекомендации.

Проведенные испытания показали, что при длительном хранении в течение 3-4 лет зерна пшеницы в наружных силосах не выявлено изменений в его качестве и безопасности по сравнению с хранением зерна во внутренних силосах. Это отмечается по таким показателям как санитарно-гигиенические показатели, микробиологические, влажность, массовая доля белка, количество и качество клейковины, число падения, натура, стекловидность, кислотное число жира.

Исследования показали возможность длительного хранения зерна пшеницы в наружных силосах элеваторных комплексов Росрезерва при условии хорошей герметизации стыков и экспериментальной проверки водонепроницаемости швов наружных силосов элеваторов с использованием тепловизионного оборудования. Размещение зерна пшеницы на длительное хранение в силосах с наружными стенками элеватора возможно только при обеспечении герметичности стыков панелей наружных силосов и получении положительного заключения после тепловизионного обследования.

Разработаны рекомендации по технологии длительного хранения зерна во внешних силосах сборных железобетонных элеваторах Росрезерва. С целью предотвращения увлажнения зерна, а также развития заражённости зерна при его длительном хранении на элеваторах целесообразно рекомендовать к внедрению системы термоизоляции внешних стен силосных корпусов элеваторов [5]. Силосы с наружными стенками должны быть обязательно оборудованы современными устройствами для дистанционного контроля температуры зерна. В случае обнаружения в зерновой массе резкого повышения температуры, связанного с признаками самосогревания зерна, принимать меры к немедленному охлаждению зерна или сушке и производить ежедневно проверку температуры данной партии.

Кроме того, необходимо проводить профилактическую обработку хранящегося зерна инсектицидами контактного действия, согласно Каталогу пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории РФ (на год издания).

Список литературы

1. СТО Росрезерв 00034482 005-2012 «Порядок поставки, закладки, хранения и выпуска зерна государственного резерва».
2. Белецкий, С. Л., Гурьева, К. Б., Иванова, Е. В., Гаврилов, А. В. «Элеваторная база России. Передовые технологии хранения зерна в силосах элеватора, опыт зарубежных стран, Информационный сборник ФГБУ НИИПХ Росрезерва «Теория и практика длительного хранения», №4, декабрь 2011 г. – С.74-86.
3. Гурьева, К. Б., Иванова, Е. В., Белецкий, С. Л. «Проблемы длительного хранения зерна злаковых культур». – Сборник научных трудов МПА, выпуск XI, Москва 2013 г. – С. 175-190.
4. Белецкий, С. Л., Гурьева, К. Б., Архипов, М. А. «Идентификация внутренних повреждений зерна при анализе рентгенобразов». Тезисы докладов на конференции «Товароведение, экспертиза, технология продовольственных товаров, 16-17 апреля 2009 г., МГУПП (Московский государственный университет пищевых производств) – С.167-172.
5. Фейденгольд, В. Б. Проблемы строительства и эксплуатации элеваторов / Журнал «Хлебопродукты» №7. – 2013 г.

УДК 579.67:634.0.813

С.В. Будник, ***В.И. Трофимов***, *д.х.н. (ООО «Теклеор»);* ***Н.С. Шишкина***, *к.б.н. (ФГБНУ ВНИИ технологии консервирования);* ***С.Л. Белецкий***, *к.т.н., доц. (ФГБУ НИИПХ Росрезерва)*

S.V. Budnik, ***V.I. Trofimov*** *(LLC «Tekleor»);* ***N.S. Shishkina*** *(Institute of Technology canning);* ***S.L. Beletskiy*** *(Federal State Institution Scientific Research Institute for storing Rosrezerva)*

ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ УСКОРЕННЫМИ ЭЛЕКТРОНАМИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

PROSPECTS PROCESSING TECHNOLOGY ACCELERATED ELECTRONS PLANT RAW MATERIAL

Описаны текущая ситуация с применением электронных пучков для обработки сырья растительного происхождения и перспективы исследований влияния электронных пучков на качество растительного сырья и снижение потерь с учетом факторов биологической и радиационной безопасности с целью развития линейки услуг для сельхозпроизводителей, биотехнологических и косметических компаний.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, облучение продуктов питания, ускоритель электронов, сохранение и безопасность сельскохозяйственной продукции, облучение продуктов питания, радуризация, ионизирующее излучение, потери продуктов питания, сроки годности.

The current situation with the use of electron beams for the processing of raw materials of plant origin and prospects of studies of the effect of electron beams on the quality of vegetable raw materials and reduction of losses, taking into account factors of biological and radiation safety in order to develop the line of services to farmers, biotech and cosmetic companies.

Keywords: food security, food irradiation, electron accelerator, the preservation and safety of agricultural products, food irradiation sterilization of fruit and vegetable production, ionizing radiation, loss of food expiration dates.

Описание проблемы

Либерализация торговли и глобализация не только открыли наши границы, но и увеличили нашу восприимчивость к угрозам, связанным в том числе с насекомыми-вредителями и безопасностью растительного сырья, используемого в различных отраслях. В результате передающихся через загрязненное растительное сырье и продукты его переработки заболеваний, вызванных переносчиками вирусов, бактерий, паразитов или грибов, обычно возникают тошнота, рвота, диарея, жар, аллергические реакции и патологии. Симптомы могут быть от слабо выраженных до тяжелых [1]. И, как правило, проявляются они у наиболее восприимчивых потребителей, таких как младенцы, беременные женщины и пожилые люди.

Не менее важно обеспечение микробиологической безопасности и веществ, извлекаемых из растительного и животного сырья для производства разнообразных фармацевтических продуктов, биодобавок, готовых косметических продуктов и их компонентов.

В вопросах безопасности растительного сырья важную роль играет предупреждение развития микробиоты, характеризующейся способностью к образованию микотоксинов. Ежегодный ущерб от развития их продуцентов – плесневых грибов в промышленном сырье в мире превышает 30 млрд. долларов. К настоящему времени известно свыше 500 токсических метаболитов, продуцируемых 250 видами плесневой микрофлоры. Особо опасным микотоксином, обладающим канцерогенными и мутагенными свойствами, является патулин. Продуценты патулина поражают в основном фрукты и некоторые овощи, вызывая их гниение. Наиболее опасную группу микотоксинов составляют афлотоксины, продуцируемые в растительной продукции плесневыми грибами Aspergillus flavus и A.parasitius и др. Афлотоксины термостабильны и сохраняют токсичность при большинстве видов обработки продуктов. Высокая степень

опасности наряду с распространенностью микотоксинов в различных видах продукции вызывает необходимость разработки, более детальной отработки регламентов и разработки нормативной документации по обработке растительного сырья с целью предупреждения развития продуцирующей микотоксины микрофлоры и реализации комплекса эффективных методов предупреждения их развития и детоксикации.

Анализ, выполненный специалистами ВТО, показал, что мировые потери сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов оцениваются почти в 30% всего произведенного объема продовольствия [1]. По данным РАМН, отмечено ухудшение состояния здоровья у 90% населения России из-за отсутствия сбалансированного питания. Около 60-80% от перерабатываемого сырья в пищевой промышленности составляют отходы [2].

Инновационность подхода

В последние годы наблюдается возрастание научного и практического интереса к разработке и применению радиационных технологий. Обработка ионизирующими излучениями позволяет повысить сохранность различных пищевых продуктов, исключить применение ряда экологически небезопасных химических препаратов бактерицидного и фунгицидного действия, сохранить пищевую ценность.

Одним из способов ингибирования микотоксинов является воздействие ионизирующим излучением.

Обширный опыт изучения различных эффектов излучений уже в течение десятков лет показал, что обработка ускоренными электронами:

• продлевает срок хранения, упрощает технологические процессы и модифицирует сырье, управляет процессами созревания и прорастания

• уменьшает микробную загрязненность и препятствует распространению опасных кишечных инфекций и эпидемий

• снижает на 25-40% потери сырья, вызванные насекомыми, бактериями и плесенью

• уменьшает зависимость от опасных химических компонентов, пестицидов и консервантов

Облучение имеет несколько преимуществ по сравнению с термической или химической обработкой, охлаждением или заморозкой, поскольку при нем не происходит значительного повышения температуры. Этот процесс не влияет на вкус, запах или текстуру, при его реализации не появляется потенциально вредных химических, биологических и радиоактивных отходов. Поскольку облучение может проникать через любые виды используемых на практике упаковок, можно обрабатывать упакованные продукты, защищая их от любого последующего бактериального заражения или повторного заражения сельскохозяйственными вредителями. Качество обработанной продукции может сохраняться даже при более высокой, чем обычно принято, температуре хранения. Следовательно, создается возможность для экономии холода, за счет радиационного подавления жизнедеятельности патогенной микрофлоры повышается безопасность пищевой продукции

Кроме того, технология облучения универсальна в широком диапазоне плотностей, обеспечивает более высокую степень микробиологической чистоты и экономию на дорогих реактивах для химической обработки.

Ускорители электронов более удобны благодаря широкому диапазону и высокой стабильности параметров электронного пучка и зоны облучения, простоте управления и контроля эффективности обработки.

ООО «Теклеор» планирует разработку комплексного подхода по подбору режимов обработки с учетом специфики химического состава, физико-химических свойств, типа упаковки, модифицированной газовой среды, температурного режима и дальнейшее промышленное внедрение экономически эффективных и безопасных для человека и окружающей среды технологий в медицине, сельском хозяйстве, пищепереработке, производстве косметики и средств гигиены.

Технология способна решить следующие проблемы:

• повысить выход целевых продуктов при переработке растительного сырья;

• снизить образование канцерогенов;

• уменьшить распространение патогенных инфекций;

• сократить возникновение целого ряда хронических болезней, связанных с потреблением некачественных продуктов;

• надежно стерилизовать лекарственное и косметическое сырье;

• создать уникальные направления продуктов и услуг в различных отраслях.

Кроме того, выявлены возможности изменения технологических процессов: ускорения процессов старения вин и коньяков, изменения скорости созревания муки, увеличения сокоотдачи растительного сырья.

Главным преимуществом применения облучения является его воздействие на микроорганизмы. При облучении пищевых продуктов дозами до 10 кГр происходит разрушение большинства микроорганизмов, в том числе и патогенных. Однако погибают не все микроорганизмы, т.к. эти дозы не являются стерилизующими. После обработки облучением количество выживших микроорганизмов может быть различным в зависимости от типа и нагрузки первоначального загрязнения. Главной технологической задачей при обработке является подбор оптимальных для каждого вида продукта режимов облучения при известных, в общем, эффективных диапазонах таких режимов [4].

Облучение не восстанавливает качество испорченных продуктов, поэтому процесс облучения не может исключить или заменить соблюдение гигиены и практику доброкачественного изготовления пищевых продуктов (GMP – Good Manufacturing Practice).

Описание базовой технологии

В качестве ионизирующего излучения используется поток ускоренных электронов, которые обладают способностью модифицировать нуклеиновые кислоты вредоносных микроорганизмов и паразитов, что приводит к гибели микробов и стерилизации насекомых. Обрабатываемые материалы подаются в упаковках с помощью транспортерной ленты в камеру, где под воздействием излучения, создаваемого мощным линейным электронным ускорителем, они проходят обработку и затем выводятся из зоны облучения; При необходимости осуществляется переворот упаковки, чтобы обеспечить равномерность облучения.

Электронная обработка продукции проводится в соответствии с технологическим режимом и требуемой дозой облучения, для некоторых изделий и продуктов режим обработки подбирается индивидуально с учетом специфики химического состава, физико-химических свойств, типа упаковки, модифицированной газовой среды, температурного режима. Доза облучения при обработке продукции непрерывно фиксируется приборами, а также специальными индикаторами поглощенной дозы. Мощность ускорителя и скорость транспортера регулируются таким образом, чтобы доза облучения точно соответствовала заданной.

Проведенные ранее исследования показали, что радиационная обработка лекарственных препаратов способна обеспечить эффективное решение этой задачи для крупномасштабных фармпроизводств. Уже проверены и используются на практике электронные технологии обеззараживания таких лекарственных веществ, как корень алтея, корень валерианы, сырье топинамбура, БАДов из морских водорослей и др. Более того, исходя из общих закономерностей радиационно-химических процессов можно априори прогнозировать общность метода для антимикробной обработки большинства твердых лекарственных компонентов. Наряду с этим ввиду широкого спектра лекарственных веществ, получаемых из растительного сырья, необходимо продолжение экспериментальных исследований воздействия электронной обработки как на их микробиологическую загрязненность, так и на основные количественные показатели их качества и на биологическую (фармакологическую) активность с целью выбора оптимальных режимов обработки по всем параметрам: эффективности обработки, сохранности лекарственных свойств и экономики использования оборудования.

Полученные первые результаты изучения воздействия излучений на ряд биологически активных веществ, используемых в косметике, дали положительные результаты. Установлено, что реально электронную обработку можно использовать для обеззараживания мумие, альгинатов, скорлупы кедрового ореха, растительных красителей. На ускорителях электронов возможно получение практически стерильных компонентов для косметики. В тех же первичных экспериментах обнаружено, что

возможна электронная обработка и некоторых готовых косметических изделий: гелей для бритья и после бритья, шампуней и др. Это открывает перспективы обработки уже готовых изделий в упаковках, но для составления представления об общности метода необходимы систематические исследования широкого ряда объектов (мазей, гелей, пен, шампуней разного химического состава) с применением разнообразных методов анализа– как нормированных для каждого продукта, так и более прецизионных. Если говорить об обеззараживании отдельных компонентов, то здесь перспективы разработки конкретных технологий видятся довольно очевидными и обнадеживающими для решения задачи повышения микробиологической чистоты и, следовательно, безопасности и сохранности косметических изделий.

Радуризация (radiare – излучать, durare – продлевать) может оказаться особенно эффективной в отношении малолежких плодов и овощей. Для таких объектов продление сроков хранения даже на несколько дней может иметь важное значение. К их числу относятся персики, абрикосы, вишня, зрелые томаты и особенно земляника. По различным данным из технической литературы, сроки хранения облученной земляники (при 5-7°С) составили 5-9 дней против 2-3 дней в контрольной группе, малины - соответственно 3-5 и 1-2 дня, черешни – 6-9 и 3-4 дня, красных томатов (при 20-25°С) – 8-15 и 4-7 дней [3].

Отдельно следует отметить доказанную эффективность радиационной обработки продуктов, которые портятся при хранении вредителями – насекомыми. К таким продуктам относятся сухофрукты и сушеные овощи, сушеная и вяленая рыба и др. Достоинством метода является к тому же возможность достижением в одном процессе сразу двух эффектов: дезинсекции и уничтожении микробиоты, приводящей к порче продуктов при хранении, что недостижимо при использовании других методов [4]. Метод достаточно широко применяется во многих странах, особенно в южных регионах мира.

Тренды и инициативы

Прикладные радиационные технологии являются инновационными. Поэтому их разработка и легитимизация стали за

последние десятилетия приоритетными направлениями в развитых европейских странах, странах южно-азиатского и латиноамериканского регионов.

Постоянный рост потоков экспорта растительного сырья, совершенствование стандартов качества на международном уровне делает использование ионизирующего излучения обязательным компонентом инфраструктур транспортных хабов.

Конкуренция смещается в область компактизации ускорителей и инжиниринга оборудования для радиационной технологии. После создания прототипов конкуренция разворачивается на стадии организации максимально эффективного и дешевого производственного процесса, чему способствуют различные удешевляющие инновации.

Быстрыми темпами снижается стоимость сопутствующего оборудования автоматизации конвейерных систем, различного рода систем мониторинга радиационных процессов. Активно применяются малые дозы ионизирующего излучения в комплексе с традиционными методами, что позволяет выпускать товары с новыми уникальными свойствами. Опыт практического применения радиационных технологий в различных регионах мира показывает, что затраты на их реализацию не только окупаются экономически, но и дают существенную прибыль. Общее количество центров контрактной обработки около 220 (70% центров облучения продуктов питания расположены в США и Китае) и увеличивается с каждым годом. Затраты на создание центров обычно окупаются за 2–4 года в зависимости от вида обрабатываемых продуктов и объема производства. Новые центры запускаются не только в Канаде, Германии, Бельгии, но и в Эстонии, Шри-Ланке, Мексике, Вьетнаме [5]. Происходит поглощение крупными компаниями бизнеса конкурентов, выход на IPO.

Сервисная бизнес-модель оказания услуг контрактной обработки и подбор режимов обработки под запросы заказчика продемонстрировали свою экономическую эффективность. Особенно активно идет развитие применение технологии в пищепереработке.

В развитых странах сложилась обширная международная нормативная база облучения продуктов питания и утверждены международные стандарты облучения продуктов питания. Документация ВОЗ, ФАО и МАГАТЭ рекомендует применять

обработку любых пищевых продуктов без ограничения и без проверки их безвредности, если доза излучения не превышает 10 кГр (кДж/кг): отметим, что эта доза достаточна для эффективной обработки практически любых объектов, о которых идет речь, в большинстве случаев она заметно меньше.. Участники научного форума «Пища для будущего» в рамках Генеральной конференции МАГАТЭ в 2012 г. обсудили возможности использования описываемых технологий для защиты малых фермерских хозяйств, которые производят до 80% продуктов питания в развивающихся странах.

Ионизирующее излучение может оказать помощь в борьбе с болезнями сельскохозяйственных животных, защитить растительные культуры от вредителей.

В РФ отсутствует организованный рынок обработки продуктов из растительного сырья и информированность потребителей о наличии данной услуги. При этом для обработки большинства продуктов технически невозможно «перестроить» существующие установки на оптимальный режим, что приводит к отсечению продуктов глубокой переработки с высокой добавленной стоимостью, для которых необходим точный подбор дозы.

Реальная ситуация состоит в том, что отдельные фирмы, занимающиеся использованием разрешенных во всех странах радиационной обработкой специй, не имеют ни малейшего представления о возможностях метода для простого решения их проблем, не говоря уже о конкретных режимах обработки. Действительно, очень эффективные методы, разработанные 30–40 лет назад, никому не известны и не используются. Однако, за прошедшие годы технологии автоматизации, инженерные решения, да и сами ускорители электронов сделали большой шаг вперед. Кроме того, в производстве и в жизни появляются новые продукты, новые формы их составов и упаковки, для которых необходима разработка способов и технологий обработки, как с точки зрения увеличения сроков хранения, так и для кардинального снижения их опасности для потребителя.

Дальнейшее изучение действия ионизирующей радиации на послеуборочное созревание плодов необходимо не только для их радуризации. Результаты таких исследований помогут лучше понять сам процесс созревания, который сильно влияет на устойчивость плодов к фитопатогенным микроорганизмам.

Собственно, созданию технологической базы для перевода радиационных технологий на уровень современной гибкой услуги для различных отраслей и посвящен проект Tecleor.

ООО «Теклеор», основанное квалифицированными специалистами в области разных аспектов радиационных технологий, разработки радиационной техники, коммерциализации научно-технических разработок, намерено организовать Центр разработки и внедрения радиационных процессов для обработки растительного сырья с современной технической базой, пониманием механизмов и особенностей воздействия излучений на сложные системы с целью возродить в стране комплексный подход к изучению радиационных технологий обработки продуктов с активным участием головных институтов по пищепереработке.

Участники проекта Tecleor проводят работу по актуализации нормативной базы, разработку технологий обработки новых белковых источников растительного происхождения для питания, производства кормов и биопрепаратов и занимают активную позицию во взаимовыгодном сотрудничестве с ведущими техническими университетами, корпоративной наукой и в пропаганде знаний о технологии среди населения. Основной фокус работ направлен на развитие новых технологических процессов для комбинированных продуктов с высокой добавленной стоимостью.

Список литературы

1. Food wastage footprint Impacts on natural resources http://www.fao.org/docrep/018/i3347e/i3347e.pdf.
2. Технологическая платформа «Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК» http://платформа-апк.рф/sites/default/files/Presentation.pptx.
3. Sommers Ch.H. and Fan X. (2013). Food Irradiation Research and Technology. Second Edition. Blackwell Publishing and the Institute of Food Technologists, 446.
4. Hallman, G.J. 2013. Control of stored product pests by ionizing radiation. J. Stored Prod. Res. 52: 36-41.
5. Trends in Radiation http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1313_web.pdf (13 публикаций в одном источнике).

УДК633.63:006.354

***К.Б. Гурьева**, к.т.н., **Е.А. Тарасова**, к.т.н. ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

***K.B. Gurieva**, **E.A. Tarasova**. Federal State Institution Scientific Research Institute for storing Rosrezerva*

ОЦЕНКА ОБЪЕКТИВНОСТИ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА САХАРА-ПЕСКА

EVALUATION OF OBJECTIVE METHODS OF DETERMINING THE SIZE DISTRIBUTION OF GRANULATED SUGAR

Представлены результаты исследования по оценке гранулометрического состава хранящихся партий сахара-песка. Рассчитаны коэффициент неоднородности и средний размер кристаллов. Рекомендованы дополнительные показатели, более полно характеризующие гранулометрический состав сахара-песка. Показано, что большинство сахарных заводов могут поставлять на хранение сахар-песок с коэффициентом неоднородности до 29%.

Ключевые слова: сахар-песок; хранение; комкование; гранулометрический состав, коэффициент неоднородности; средний размер кристаллов.

The results of the study to assess the size distribution of stored lots of sugar. Calculate the rate heterogeneity and the average size of the crystals. Recommended additional indicators more fully characterize the size distribution of the granulated sugar. It is shown that the majority of sugar factories can supply the sugar storage by a factor of heterogeneity to 29%.

Keywords: sugar; storage; clumping; size distribution ratio of heterogeneity; the average size of the crystals.

Качественные показатели сахара-песка, определяемые (регламентируемые) действующими стандартами, в зависимости от изменения их при хранении можно условно разбить на две группы – стабильные и нестабильные. В группу стабильных показателей входят характеристики, которые остаются практически без изменения на протяжении всего срока хранения: вкус и запах; чистота раствора; массовая доля сахарозы, редуцирующих веществ, золы; гранулометрический состав. Группа нестабильных показателей представлена показателями, которые в большей степени подвержены изменениям при длительном хранении: сыпучесть; цвет; массовая доля влаги и цветность.

Одним из стабильных показателей качества сахара-песка является его гранулометрический состав, однако, как показали многократные исследования в ФГБУ НИИПХ Росрезерва, его величина оказывает определенное влияние на нестабильные показатели сахара в процессе хранения, в первую очередь сыпучесть и массовую долю влаги. Также установлено, что размер и форма кристаллов сахара-песка влияют на его гигроскопические свойства: сахар с мелкими кристаллами (0,25-0,5 мм) увлажняется в 2-3 раза быстрее, чем с более крупными (0,5-0,8 мм), кроме того, величина равновесной влажности мелкого сахара выше, чем у крупного сахара. Это явление объясняется разной величиной удельной поверхности, наличием неровностей, трещин у мелких кристаллов и, как следствие, повышенным количеством примесей. Повышенное влагопоглощение из окружающей среды приводит к увеличению влажности и комкованию такого сахара-песка при длительном хранении.

В ходе проведенных в Институте исследований гранулометрического состава хранящегося сахара-песка разных производителей зафиксирована неоднородность и разный размер кристаллов. Почти все исследованные образцы сахара-песка были представлены двумя основными фракциями: фракция с размером кристаллов 0,4-0,8 мм составляла от 22 до 78% от общей массы кристаллов, а фракция с размером кристаллов 0,8-1,0 мм составляла от 14 до 49%. Наличие фракции с размером кристаллов более 1 мм составляло от 0,8 до 27%, а наиболее мелкой фракции (менее 0,2 мм) – от 0,1 до 5%. Практика хранения по-

казала, что в партиях сахара-песка с содержанием 3-5% кристаллов размером менее 0,2 мм (сахарной пыли) при складировании наблюдалась более значительная степень комкования, чем в партиях с содержанием мелких фракций до 1%. Чем крупнее частицы, тем меньше точек соприкосновения между ними в единице объёма и тем меньше их комкование. Так, у партий сахара-песка с высоким содержанием крупных фракций (порядка 20%) при хранении комкование происходило в меньшей степени [1], [2].

На основании полученных результатов рекомендовано в требованиях по качеству учитывать однородность кристаллов сахара-песка, которая для устойчивого хранения должна быть в пределах 0,6-1,0 мм, а также нормировать массовую долю мелких кристаллов (менее 0,2 мм).

Согласно действующему стандарту гранулометрический состав сахара-песка ограничивается только размерами кристаллов от 0,2 до 2,5 мм с допустимыми отклонениями от нижнего и верхнего пределов указанных размеров не более 5% от массы анализируемой пробы сахара.

Более расширенные требования к гранулометрическому составу предъявляют зарубежные стандарты и производители, использующие сахар-песок в качестве сырья. Для объективной оценки данного показателя рекомендуется характеризовать его по совокупности показателей дисперсности и однородности сахара-песка. При этом показатель дисперсности оценивается по среднему размеру кристаллов и массовой доли фракции определенного размера, а показатель однородности – по коэффициенту неоднородности [3].

Исходя из требований международных стандартов, при коэффициенте неоднородности < 25% сахар-песок считается отличным, при 25-29% – хорошим, при 29-34% – удовлетворительным, свыше 34% – неудовлетворительным.

Для определения среднего размера кристаллов и коэффициента неоднородности нами был применен метод Бутлера, предложенный ГНУ Российский НИИ сахарной промышленности [4] и включенный в межгосударственный стандарт [5].

Выполненные расчеты показали, что средний размер кристаллов сахара-песка из хранящихся партий колеблется от 0,58 до

0,86 мм (рис. 1), коэффициент неоднородности колеблется от 22,0 до 32,9 (рис. 2). При этом из исследуемых партий 3 – имеют отличное качество (22,0-24,4%), 6 – считаются хорошими (26,3-28,4%) и 4 – удовлетворительными (29,6-32,9%). То есть большинство сахарных заводов могут поставлять на хранение сахар-песок с коэффициентом неоднородности до 29%.

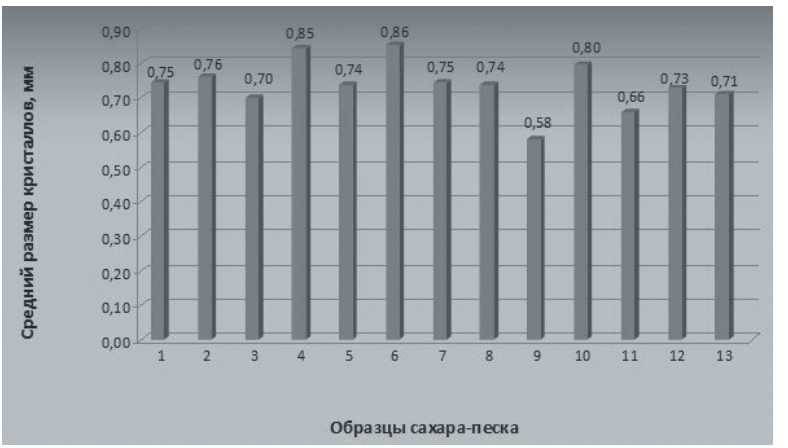


Рис. 1. Сопоставление образцов сахара-песка по среднему размеру кристаллов

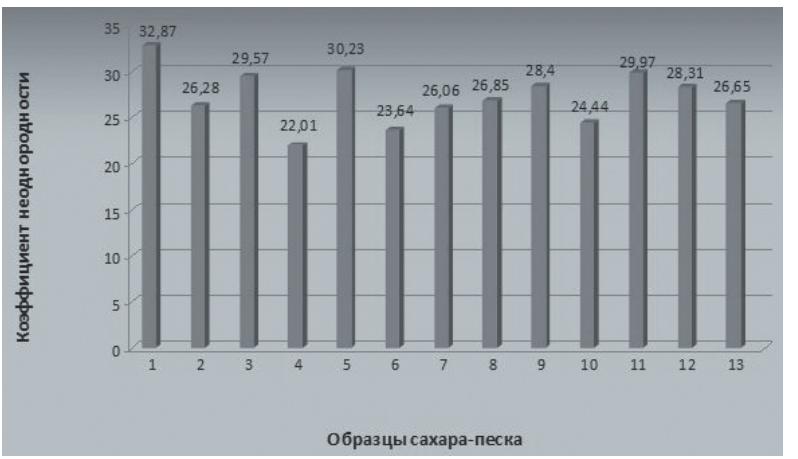


Рис. 2. Сопоставление образцов сахара-песка по коэффициенту неоднородности

На рис. 3 продемонстрированы результаты оценки гранулометрического состава двух образцов сахара-песка по трем показателям (массовая доля фракции определенного размера; средний размер кристаллов; коэффициент неоднородности).

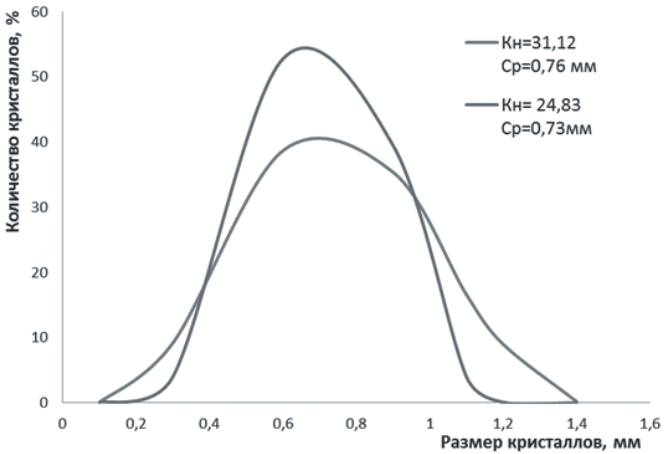


Рис. 3. Распределение кристаллов по размеру

Исследуемые образцы полностью соответствуют действующему стандарту на сахар-песок по диапазону распределения кристаллов по размеру (от 0,2 до 2,5 мм, отклонение ± 5% к массе сахара) и имеют близкие по значению показатели среднего размера кристаллов – 0,76 мм у первого образца и 0,73 мм у второго. Однако определение коэффициента неоднородности показало существенное различие данных характеристик гранулометрического состава – 31,1 и 24,8% у первого и второго образцов соответственно. Кривые, характеризующие распределение кристаллов по размеру (рис. 3) иллюстрируют сосредоточие основной массы кристаллов второго образца в более узком диапазоне, по сравнению с первым образцом. То есть, несмотря на соответствие анализируемых образцов сахара-песка по показателям, характеризующим дисперсность кристаллов, по показателю однородности первый образец является только удовлетворительным, а второй – отличным.

Таким образом, результаты исследования показывают, что оценка гранулометрического состава сахара-песка только по диапазону допустимых величин размеров кристаллов в соответствии с ГОСТ 21-94 не дает объективной характеристики сахара. Контроль среднего размера и однородности кристаллов позволит обеспечить оптимальное качество сахара-песка, закладываемого на длительное хранение и снизить вероятность изменения его нестабильных показателей.

Совокупное мнение ученых и фактические данные мониторинга качества позволили установить, что для устойчивого хранения сахара-песка оптимальными параметрами гранулометрического состава являются средний размер кристаллов 0,5-0,9 мм и коэффициент неоднородности (вариации) не более 29%.

Для увеличения эффективности хранения сахара-песка нами разработана технология получения кристаллов сахара-песка для длительного хранения с пониженной цветностью и гигроскопичностью за счет повышения показателей чистоты, а также улучшения морфологических показателей кристаллов, в частности, получения кристаллов более правильной геометрической формы. Подана заявка на патент РФ «Способ получения сахара для длительного хранения».

Список литературы

1. Гурьева, К. Б. Проблемы хранения сахара-песка в разных видах тары. Материалы международной научно-практической конференции «Пути повышения эффективности сахарного производства». – г. Курск: Российский научно-исследовательский институт сахарной промышленности – 2003. – 133 с.
2. Гурьева, К. Б., Сидоренко, Ю. И. «Длительное хранение сахара-песка в полимерной упаковке и потеря сыпучести». – Материалы 9 Международной конференции «Кондитерские изделия XXI века, Москва 26-28 февраля 2013 г., МПА. – С.137-139.
3. Егорова, М. И., Милых, А. А. Современные методы оценки показателей качества сахара, направляемого на длительное хранение – Сборник материалов У межведомственной научно-практической конференции «Товароведение и вопросы длитель-

ного хранения продовольственных товаров» 25-26 апреля 2013 г. – М., ООО Франтера, 2013, – С. 79-82.

4. Егорова, М. И., Милых, А. А., Райник, В. В. Совершенствование метода определения гранулометрического состава сахара. – Материалы девятой международной конференции «Кондитерские изделия XXI века». – Москва, 26-28 февраля 2013 г., Международная промышленная академия. – С. 176-178.

5. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12579-2013 Сахар. Метод определения гранулометрического состава.

УДК 637.56:620.22(075)

***К.Б. Гурьева**, к.т.н., **О.А. Тюгай**, **Е.В. Иванова** (ФГБУ НИИПХ Росрезерва); **Л.Е. Антропова** (ОАО «Калининградский тарный комбинат»)*

***K.B. Gurieva**, **O.A. Tyugay**, **E.V. Ivanova** (Federal State Institution Scientific Research Institute for storing Rosrezerva); **L.E. Antropova** (JSC Kaliningrad Packaging Mill)*

ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ СРОКОВ ГОДНОСТИ НАТУРАЛЬНЫХ РЫБНЫХ КОНСЕРВОВ С ДОБАВЛЕНИЕМ МАСЛА В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ТАРЕ

EXPERIMENTS ON FORECASTING NATURAL SHELF LIFE OF CANNED FISH WITH OIL IN THE EXPERIMENTAL CONTAINERS

Представлены результаты исследований безопасности и качества натуральных рыбных консервов с добавлением масла при старении в условиях повышенных температур. В ходе эксперимента установлены критические величины показателей, выбранных для прогнозирования сроков годности рыбных консервов с добавлением масла. На основе кинетики изменения органолептических, санитарно-гигиенических, микробиологических, физико-химических показателей при хранении консервов проведен расчет предполагаемых сроков годности, которые проверяются при хранении в складских условиях.

Ключевые слова: натуральные рыбные консервы; хранение; повышенная температура; балльная оценка, кислотное число жира, амино-аммиачный азот, корреляция, расчеты, срок годности.

The results of studies on the safety and quality of natural canned fish with oil during aging at elevated temperatures.

During the experiment, set the value of the critical indicators selected to predict the shelf life of canned fish in oil. On the basis of the kinetics of changes organoleptic, sanitary, microbiological, physical and chemical parameters during storage of canned calculated estimated expiration dates are checked when stored in a warehouse terms.

Keywords: natural canned fish; storage; fever; score, an acid number of fat, amino ammoniacal nitrogen, correlation, calculations, shelf life.

В основе санитарно-эпидемиологической оценки обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов МинЗдрава РФ [1] лежит принцип закладки на натурное хранение испытуемых продуктов и исследование их на соответствие нормативной документации через определенные промежутки времени. В целом, на получение результата уходит два-три года работы, что в условиях рынка невыгодно, так как существенно повышает себестоимость продукции за счет длительного и трудоемкого исследования.

Использование методов математического моделирования позволяет в ряде случаев прогнозировать состояние объекта исследования по результатам, полученным при старении в экстремальных условиях, для хранения в стандартных условиях. В основе такого подхода лежит изучение механизма и кинетики процессов, определяющих снижение качества объекта испытания в процессе хранения. Консервированные пищевые продукты с этой точки зрения исследованы мало. Так, по результатам исследований разработана временная инструкция по ускоренному определению сроков годности консервированных мясопродуктов [2], в работах Гипрорыбфлота исследованы изменения показателей качества рыбных консервов в процессе хранения при натурной и повышенных температурах и предложена методика ускоренного старения [3]. Анализ результатов позволил выявить химические показатели состояния белков и липидов мясных и рыбных консервов, величина которых значимо и монотонно меняется в процессе хранения.

Зависимость скорости изменения показателей качества пищевых продуктов от температуры хранения удовлетворительно описывается уравнением Аррениуса. Энергию активации процесса и предэкспоненциальную постоянную определяют по графику зависимости натурального логарифма константы скорости процесса от обратной температуры процесса по Кельвину. Такой подход успешно используется нами для прогнозирования сроков хранения продовольственных товаров, и в частности был применен для натуральных рыбных консервов на основе экспериментов, выполненных при повышенных температурах [4], [5]. Хранение при повышенных температурах позволяет ускорить процесс «старения» консервов в результате возможной активации остаточной микробиологической и ферментативной активности, что приводит к биохимическим и микробиологическим изменениям, которые оцениваются с применением математических моделей.

Необходимыми исходными данными для прогнозирования являются требования стандартов, санитарных норм или технических регламентов, регламентирующих качество продуктов, их потребительские свойства и безопасность по органолептическим, физико-химическим и санитарно-гигиеническим показателям. По многим видам продукции, в том числе и по рыбным консервам, сложность прогнозирования заключается в отсутствии в нормативной документации показателей, по которым можно прогнозировать сроки годности. Поэтому первоначально для этого вида продукта необходимо установить показатели, отражающие изменение качественных показателей.

В соответствии с вышеизложенным нами проведен модельный эксперимент по ускоренному старению натуральных рыбных консервов с добавлением масла в экспериментальной таре при повышенных температурах 35, 45 и 55ºС с периодическим контролем показателей безопасности, органолептических, физико-химических показателей по разработанной программе испытаний. Для эксперимента были взяты рыбные консервы «Сардинелла натуральная с добавлением масла», расфасованные в банки № 6 массой-нетто по 250 г, изготовитель: ОАО «Калининградский тарный комбинат». При проведении экспе-

риментов испытаны сборные сварные лакированные с крышкой банки по ГОСТ 5981 из жести разной толщины и класса покрытия. Для экспериментальных банок применена импортная жесть ЭЖК-ТН-415-Е2,8/2,8–EN 10202 (класс покрытия оловом 1) и пониженной толщины: толщина корпуса банки/толщина крышки (мм) 0,16/0,19, 0,17/0,19, 0,18/0,19, 0,18/0,20, что соответствует номерам жести 16/19, 17/19, 18/19, 18/20. Для контрольных банок применена жесть ЭЖК-В-11 (класс покрытия оловом 2) по ГОСТ 13345-85 толщиной (мм) 0,20/0,22, что соответствует номеру жести 20/22.

Методология прогнозирования сроков годности для рыбных консервов с добавлением масла складывалась из следующих этапов:

- определение температурных режимов ускоренного хранения;
- контроль показателей безопасности в период хранения;
- выявление обязательных и дополнительных показателей качества и безопасности, отражающих изменения продукции, происходящие в период длительного хранения в максимальной степени, а также контроль этих показателей в период ускоренного хранения;
- экспериментальное определение критических значений обязательных физико-химических показателей отражающих изменения в липидной и белковой фракциях консервов, происходящие в период длительного хранения;
- статистическая и математическая обработка экспериментальных данных, разработка математических моделей для расчета сроков годности;
- разработка методики ускоренного старения рыбных консервов с добавлением масла с целью прогнозирования предварительных сроков годности;
- подготовка заключения о возможности согласования предполагаемого срока годности, рекомендуемого на основании ускоренных испытаний в течение сокращенного времени;
- подтверждение расчетных сроков годности результатами испытаний при контрольной температуре, определенной ГОСТами (не выше 15^0С);

- последний срок исследований консервов должен по продолжительности превышать предполагаемый срок годности на время, определяемое так называемым коэффициентом резерва. Коэффициент резерва для консервированных рыбопродуктов длительного хранения – 1,15 в соответствии с МУК 4.2.1847-04.

Для таких продуктов как рыбные консервы, представляющих собой закрытую анаэробную систему, наиболее значимыми причинами снижения качества в процессе хранения могут быть рост анаэробной микрофлоры, эффект миграции ионов металлов с поверхности тары в продукт и сложный комплекс химических и биохимических реакций, протекающих в белковой и жировой части консервов в процессе хранения. Поэтому программа испытаний рыбных консервов включала контроль органолептических, санитарно-гигиенических, микробиологических, физико-химических показателей, таких как кислотное число жира и амино-аммиачный азот.

Проведенные комплексные исследования и анализ результатов испытаний при ускоренном старении показали, что на всех этапах контроля (до 4-6 месяцев) опытные и контрольные образцы консервов по микробиологическим показателям и по содержанию токсичных элементов (свинца, олова), мигрирующих компонентов (железа) полностью соответствовали требованиям «Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» № 299 от 28 мая 2010 года.

В процессе хранения при повышенных температурах происходило изменение органолептических показателей, характеризующих потребительские характеристики консервов. Органолептическая оценка рыбных консервов проводилась на соответствие требованиям ГОСТ 13865-2000, а также оценивалась по 5-балльной шкале, которая дает хорошие результаты при хранении [6]. Исходная общая балльная оценка, рассчитанная с учетом коэффициентов весомости каждого органолептического показателя, у образцов в экспериментальной таре составляла 74 - 83,4 балла. Общая балльная оценка складывается из таких сенсорных показателей как внешний вид, вкус, запах, консистенция и др. При температуре 55ºС за 4 месяца хране-

ния общая балльная оценка снизилась до 57,5-60,8 балла, при температуре 45ºС за 6 месяцев – до 56,5-64,9 баллов, при температуре 35ºС за 6 месяцев – до 67,4-61,0 баллов.

По результатам исследований показано, что органолептическая оценка рыбных консервов является общим показателем, отражающим весь комплекс изменений белковой и жировой части продукта в период старения. При ускоренном эксперименте срок годности (хранения) рыбных консервов с добавлением масла определяется изменением их органолептических свойств с фиксированием по балльной шкале, а также коррелирует с такими физико-химическими показателями, как кислотное число жира и амино-аммиачный азот.

В качестве обязательных для контроля, статистической обработки и расчета предполагаемых сроков хранения по разработанной методике были выбраны 3 показателя, по которым в ходе эксперимента установлены критические величины: общей балльной оценки с учетом коэффициентов значимости (не менее 60 баллов), кислотного числа жира (не более 10 мг КОН/г), аминоаммиачного азота (не более 120 мг/кг). Превышение установленных значений по выбранным показателям свидетельствовало о недоброкачественности консервов.

В соответствии с алгоритмом расчетов сроков годности по разработанной «Методике определения срока годности рыбных консервов с добавлением масла по ускоренному эксперименту при повышенных температурах» для показателей «общая балльная оценка», кислотное число жира» и «амино-аммиачный азот» были определены взаимосвязи между температурой t и температурным коэффициентом k по предполагаемой зависимости k от t вида: lg k=a*(1/K)*10^3+b.

На основе проведенных в Институте ускоренных испытаний образцов на примере партии рыбных консервов «Сардинелла натуральная с добавлением масла» сделан расчет сроков годности (хранения) на среднегодовую температуру хранения 12ºС. Показано, что консервы, аналогичные испытанным в традиционных банках и в экспериментальных банках пониженной толщины, предположительно могут храниться до 3-х лет при температуре не выше 15ºС, при этом показатели качества про-

дукта остаются в пределах требований стандарта. Полученные результаты распространяются на продукцию, изготовленную ОАО Калининградский тарный комбинат.

Окончательный вывод о сроках годности рыбных консервов с добавлением масла может быть сделан после проведения ряда дополнительных исследований по подтверждению сроков годности в производственных складских условиях. В соответствии с Методическими указаниями Минздрава МУК 4.2.1847-04 установление сроков годности пищевых продуктов необходимо проводить не менее чем на трех партиях одного изготовителя с учетом коэффициента резерва (1,15) в условиях, для которых срок устанавливается, т.е. при непосредственном хранении на складе длительного хранения с периодическим проведением исследований в течение 3-х лет (с учетом коэффициента резерва - 3,5 года).

Для подтверждения расчетных сроков годности партии натуральных рыбных консервов с добавлением масла разного ассортимента с увеличенным сроком годности, изготовленные ОАО «Калининградский тарный комбинат», заложены в мае-сентябре 2013 г. на складах Росрезерва. За опытно-экспериментальными партиями проводится периодический контроль качества и безопасности. Окончательный вывод о сроках годности рыбных консервов с добавлением масла будет сделан после окончания исследований по подтверждению сроков годности в производственных складских условиях.

Список литературы

1. МУК 4.2.1847-04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов» Методические указания МЗ РФ.

2. Чернуха, И. М., Гутник, Б. Е и др. Научное обоснование и разработка методики ускоренного определения сроков годности консервированных мясопродуктов», «Научное обеспечение инновационных процессов в мясоперерабатывающей отрасли/ Всерос. науч.-исслед. ин-т мясной пром-сти.-Москва, 2005 Т. 2.

3. Одоева, Г. А., Лукошкина, М. В., Кинетика термического старения рыбных консервов и экспресс-метод определения

сроков годности», Материалы 1У международной конференции «Производство рыбной продукции, проблемы, новые технологии, качество», Калининград, 2007 г.

4. Сидоренко, Ю. И., Гурьева, К. Б., Штерман, С. В., Штерман, В. С. Разработка методики ускоренного старения продовольственных товаров с целью прогнозирования сроков их хранения Сборник материалов конференции Товароведение и вопросы длительного хранения продовольственных товаров «Товаровед 2013» – 25-26 апреля 2013 г. – С. 152-154.

5. Сидоренко, Ю. И., Гурьева, К. Б., Штерман, С. В., Зверев, С. В. Прогноз сроков хранения продовольственных товаров на основе экспериментов, выполненных при повышенных температурах – журнал «Хранение и переработка сельско-хозяйственной продукции», 2013. №3. – С. 27-32, №4. – С. 30-32.

6. Гурьева, К. Б, Тюгай, О. А., Иванова, Е. В. «Применение балльной системы для сенсорной оценки качества мясной продукции при хранении» – журнал «Товаровед», – №3. – 2013 г.

УДК 637.142.2:621.798:637.523

***К.Б. Гурьева**, к.т.н., **О.А. Тюгай**, **А.М. Карабут**, к.т.н.*
ФГБУ НИИПХ Росрезерва

***K.B. Gurieva**, **O.A. Tyugay**, **A.M. Karabut**. Federal State Institution Scientific Research Institute for storing Rosrezerva*

ВЛИЯНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ХРАНЕНИЯ НА КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ КОНСЕРВИРОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ

INFLUENCE OF EXTREME TEMPERATURE STORAGE THE QUALITY AND SAFETY TINNED PRODUCTION

Представлены результаты исследований по комплексу органолептических, санитарно-гигиенических, микробиологических, физико-химических показателей при хранении мясных консервов «Говядина тушеная» в лабораторных условиях при повышенных температурах (от 25 до 55°С). По разработанной программе для консервов проведены расчеты предельно-допустимых повышенных температур и продолжительности их воздействия при возникновении экстремальных условий.

Ключевые слова: мясные консервы; хранение; температура; балльная оценка, кислотное число жира, амино-аммиачный азот, корреляция, расчеты.

The results of studies on a range of organoleptic, sanitary, microbiological, physical and chemical parameters during storage of canned meat «beef stew» in laboratory conditions at elevated temperatures (25 to 55°C). According to the developed program for canned food calculated the maximum allowable elevated temperatures and duration of their exposure in the event of extreme conditions.

Keywords: tinned meat; storage; temperature; numerical score, an acid number of fat amino ammoniacal nitrogen, correlation, calculations.

В последние годы повсеместно наблюдается резкое изменение климата со значительными отклонениями температурных показателей (в основном превышения) как в областях с низкотемпературным климатом, так и в жарких регионах. Нормативно-техническая документация на консервированную продукцию предусматривает соблюдение определенного температурно-влажностного режима хранения. Так для мясных консервов оптимальной считают температуру не более 20°С, для рыбных – не более 15°С. Значительные отклонения фактических условий хранения от оптимальных могут оказывать неблагоприятное влияние на потребительские характеристики и показатели безопасности консервированной продукции. Воздействие повышенных температур ускоряет процесс «старения» консервов в результате возможной активации остаточной микробиологической и ферментативной активности, что приводит к нежелательным биохимическим и микробиологическим изменениям, которые можно оценивать с применением математических моделей [1]. Поэтому актуально изучение влияния экстремальных температурных параметров на сохранность консервированной продукции при длительном хранении.

Мониторинг изменения комплекса показателей безопасности и качества при хранении в условиях повышенных температур был проведен на примере мясных консервов «Говядина тушеная».

Алгоритм работ по эксперименту включал следующие этапы: анализ факторов, воздействующих на продукт; определение повышенных температурных режимов хранения; составление программы испытаний; исследование исходного качества образцов; закладка расчетного количества образцов (для каждого варианта) на хранение в климатические камеры при выбранных температурах; выемка образцов и проведение испытаний согласно программе; составление соответствующих таблиц (графиков) для оценки динамики изменений полученных результатов.

Окончанию хранения при каждом режиме предшествуют: достижение критических значений контролируемых показателей; статистическая обработка, расчет коэффициентов корреляции и уравнений регрессии по полученным экспериментальным данным; разработка математических моделей и методики расчета допустимых температурно-влажностных режимов и продолжительности воздействия экстремальных условий при хранении консервов; проведение расчетов допустимых температурно-влажностных режимов и продолжительности их воздействия.

Температурные условия проведения эксперимента были выбраны исходя из имеющихся в литературе данных [1]. Образцы консервов «Говядина тушеная» высший сорт, изготовленные по ГОСТ Р 54033, расфасованные в алюминиевые банки № 8, массой-нетто по 325 г, были заложены на ускоренное хранение при температурах 25, 35 и 55°С. При хранении проводили контроль органолептических, санитарно-гигиенических, микробиологических, физико-химических показателей мясных консервов.

Безопасность контролировали по микробиологическим и санитарно-химическим показателям, в том числе на металлы (олово, свинец, алюминий) на соответствие требованиям Таможенного союза [2]. Органолептическая оценка мясных консервов проводилась на соответствие требованиям ГОСТ Р 54033, а также оценивалась по 5-балльной шкале, которая дает хорошие результаты при хранении [3], [4]. Из физико-химических показателей выбраны наиболее лабильные, которые будут служить индикаторами «сохранности» консервов в процессе ускоренного и реального хранения. Гидролитические процессы в липидах при хранении мясных консервов характеризует кислотное число жира, поэтому в программе заложена динамика изменения кислотного числа жира. Контроль показателей качества, характеризующих белковую фракцию, проводили по изменению амино-аммиачного азота (ААА), активной кислотности (pH) и титруемой (общей) кислотности. По изменению кислотности можно судить о характере гидролитических и окислительных процессов, происходящих в белках и жирах продукта. На протяжении хранения проводили оценку состояния внутренней и наружной поверхности тары.

Результаты микробиологических испытаний показали, что в период хранения все испытываемые образцы соответствовали «Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» (ЕСТ) на промышленную стерильность. Сравнивая величины микробиологических показателей консервов за весь период хранения, можно отметить стабильное качество микробиологических показателей в период хранения. Контроль токсичных металлов в период хранения не выявил перехода алюминия в содержимое мясных консервов.

Органолептическая оценка (табл. 1) исследуемых консервов проводилась дегустационной комиссией в составе не менее 5 человек. Дегустаторы давали количественную оценку каждого показателя в баллах. Затем проводили обработку полученных результатов и рассчитывали среднее арифметическое значение по каждому показателю.

Таблица 1. Динамика балльной оценки органолептических показателей мясных консервов при повышенных температурах

Месяцы хранения	Внешний вид	Консистенция	Запах	Вкус	Цвет бульона	Прозрачность	Общая оценка
Хранение - 25°С							
0,1	4,59	4,49	4,67	4,79	4,96	4,71	4,70
3	4,6	4,2	4,3	4,2	4,3	4,1	4,28
6	4,04	4,04	4,02	4,02	4,29	4,29	4,12
9	3,29	3,8	3,38	3,21	3,96	3,96	3,60
12	3,67	3,92	3,5	3	3,83	3,83	3,63
	Хранение - 35°С						
0,1	4,59	4,49	4,67	4,79	4,96	4,71	4,70
3	4,6	3,75	4	4	4,3	4	4,11
6	3,79	3,79	3,58	3,58	4,04	4,08	3,81
9	3,21	3,29	3,04	3,04	2,75	2,83	3,03
12	2,88	2,88	2,83	2,25	3,33	3,33	2,92
	Хранение - 55°С						
0,1	4,59	4,49	4,67	4,79	4,96	4,71	4,70
3	4,5	3,8	3,3	3,15	3,9	3,7	3,73
6	3,63	3,5	2,5	2,5	3,21	3,46	3,13
9	3	2,83	2,17	2,17	2,33	2,25	2,46

При всех режимах происходили изменения общей балльной оценки по органолептическим показателям мясных консервов в сторону снижения. При температуре 25ºС за период 12 месяцев у консервов отмечено снижение балльной оценки по показателям «вкус» и «запах» на 1,5-1,8 балла, консистенция, внешний вид бульона изменились в меньшей степени. При повышенных температурах (выше 35ºС) наиболее интенсивно меняющиеся показатели – это вкус и запах. При 35ºС явное изменение вкуса и запаха (до балльной оценки 3,5 балла) отмечено к шестому месяцу хранения, при температуре 55ºС – уже после трех месяцев хранения консервы имели оценки на уровне удовлетворительного качества – 3,1-3,3 балла. По результатам испытаний при 55ºС образцы мясных консервов постепенно приобретают дефекты, придающие вкусу горечь, появляются признаки окисленного жира во вкусе и запахе, и другие отрицательные признаки усиливаются, когда балльная оценка достигает уровня 3 балла. Поэтому этот уровень принят как минимальный.

По результатам испытаний было определено, что как общая балльная оценка, так и балльные оценки по отдельным показателям коррелируют со сроком хранения (коэффициенты отрицательной корреляции от 0,87 до 0,99).

На основании экспериментальных данных была рассчитана скорость снижения балльной оценки мясных консервов при повышенных температурах. Зависимость скорости снижения общей балльной оценки мясных консервов «Говядина тушеная» от температуры дана на рис. 1.

Рис. 1 демонстрирует, что с повышением температуры хранения значительно интенсифицируются процессы, вызывающие изменение балльной оценки и ухудшение сенсорных показателей качества мясных консервов. Увеличение температуры с 25 до 55ºС увеличивает скорость процессов примерно в 1,8 раза.

В соответствии с программой испытаний мясных консервов в условиях повышенных температур наряду с органолептической оценкой определяли физико-химические показатели. Результаты мониторинга физико-химических показателей мясных консервов в процессе хранения при повышенных температурах даны в табл. 2.

При температуре 25 и 35°С хранили до 12 месяцев, при температуре 55°С – до девяти месяцев. Среди изменившихся показателей следует отметить увеличение кислотного числа жира и амино-аммиачного азота (ААА).

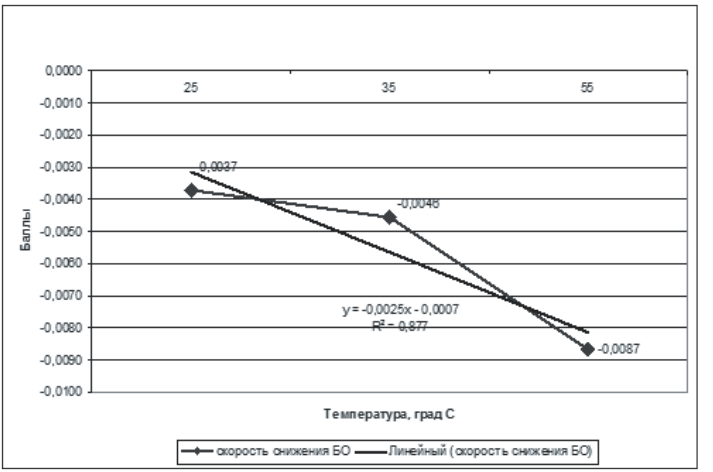


Рис. 1. Зависимость скорости снижения общей балльной оценки мясных консервов от температуры

На основании сопоставления полученных данных определено максимальное значение (критическое) кислотного числа жира, до которого возможно его повышение без ухудшения потребительских свойств.

Таблица 2. Изменение физико-химических показателей мясных консервов «Говядина тушеная» при температурах 25, 35 и 55°С

Показатели качества	До хранения	Месяцы хранения			
		3	6	9	12
При температуре 25°С					
Титруемая кислотность, %	0,35±0,10	-	-	-	0,3±0,1
pH	5,8±0,1	6,0±0,1	5,9±0,1	6,0±0,1	6,0±0,1
Перекисное число жира, ммоль (1/2 О)/кг	0,15±0,06	0,12±0,02	0,13±0,02	0,60±0,09	1,0±0,3

Показатели качества	До хранения	Месяцы хранения			
		3	6	9	12
При температуре 25°С					
Кислотное число жира, мг КОН/кг	2,4±0,1	1,8±0,1	2,1±0,1	2,2±0,1	2,6±0,1
ААА, мг%	47,95	47,84	51,70	49,27	61,40
Токсичные элементы (алюминий), мг/кг	0,57±0,17	-	0,64±0,19	менее 0,1	0,95±0,29
При температуре 35°С					
Титруемая кислотность, %	0,35±0,10	-	-	-	0,3±0,1
pH	5,8±0,1	6,0±0,1	5,9±0,1	6,0±0,1	6,0±0,1
Перекисное число жира, ммоль (1/2 О)/кг	0,15±0,06	0,15±0,02	0,14±0,02	0,64±0,09	0,9±0,2
Кислотное число жира, мг КОН/кг	2,4±0,1	2,1±0,1	2,7±0,1	3,7±0,1	4,4±0,1
ААА, мг%	47,95	54,50	54,87	58,55	73,55
Токсичные элементы (алюминий), мг/кг	0,57±0,17	-	0,72±0,22	менее 0,1	2,04±0,61
При температуре 55°С					
pH	5,8±0,1	6,0±0,1	5,9±0,1	5,8±0,1	-
Перекисное число жира, ммоль (1/2 О)/кг	0,15±0,06	0,30±0,02	0,30±0,02	0,62±0,08	-
Кислотное число жира, мг КОН/кг	2,4±0,1	2,5±0,1	2,9±0,1	6,3±0,1	-
ААА, мг%	47,95	56,98	71,40	78,18	-
Токсичные элементы (алюминий), мг/кг	0,57±0,17	-	0,62±0,19	менее 0,11±0,03	-

Экспериментально установленное (по нашим данным) критическое значение кислотного числа для мясных консервов составляет не более 4,0 мгКОН/г жира. Более высокие значения кислотного числа жира свидетельствуют о недоброкачественности мясных консервов.

По результатам испытаний было определено, что величи-

на кислотного числа жира в мясных консервах коррелирует с общей балльной оценкой (коэффициент отрицательной корреляции 0,70-0,91 для разных температур). Как видно из табл. 2 за 12 месяцев хранения при температуре 25°С кислотное число жира не достигло критического значения, при температуре 35°С было немного выше критического значения. При температуре 55°С кислотное число жира превысило критическое значение после девятого месяца хранения.

Стойкость в хранении мясных консервов характеризует также состав жирных кислот.

Анализ жирнокислотного состава на начальном и завершающих этапах хранения при повышенных температурах показал, что жир мясных консервов «Говядина тушеная» характеризуется высоким содержанием насыщенных жирных кислот (60,5%). Соотношение между насыщенными и ненасыщенными жирными кислотами у исследованных консервов составило на начальном этапе хранения 1,53%, а после хранения – 1,42-1,52%. В процессе хранения мясных консервов при повышенных температурах ненамного увеличилась доля ненасыщенных жирных кислот. Особенно это заметно у образца мясных консервов, хранившегося при температуре 55°С в течение девяти месяцев, снизилась доля насыщенных жирных кислот и увеличилось содержание ненасыщенных, в частности доля олеиновой кислоты. При температурах хранения 25°С и 35°С особых изменений в жирнокислотном составе не отмечено. Можно сделать заключение, что жир мясных консервов довольно стоек при хранении в условиях повышенных температур, о чем свидетельствуют данные жирнокислотного состава, а также результаты расчета допустимых сроков хранения по кислотному числу.

Экспериментально установленное (по нашим экспериментальным данным и данным ВНИИМП) критическое значение амино-аммиачного азота для доброкачественных мясных консервов составляет не более 90 мг/кг продукта. Исходное содержание амино-аммиачного азота у испытанных партий мясных консервов было равно 48 мг/кг. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют об общей тенденции увеличения амино-аммиачного азота при всех режимах хранения. Исходное значение pH

в исследуемых мясных консервах было на уровне 5,8 ед. В процессе хранения во всех температурных режимах величина этого показателя немного увеличилась до 6,0 ед., а титруемая кислотность снизилась с 0,35 до 0,30. Ввиду незначительных изменений в период хранения при повышенных температурах показатели активная кислотность (pH) и общая (титруемая) кислотность не были взяты для расчетов.

Периодические исследования внешнего вида банок от консервов показали, что за исследованные периоды хранения при повышенных температурах наружная и внутренняя поверхность алюминиевых банок не изменились, не отмечено бомбажа, ржавчины и других дефектов.

По результатам исследований при ускоренном эксперименте установлено, что длительность хранения мясных консервов при повышенных температурах определяется изменением их органолептических свойств, а также коррелирует с такими физико-химическими показателями, как кислотное число жира и амино-аммиачный азот. Потребительские характеристики мясных консервов, оцениваемые дегустацией, в результате эксперимента снизились с интенсивностью в зависимости от температуры.

Для математической обработки, определения допустимых температур и расчета продолжительности их воздействия в качестве обязательных были выбраны два показателя, по которым в ходе эксперимента установлены критические величины: общая балльная оценка (не менее 3 баллов), кислотное число жира (не более 4 мг КОН/г) и дополнительный показатель – амино-аммиачный азот (не более 100 мг/кг). Превышение установленных значений по выбранным показателям свидетельствовало о недоброкачественности консервов.

Расчет допустимых сроков хранения мясных консервов при повышенных температурах проведен по программе, составленной в ФГБУ НИИПХ Росрезерва.

Зависимость расчетных сроков хранения от температуры приведена на рис. 2. Из рисунка видно, что с увеличением температуры допустимые сроки хранения снижаются.

Расчеты показали, что наиболее низкие допустимые сроки хранения при всех температурных режимах получены для

таких критичных показателей как балл по вкусу и общая балльная оценка. Таким образом, для мясных консервов «Говядина тушеная» при наступлении экстремальных температурных условий предположительно допустимо хранение:

- при температуре 21-25°С - не более 9 месяцев;
- при температуре 26-30°С - не более 7 месяцев;
- при температуре 31-35°С - не более 5 месяцев;
- при температуре выше 35°С - не допускается.

Предложенные допустимые расчетные сроки хранения консервов мясных «Говядина тушеная» для экстремальных температурных условий требуют производственной проверки в складских условиях.

Рис. 2. Зависимость расчетных сроков хранения от температуры для мясных консервов «Говядина тушеная» (по критическим показателям)

Список литературы

1. Лукошкина, М. В., Одоева, Г. А. Кинетика химических реакций для прогнозирования качества рыбных консервов в процессе хранения // Прикладная биохимия и микробиология. – 2003. – Т.39, №3. – С. 363-369.

2. «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиениче-

ские требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)», решение ТС № 299 от 28 мая 2010 г.

3. Гурьева, К. Б., Райкова, И. Б., Тюгай, О. А., Сидоренко, Ю. И. «Исследование органолептических свойств мясных консервов в разной таре при длительном хранении» – Сборник материалов всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы в области создания инновационных технологий хранения сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов». – Углич, 2011 г., сентябрь, С. 219-222.

4. Гурьева, К. Б., Тюгай, О. А., Иванова, Е. В. «Применение балльной системы для сенсорной оценки качества мясной продукции при хранении», - «Товаровед», № 3, 2013 г.

УДК 631.53.01

А.Г. Желудков *(ГНУ АФИ Россельхозакадемии);* ***С.Л. Белецкий****, к.т.н., доц. (ФГБУ НИИПХ Росрезерва),* ***Н.Н. Потрахов*** *(Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет)*

A.G. Zheludkov *(SSI API RAAS);* ***S.L. Beletsky*** *(Federal State Institution Scientific Research Institute for storing Rosrezerva);* ***N.N. Potrahov*** *(St. Petersburg State Electrotechnical University)*

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АВТОМАТИЗАЦИИ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА АНАЛИЗА КАЧЕСТВА СЕМЯН И ТОВАРНОГО ЗЕРНА ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР

THEORETICAL ASPECTS OF AUTOMATION RADIOGRAPHIC METHODS OF QUALITY SEED AND COMMERCIAL GRAIN CEREALS

В статье приводится описание процесса получения электронного рентгенснимка зерна, математических алгоритмов исправления геометрических искажений снимка и последующего его анализа для выявления скрытых дефектов.

Ключевые слова: семена, продовольственное зерно, интроскопические показатели, применение, фотопластина, рентгенография, аппаратура, съемка, снимок, искажения, компенсация, анализ, выделение объектов, трещиноватость, крупные дефекты, зараженность, протокол.

This article describes the process of obtaining electronic rentgensnimka grain mathematical algorithms correction of geometric distortion of the image and its subsequent analysis to detect latent defects.

Keywords: seeds, cereal grains, introscopic indicators, application, Plate, X-ray, equipment, shooting, snapshot, distortion

compensation, analysis, selection of objects, fracture, major defects, contamination of the protocol.

Применение рентгенографического метода для анализа качества семян по интроскопическим показателям отражено в отечественных и международных стандартах (ГОСТ 28666.4-90, ГОСТ 28420-89, ISO 6639-4:1987 и т.д.) и уже находит широкое применение. Однако, в процессе автоматизации данного метода и численной оценки рентгенографических показателей становится очевидным, что для точного, адекватного и хорошо обоснованного применения данного метода необходимо решить целый ряд теоретических и практических задач, которые и будут рассмотрены ниже.

Особенности аппаратуры съемки. Использовавшийся ранее метод рентгеновской съемки, основанный на использовании фотопластин с последующим их проявлением и оцифровкой, хотя и обеспечивал высокое качество снимков, был достаточно сложен и трудоемок. Поэтому для широкого и эффективного применения рентгенографического метода необходимо использовать аппаратуру съемки, способную оперативно получать оцифрованные снимки. Особенности применения данной аппаратуры будут рассмотрены здесь на примере передвижного рентгендиагностического комплекса ПРДУ-02 совместно со сканером DIGORA. Помимо очевидных достоинств (простота и оперативность съемки, удовлетворительное визуальное качество снимков) данный способ обладает рядом недостатков, в числе которых можно назвать достаточно высокий уровень зашумленности, погрешности в распределении светового потока и наличие на снимке дополнительных деталей и визуальных артефактов съемки.

Построение исправленного снимка; компенсация искажений. Для численной оценки рентгенограмм совершенно необходимым является получение адекватного цифрового образа зерновки, что требует обязательной компенсации искажений, обусловленных погрешностями и конструктивными особенностями аппаратуры съемки. Для рассматриваемого аппаратного комплекса ПРДУ-02 такие искажения можно разделить на искажения значений яркости и геометрические искажения образа.

Искажения значений яркости обусловлены неравномерностью светового потока как для различных сеансов съемки, так и для различных участков одной рентгенограммы. По закону Бугера-Ламберта-Бэра интенсивность излучения, прошедшего через объект оптической плотности μ и толщины h выражается как $J=J_0 \chi \cdot e^{-\mu \cdot h}$, где J_0 – интенсивность излучения на поверхности объекта, χ - фактор накопления. При этом подложка, на которой располагаются анализируемые объекты, достаточно однородна, что и используется для компенсации искажений. По значениям яркости участков подложки, считая для них постоянным значения μ, h и χ несложно оценить интенсивность J_0 для участков подложки, и, проинтерполировав значения этой интенсивности для всего снимка, скорректировать соответствующим образом значения яркостей для всех пикселов снимка.

Искажения, вызванные геометрией съемки, могут повлечь за собой искажения как размеров объектов, так и характеристик их внутренних деталей: в случае зерновок это могут быть относительные размеры зародыша, интенсивность механических повреждений и т.д. В работах М.В. Архипова, Л.П. Великанова и др. для решения этой проблемы предлагается использовать цилиндрическую или сферическую поверхность для наклейки объектов. К сожалению, выполнение такого требования достаточно трудоемко и чаще всего затруднительно по технологическим причинам. Поэтому в качестве решения этой проблемы представляется целесообразным реализовать программно геометрические преобразования изображения, компенсирующие искажения размеров объектов в зависимости от их расстояния от источника излучения.

Еще одним видом оптических искажений является наличие на снимке яркостных артефактов износа и прочих дефектов чувствительных пластин (на рентгенограммах это выглядит как очень яркие точки, полоски, бороздки и т.д.) В процессе исследования данной задачи получен метод программного удаления данных артефактов, включающий их обнаружение, основанное на высокочастотной цифровой фильтрации образа и последующую билинейной интерполяцией внутренних областей обнаруженных яркостных артефактов для их удаления со снимка.

Анализ исправленного снимка; выделение объектов. В силу упомянутой пространственной неравномерности потока излучения при съемке, выделение объектов на снимке производится итеративно с уточнением параметров светового потока на каждом шаге. При этом области объектов задаются построчно кодами длин серий с заданием между ними отношения смежности по вертикали. Таким образом, данные коды длин серий можно рассматривать как неориентированный граф, а задачу выделения отдельных объектов на снимке целесообразно решать как задачу выделения компонент связности неориентированного графа. Для численного решения этой задачи был разработан и программно реализован достаточно эффективный и быстрый численный метод.

После того, как объекты выделены, необходимо определить пространственную ориентацию объекта. Для этого есть несколько распространенных способов, в частности, для зерновок, в силу их формы, идеально подходит способ, основанный на построении для каждой из них эллипсоида инерции. Для дальнейшего анализа зерновки можно развернуть по главным осям эллипсоида инерции. Для зерновок пшеницы на основе их контурных характеристик показана также возможность выделения зоны зародыша.

Анализ интроскопических характеристик зерновки. Трещиноватость. Одной из важных интроскопических характеристик зерновки, обнаруживаемых рентгенографическим методом, является скрытая травмированность (трещиноватость). На основе анализа градиентов функции яркости можно предложить ряд достаточно надежных методов автоматического выявления областей трещин по оцифрованному снимку как узких темных полос на эндосперме. При этом адекватным количественным показателем скрытой травмированности T можно считать суммарное падение яркости по всем точкам трещин с некоторым масштабирующим множителем, зависящим от площади фронтальной проекции зерновки. На рис. 1 приведены изображения зерновок с различными значениями показателя T. Можно видеть, что вычисленные автоматически значения уровня скрытой травмированности хорошо согласуются и с визуальной оценкой трещиноватости зерновок.

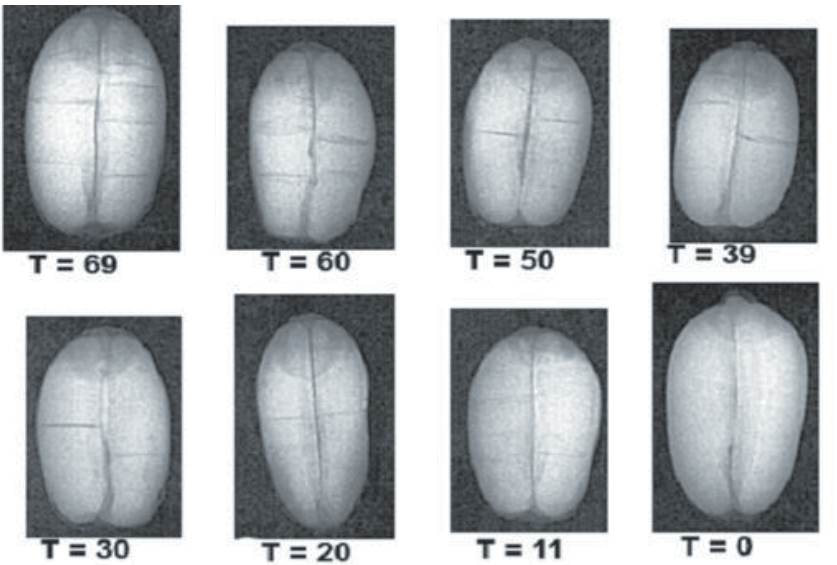


Рис. 1. Зерновки с различными степенями скрытой травмированности

Анализ интроскопических характеристик зерновки; нахождение и оценка крупных дефектов зерновки. В общем виде локализация и анализ крупных дефектов зерновки производится следующим образом. По контуру зерновки и значениям яркости в опорных точках ее внутренности проводится реконструкция образа зерновки без дефектов, затем потенциально дефектные области отделяются как участки наибольшего отклонения от реконструированного нормального образа. Такой подход позволяет не только локализовать дефектные области, но и измерить их количественную характеристику (мощность дефекта) как суммарное отклонение яркости от построенного эталона, масштабированное по суммарной яркости зерновки.

Для выделенных аномальных областей вычисляется ряд характеристик, таких как показатели яркостной резкости контура дефекта, величина падения яркости и ее дисперсия в области дефекта, коэффициент формы дефекта, а также ряд нетривиальных характеристик, относящихся к геометрии аномальной области и ее локализации внутри объекта. Таким образом, задача

определения и классификации дефектов сводится к задаче классификации в пространстве данных признаков. Согласно численным экспериментам, данная задача может быть достаточно эффективно решена применением классификаторов байесовского типа и методов, основанных на технологии нейронных сетей.

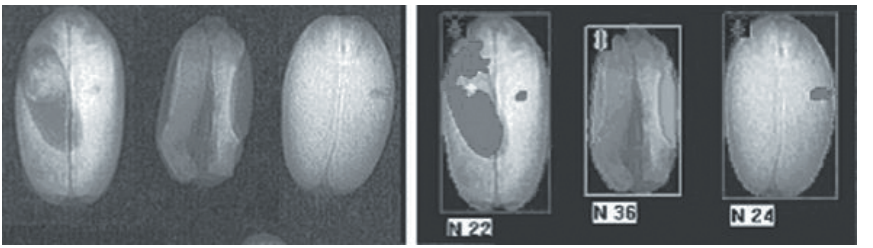


Рис. 2. Выявление крупных дефектов

Оценка партии по исследованной пробе. Количественные показатели. Получив значения интересующих показателей для каждой зерновки в отдельности, нетрудно вычислить соответствующие общие показатели для всей проанализированной выборки – средний размер зерновки, среднюю количественную характеристику скрытой травмированности, процентное содержание зерновок с тем или иным дефектом. Однако одной из конечных целей автоматического анализа пробы должна являться оценка данных характеристик не только для данной пробы, но и для всей партии в целом. Естественно, данную задачу целесообразно решать в предположении, что методика отбора проб обеспечивает достаточную репрезентативность выборки. Также необходимо определять достоверность такой оценки для анализируемой партии и достаточность накопленных в процессе анализа пробы данных для получения оценок требуемой достоверности.

Для показателей, оцениваемых количественно для каждой зерновки (размеры, степень скрытой травмированности и т.д.) данную задачу можно решить, вычисляя доверительные интервалы для данных параметров и считая оценку достоверной, если размеры получившихся доверительных интервалов не превосходят наперед заданных значений.

На рис. 3 проиллюстрирован пример анализа доверитель-

ных интервалов для показателя трещиноватости. Были проанализированы последовательно десять рентгенограмм, по сто зерновок в каждой. После каждой проанализированной рентгенограммы вычислялся размер доверительного интервала для данной рентгенограммы (верхний график) и для всего проанализированного массива данных, состоящего из текущей рентгенограммы и всех предыдущих (нижний график). Эмпирически установлено, что для показателя трещиноватости критическим значением размера доверительного интервала можно принять величину 0,1; как видно из графиков, для обеспечения требуемой достоверности оценки скрытой травмированности партии в данном случае достаточно проанализировать 7-8 рентгенограмм (700-800 зерновок).

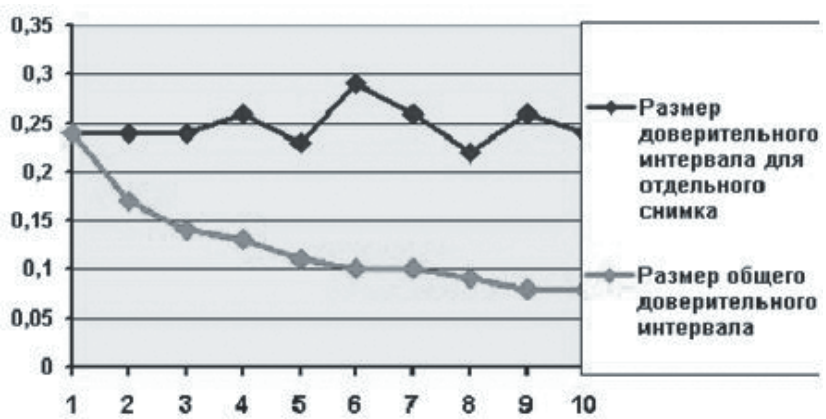


Рис. 3. Размеры суммарного и локального доверительных интервалов для показателя трещиноватости при последовательном анализе десяти рентгенограмм

Для оценки достоверности выборки также целесообразно контролировать однородность проанализированных рентгенограмм и считать результаты анализа достаточно достоверными, если данные проанализированных рентгенограмм удовлетворяют на заданном уровне значимости известным статистическим критериям однородности выборок (согласно экспериментам, достаточно адекватные результаты обеспечивает применение критерия однородности χ^2 на уровне значимости 0,05).

Оценка партии по исследованной пробе. Скрытая зараженность вредителями. По действующим в Российской Федерации нормативам характеристикой зараженности зерна вредителями является суммарная плотность зараженности (СПЗ), измеряемая в экземплярах (вредителей) на килограмм зерна. При этом для каждого вида вредителей установлены максимально допустимые уровни (МДУ) зараженности. Так, для насекомых, дающих скрытую зараженность, особенно эффективно выявляемую рентгенографическим методом, показатели МДУ составляют: для рисового долгоносика – 7,5 экз/кг, для амбарного долгоносика – 15 экз/кг. В силу очевидной корреляции между содержанием насекомых в зерне и количеством зерновок с выявленной рентгенографическим методом поврежденностью насекомыми, данный показатель можно рассматривать в той же терминологии (понимая под СПЗ количество поврежденных вредителями зерновок) и с теми же значениями МДУ.

Для оценки зараженности партии по проанализированной пробе выявление зараженных вредителями зерновок будем моделировать схемой независимых испытаний Бернулли. Считая долю зараженных зерновок в партии равной d_0 (очевидно, она равна отношению СПЗ к количеству зерновок в килограмме), вероятность обнаружения в пробе из N зерновок ровно m зараженных в этом случае равна $P(m,d_0)=C_N^m d_{0^m}(1-d_0)^{N-m}$, а вероятность встретить хотя бы одно: $P=\left(1-(1-d_0)^N\right)$. Используя данные выражения, несложно получить оценки точности рентгенографического метода выявления зараженности вредителями по данному количеству зерновок в пробе для различных фактических значений плотности заражения.

Подобный подход можно также использовать для оценки суммарной плотности заражения партии. Предположим, что из N проанализированных зерновок t оказались зараженными и рассмотрим задачу о том, не превышает ли СПЗ партии заданный уровень S. Данную задачу можно рассматривать как задачу проверки статистической гипотезы СПЗ = S против альтернативной СПЗ S. Используя известные критерии оценки успехов в испытаниях Бернулли, несложно получить, что суммарную плотность заражения можно считать не превышающей S

на уровне значимости α , если выполняется неравенство:

$$\frac{\frac{t}{N}-\frac{S\cdot M_{1000}}{1000^2}}{\sqrt{\frac{S\cdot M_{1000}}{1000^2}\cdot\left(1-\frac{S\cdot M_{1000}}{1000^2}\right)}}\cdot\sqrt{N}<\Phi^{-1}\left(\frac{1-2\cdot\alpha}{2}\right)$$

где M_{1000} - масса 1000 семян (в граммах), $\Phi(x)$ - интегральная функция Лапласа.

Заключение. Адекватный и эффективный программно-аппаратный комплекс всестороннего анализа семян (зерна) рентгенографическим методом – комплекс задач, для решения которых требуется системный подход и комплексное применение биологических, технических, компьютерных и математических методов. Предложенные методы позволяют эффективно решать данные задачи и применять рентгенографический метод в самых различных задачах оценки качества семян и зерна.

Список литературы

1. Архипов, М. В., Потрахов, Н. Н. Микрофокусная рентгенография растений. СПб: ГНУ АФИ РАСХН. 2008. – 192 с.

2. Белецкий, С. Л., Иванова, Е. В., Фешина, Т. В. Современные рентгендиагностические комплексы для экспресс-оценки качества сырья: сб. докладов научно-практического семинара «Практические аспекты исследования и мониторинга качества сырья и продуктов питания для обеспечения продовольственной безопасности России». М.: ФГУ НИИПХ Росрезерва, 2010. – С. 78-83.

3. Якушев, В. П, Архипов, М. В., Желудков, А. Г., Великанов, Л. П. Анализ качества семян по рентгенограмме с помощью ЭВМ. // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2001. – №1. С. 16-17.

4. Методика рентгенографии в земледелии и растениеводстве. (Архипов М. В., Алексеева Д. И., Батыгин Н. Ф. и др.) . М.: РАСХН. 2001. – 102 с.

УДК 633.367:631.5

С.В. Зверев, *д.т.н. (ВНИИ зерна РАСХН),* ***А.С. Цыгуткин***, *к.б.н. (РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева)*

S.V. Zverev *(Institute of grain, RAAS),* ***A.S. Tsygutkin*** *(RGAU-ICCA Timiryazev)*

ПОДГОТОВКА ЗЕРНА БЕЛОГО ЛЮПИНА К ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ

PREPARATION OF GRAIN WHITE LUPINE BY DEEP PROCESSING

В статье приводятся достоинства перспективной зернобобовой культуры люпин, его наиболее ценные сорта, продукты его переработки и рынок люпина; перечисляются возможные технологии переработки этой культуры и перспективное его применение.

Ключевые слова: зерно, люпин, белок, урожайность, вид, семена, антипитательное вещество, цена, соевый шрот, продукты переработки, технология.

The paper presents the merits of prospective legumes lupine, his most valuable varieties, its products and the market lupine; lists possible technology for the processing of this culture and its application perspective.

Keywords: grain, lupine protein, yield, view seeds, anti nutrient, the price of soybean meal, food processing technology.

Люпин – зернобобовая культура. К основным его достоинствам относят высокое содержание белка в зерне, по процентному соотношению и качеству сопоставимого с соей. Кроме того, по сравнению с соей, урожайность люпина выше, себестоимость его возделывания ниже, а ареал произрастания существенно продвинут на север. Отметим, что «мичуринцы» еще до люпина не

добрались и генномодифицированные сорта пока отсутствуют.

Из трех видов люпина (узколистный, желтый и белый) именно белый люпин селекции ФГОУ ВПО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева наиболее приспособлен к выращиванию в Центральном Черноземье, Среднем Поволжье, Северном Кавказе, южной части Нечернозёмной зоны. Это такие сорта как Старт, Мановицкий, Гамма, Дельта, Дега, Детер 1. Все они имеют зерновое направление [1].

Семена белого люпина сплюснутые, четырехугольные, с закругленными углами, розово-телесного цвета. Внешний вид зерна белого люпина сорта «Дега» представлен на рис.1, а некоторые его характеристики приведены в табл. 1.

Рис.1. Зерно белого люпина

Таблица 1. Некоторые физико-технологические ориентировочные параметры белого люпина сорта «Дега»

Показатель	Среднее значение
Масса 1000 зерен,г	233
Размеры, мм: ширина толщина	 9.4 4.4
Доля оболочки (по массе), %	14-19
Толщина оболочки, мм	0.27
Плотность (при влажности 9%), кг/м^3	1200
Насыпная плотность (при влажности 7-15%), кг/м^3	730-790
Плотность укладки на плоскость, кг/м^2	3.4
Содержание белка, %: в цельных зернах в ядре	 до 38 до 45

В зерне белого люпина содержится сырого протеина до 40%, сырого жира – 9%, сырой клетчатки – 11%.

Антипитательным веществом в люпине, лимитирующим его применение в кормопроизводстве, является алкалоиды (люпанин, люпинидин, гидроксилюпанин и т.п.). Наибольший интерес представляют малоалкалоидные сорта белого люпина (содержание алкалоидов менее 0,3%) и безалкалоидные, которые содержат алкалоидов меньше 0,025%, что позволяет использовать их в питании человека. На кормовые цели используют только люпин, отвечающий требованиям «ГОСТ 11321-89. Люпин кормовой. Требования при заготовках и поставках». В ГОСТе оговаривается не содержание алкалоидов, а ограничивается количество алкалоидных семян люпина (не более 3%). Определение алкалоидных семян люпина ведут по ГОСТу 12043.

На конец октября 2013 г. представление о ценах на белковые компоненты комбикормов дает рис. 2, где представлены коммерческие предложения (в которых были указаны содержания протеина и цена), взятые с сайта www.agroserver.ru.

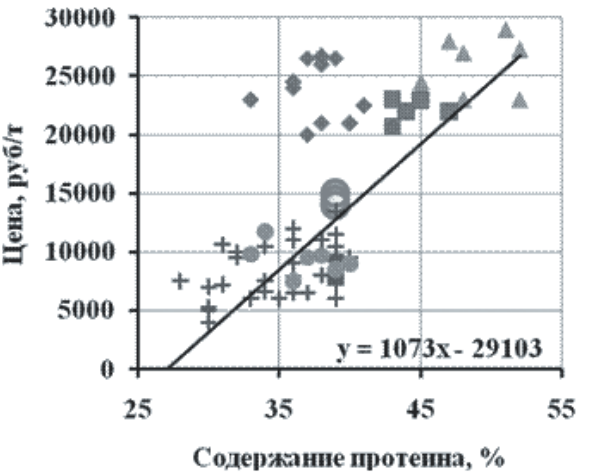


Рис.2. Усредненные цены (октября 2013 г.) на белковое сырье для комбикормов:
+ – шрот и жмых подсолнечника, ● – рапсовый шрот и жмых, ■ – соевый жмых, ▲ – соевый шрот, ♦ – полножирная соя, ○ – люпин

Как видно из рисунка, цена люпина на множестве «шрот и жмых подсолнечника – шрот и жмых рапса – люпин – жмых сои – шрот сои» укладывается в линейную зависимость «цена – содержание протеина». Цена колеблется в зависимости, в том числе, и от содержания протеина и увеличение его содержания на 1% повышает стоимость продукта на 1000 руб/т.

Следует заметить, что использование соевого шрота и жмыха в кормопроизводстве предполагает их тостирование, что требует дополнительных затрат, в то время, как люпин из-за низкого содержания ингибитора трипсина может вводиться без термообработки. Тем не менее, термообработка считается одним из способов повышения кормовой ценности зерна, в том числе и бобовых культур.

Предложено много методов термообработки – обжаривание, пропаривание, экструдирование, микронизация (ВТМ) и т.п. [2]. В любом случае процесс связан с повышением температуры продукта в некотором интервале времени. По вопросу целесообразности термообработки существует два мнения.

В качестве аргументов против термообработки приводятся следующие соображения:

• Тепловое воздействие (тем более с большой температурной экспозицией) приводит к разрушению ряда аминокислот.

• Частично инактивируется витаминный комплекс.

• Появляются дополнительные затраты.

• Гораздо больше аргументов за термообработку:

• Умеренная денатурация белка способствует более эффективному его усвоению у некоторых групп животных и птицы.

• Термообработка снижает растворимость белка, т.е. формирует так называемый «защищенный» белок с улучшенным показателем НРП (не растворяющийся в рубце протеин), что повышает эффективность его использования в рационах жвачных животных.

• Тепловое воздействие на углеводный комплекс способствует деструкции его компонент на более легко усвояемые формы.

• Имеет место обеззараживание семян.

• Наблюдается частичная инактивация антипитательных веществ, в частности, алкалоидов в люпине (до 30%).

• Улучшается вкус и запах, вследствие чего – поедаемость корма.

В конечном итоге, вопрос об эффективности использования термообработанного люпина в кормопроизводстве должен решаться зоотехниками по результатам сравнительных экспериментов в кормлении животных или технологами, если это производство продуктов питания.

Оболочки зерна белого люпина составляют до 20%, поэтому их удаление позволяет приблизить содержание белка в продукте к 50%.

Процесс шелушения включает ряд операций, в частности, дробление, пневмо- и ситовое сепарирование.

На рис. 3 показаны продукты первичной переработки белого люпина, полученные по технологии мукомольно-крупянного производства.

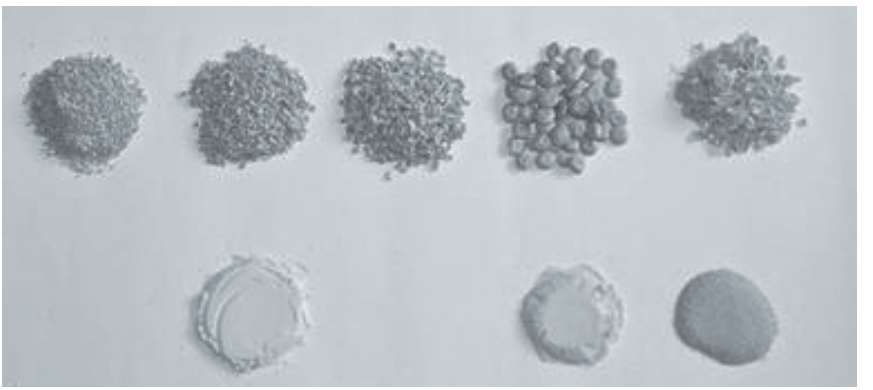


Рис. 3. Продукты первичной переработки зерна белого люпина сорта «Дега»: верхний ряд (справа налево) – оболочки, цельное зерно, крупка различных фракций; нижний ряд – мука из оболочек, цельного зерна, крупки

К настоящему времени во ВНИИ зерна РАСХН отработано несколько вариантов подобной технологии с использованием вальцевых, молотковых и центробежных дробилок [3].

Для снижения содержания алкалоидов в продуктах, включающих люпин, необходимо снизить его концентрацию в зерне. Это возможно несколькими способами:

• Селекционным. Созданием безалкалоидных сортов (сладкий люпин).

• Технологическим. Удалением или инактивацией, например, в простейшем случае вымачиванием [4].

Другим способом нормирования содержания алкалоидов может являться регламентирование дозировки добавок цельнолюпиновых компонент в комбинированные продукты.

Учитывая, что имеющиеся технологические методы снижения уровня алкалоидов нерациональны, то при отсутствии сортов сладкого белого люпина последний способ использования низкоалкалоидного люпина остается единственным.

По аналогии с соевыми продуктами, можно представить набор полуфабрикатов и продуктов из люпина. Схема одного из вариантов такого набора дана на рис. 4.

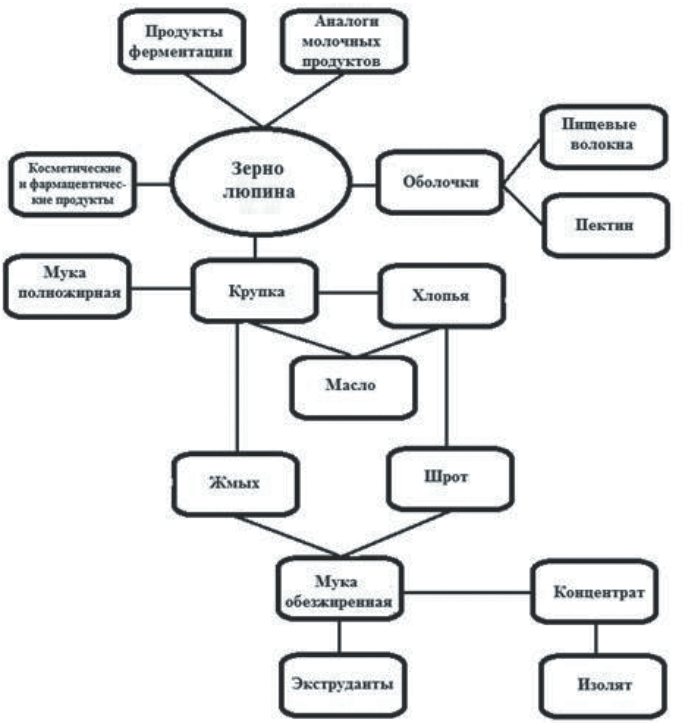


Рис. 4. Полуфабрикаты и продукты из зерна люпина

Наибольшие перспективы применения, к настоящему времени, имеет люпиновая мука в качестве пищевой добавки в хлебопекарные, кондитерские и мясные изделия, что позволяет обогатить их белком и пищевыми волокнами, заменить часть яиц, жиров и эмульгаторов, улучшить вкус, текстуру, выявить цвет, повысить влагоудерживающую способность. Обратили внимание на зерно люпина и его оболочки разработчики функционального и детского питания. Масло люпина используется в фармацевтической и косметической промышленностях. Апробированы технологии получения белковых концентратов и изолятов [5].

Список литературы

1. Цыгуткин, А. С., Зверев, С. В. Белый люпин как сельскохозяйственная культура. «Хранение и переработка зерна», 2014, №4.
2. Зверев, С. В., Сесикашвили, О. Ш., Буллах, Ю. Г. Соя. Свойства. Термообработка. Использование. – Кутаиси: Из-во гос. университета Акакия Церетели, 2013.
3. Зверев, С. В., Цыгуткин, А. С. Первичная переработка зерна белого люпина. 27.05.14. Современный фермер, 2014, №8.
4. Косолапов, В. М., Фицев, А. И., Гаганов, А. П., Мамаев, М. В. Горох, люпин, вика, бобы: оценки и использование в кормлении сельскохозяйственных животных. М.: ООО «Угрешская типография», 2009.
5. Зверев, С. В., Панкратьева, И. А., Цыгуткин, А. С., Штеле, А. Л. Люпин в народном хозяйстве. «Хранение и переработка зерна», 2014, №5.

УДК: 664.724:632.1/.7

***Е.Ф. Когтева**, к.т.н. ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

***E.F. Kogteva**. Federal State Institution Scientific Research Institute for storing Rosrezerva*

СОВРЕМЕННЫЕ МЕРЫ БОРЬБЫ С ВРЕДИТЕЛЯМИ ХЛЕБНЫХ ЗАПАСОВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

MODERN PEST MANAGEMENT OF GRAIN STOCKS IN RUSSIA AND ABROAD

В статье приведены научные данные, связанные с решением ряда вопросов в поиске альтернативы бромметилу и традиционным средствам дезинсекции – инсектицидам для исключения потерь зерна от вредителей хлебных запасов.

Ключевые слова: альтернатива, инсектициды, дезинсекция, фумигация, озон, норма расхода, экспозиция, эффективность, дегазация, элеватор, мельница, зерно и зернопродукты, вредители хлебных запасов.

The article presents the scientific evidence related to a number of issues in the search for alternatives for methyl bromide and traditional means of disinfestation – insecticides to avoid grain losses from pests of grain stocks.

Keywords: alternative, insecticides, pest, fumigation, ozone, application rate, exposure, efficiency, degassing, elevator, mill, grain and grain products, grain pests.

Зерно, как нефть и газ, является стратегическим сырьем не только для России, но и для многих стран, поэтому вопросы, связанные с его рациональным использованием, являются приоритетными в национальной значимости.

В практике борьбы с вредителями хлебных запасов, начиная с 1930 г. и до 1995 г., бромметил был одним из основных

фумигантов для зерна и зернопродуктов, в складах, на элеваторах, в мельницах и т.п. Однако в 1992 г. было установлено, что бромметил оказывает разрушающее воздействие на озоновый слой Земли, поэтому Монреальским протоколом [1] с 1995 г. было заморожено его применение, а с 2005 г. он был выведен из обращения в развитых странах. Из «Государственного каталога пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» [2], бромметил был исключен в 2006 г.

После 1995 г. для дезинсекции зерна и зернопродуктов во многих странах бромметил стали заменять газом фосфин, который генерируется из таблеточных форм фосфидов металлов. В Россию также в массовом количестве стали поступать фосфинные препараты. Однако эти препараты имеют ряд неудобств. В первую очередь это связано с необходимостью вывода предприятий из эксплуатации на срок более 5 суток. Фосфин мало эффективен в отношении хлебных клещей, которые часто заселяют зерно и зернопродукты. Фосфин корродирует медь, и нередко после фумигации фосфином на предприятиях отмечается выход из строя электронных систем (компьютеры, автоматика и т.п.). Более того, во многих странах в связи с частым применением фосфина появились резистентные к нему популяции насекомых.

Возникшие проблемы поставили перед учеными задачу искать альтернативы бромметилу и фосфину. Ведущие исследовательские центры ряда стран с середины 90-х годов 20 века развернули исследования в этих направлениях. Основные итоги этих работ за рубежом были сообщены на 8-й Технической Конференции «Фумиганты и феромоны», которая состоялась 6-8 марта 2007 г. в г. Бремен (Германия) [3]. В России исследования в этом направлении были сосредоточены, главным образом, в ГНУ ВНИИЗ РАСХН.

Задача была успешно решена и результатами научных изысканий стали ряд зарубежных и отечественных разработок. Сначала – о трех работах, выполненных в США, Канаде, Австралии и ряде европейских стран.

Первая технология связана с термической дезинсекцией мельниц и других помещений. С помощью мощных теплогенера-

торов в помещения нагнетают нагретый воздух с тем, чтобы внутри поддерживать температуру на уровне 55ºС в течение 24-29 ч.

Так, в Канаде, при термической дезинсекции дверной проем в мельницу заделывали фанерой и через отверстие в фанере по патрубку из полимера нагретый воздух нагнетали внутрь мельницы. При такой обработке одной из мельниц объемом 10000 м^3 использовали 7 теплогенераторов на основе сжиженного пропана с общей тепловой мощностью от 260 до 5800 кВт и общей производительностью вентиляторов 3000 м^3/мин. Гибель насекомых составила 94-100%. В процессе дезинсекции было израсходовано 10,5 м^3 пропана стоимостью 6000 канадских долларов, что составляло на тот период времени порядка 140 000 руб.

Вторая технология предполагает комбинированную обработку помещений. Сначала воздух в помещении быстро нагревают до 30-33ºС и одновременно туда подают углекислый газ, чтобы концентрация его в воздухе достигла 5%. При таких условиях насекомые резко увеличивают интенсивность дыхания. Сразу же за этим в помещение из баллонов нагнетают газ «ECO$_2$FUME», представляющий собой смесь фосфина PH$_3$ (2%) и углекислого газа CO$_2$ (98%). При этом концентрация фосфина в воздухе помещения достигает всего 0,1 мл/м^3, что во много раз меньше, чем когда применяют один фосфин. Спустя 26 часов гибель насекомых в практических опытах достигала 99-100%.

Третья технология, используемая за рубежом, предусматривает фумигацию мельниц фтористым сульфурилом, выпускаемым в 50-литровых баллонах под торговым названием «ProFume». Его в виде газа распределяют по помещениям в определенных концентрациях.

В производственных экспериментах при достигнутых величинах показателя произведения концентрации на время экспозиции (ПКЭ) от 457 до 1280 г·ч/м^3 смертность мучных хрущаков в разных стадиях развития составляла от 35 до 99,6%.

В табл. 1 приведена затраты времени на дезинсекцию мельниц разными способами, описанными выше, а в табл. 2 указана их эффективность.

Таблица 1. Затраты времени на дезинсекцию мельниц разными способами

Способ дезинсекции	Количество обработанных мельниц	Время, ч			
		подготовительные работы	обработка	заключительные работы	вывод мельницы из эксплуатации
Нагрев	3	5-26	24-29	2-12	34-80
Комбинированный	2	7-51	26	4-12	52-92
Фтористый сульфурил	6	14-36	14-30	6-46	67-104
Бромистый метил	11	6-41	24-34	4-12	46-101
Фосфин (нормативы РФ)	-	24	72-120	24	120-168

Таблица 2. Эффективность дезинсекции мельниц разными способами

Способ дезинсекции	Температура в мельницах, °С	ПКЭ, г•ч/м^3	Время полупотери газа, ч	Смертность мучных хрущаков, %	
				жуки	яйца, личинки, куколки
Нагрев	50-57	-	-	94-100	99,6-100
Комбинированный	33	-	-	100	99
Фтористый сульфурил	20-32	457-1280	3-6	100	35-99,6
Бромистый метил	16-40	108-443	1-12	100	99,8-100
Фосфин (нормативы РФ)	15-25	7-25	-	99,9	99,9

В России проводили разработки других альтернативных технологий. Одна из них предполагает консервирование зерна жидкими инсектоакарицидами контактного действия. Однократная обработка приводит к гибели комплекса вредителей и обеспечивает защиту зерна от повторного заражения ими в течение нескольких месяцев. Специальные пневматические распылители инсектицидов (ПРИ) устанавливают в самотеках в технологических линиях элеваторов или складов. Обработка зерна ведется в потоке любой производительности. Десятки элеваторов и хлебоприемных предприятий уже применяют эту технологию.

Для мельниц и зернохранилищ также отработана и широко применяется на практике технология дезинсекции холодным туманом инсектоакарицидов. Специальные генераторы холодного тумана (например, *HARRICANE)* разбивают жидкий препарат на капли размером 20-30 мкм и распределяют его равномерно по всему помещению. Капли витают в воздухе в течение нескольких часов, сталкиваются друг с другом, укрупняются и оседают на поверхности. При такой обработке насекомые и клещи погибают через сутки-двое.

Для сигнализации, учета численности и массового отлова бабочек на предприятиях и в складах применяют половые феромоны огневок. Феромон – это химическое соединение, вырабатываемое и выделяемое в окружающую среду живым организмом и вызывающее поведенческую реакцию у воспринимающих особей того же биологического вида.

Аналог полового феромона входит в состав клеевой ловушки, которая удаляет из помещения самцов бабочек огневок, тем самым создавая самцовый вакуум. В результате происходит снижение численности огневки.

Использование клеевых ловушек позволяет снизить численность огневок во втором поколении на 92%. В табл. 3 показана эффективность действия клеевых ловушек в отношении огневок, наиболее часто встречаемых на предприятиях по хранению и переработке зерна и зернопродуктов, а также в складах с готовой продукцией: мельничной огневки (*Ephestia kuhniella (Z.)),* зерновой огневки *(Ephestia elutella (H.)),* сухофруктовой огневки *(Ephestia cautella (Wlk.))* и южной огневки (*Plodia interpunctella (H.)).*

Таблица 3. Эффективность клеевой ловушки в отношении огневок

Поколения бабочек	Количество бабочек в помещении, экз.		Снижение численности популяции, %
	ловушка с феромоном	ловушка без феромона	
0 (родители)	10	10	0
1	23	140	84
2	70	910	92

Применение клеевых ловушек позволяет сигнализировать появление мельничной, южной и других видов огневок, облегчает поиск очагов заражения огневками, даже если эти очаги находятся внутри оборудования и скрыты от глаз, и поддерживать численность популяций огневок внутри защищаемого объекта на низком, хозяйственно незначимом уровне, а также дает возможность исключить или сократить количество химических обработок.

Еще одна разработка, как альтернатива бромметилу и фосфину, была основана на использовании озона.

В России существующие истребительные меры борьбы с вредителями зерна и зернопродуктов выполнялись с применением газообразных (фосфин) и жидких инсектицидов. Однако использование для этих целей инсектицидов связано с рядом негативных последствий. Инсектициды надо производить на заводах, хранить, перевозить к месту обработки. Инсектициды загрязняют окружающую среду и продукты питания. Поэтому к 2008 г. ученые института ГНУ ВНИИЗ РАСХН совместно с ЗАО «Московские озонаторы» и Высоковольтный научно-исследовательский центр – филиала ГУП ВЭИ г. Истра решили ряд задач по исключению этих негативных последствий и поиску альтернативы инсектицидам для исключения потерь зерна от вредителей хлебных запасов, разработав основы озоновой дезинсекции.

[4] Озон вырабатывался специальными генераторами из кислорода непосредственно в месте применения, поэтому исключались затраты на его приобретение у производителя,

транспортировку и хранение. Так как озон самопроизвольно распадался на кислород, то он не загрязнял окружающую среду и продукты питания.

Целью работы российских ученых являлась разработка режимов и технологии озоновой дезинсекции зерна, зернопродуктов и помещений зерноперерабатывающих предприятий и оборудования для ее реализации.

В течение пяти лет были тщательно проработаны вопросы отклика насекомых и клещей на воздействие озона, а также влияние озона на технологические показатели и семенные свойства зерна. Разработаны режимы дезинсекции зерна озоном, а также разработано специализированное дезинсекционное оборудование. Комплекс теоретических и экспериментальных исследований завершился созданием технологии озоновой дезинсекции и мобильного озонового комплекса (МОК). Испытания технологии озоновой дезинсекции и МОК в производственных условиях на экспериментальной мельнице ГНУ ВНИИЗ РАСХН, на элеваторах Мелькомбината № 3 в г. Москве и Славянского комбината хлебопродуктов в Краснодарском крае подтвердили высокую эффективность озоновой дезинсекции, достигающую 97,4-100%.

В сконцентрированном виде основные результаты исследований сводятся к следующему.

[4] Озон в концентрациях от 0,02 до 1,45 г/м^3 поражает организм насекомых и клещей – вредителей хранящегося зерна.

Биологическая активность озона, оцененная выживанием, парализацией, смертностью и способностью к репродукции вредителей, зависит от вида вредителя, стадии его развития, концентрации озона, продолжительности воздействия, температуры и влажности зерна.

При низких концентрациях озона для уничтожения насекомых требуется большая экспозиция обработки. После нее отмечается скрытый период поражения, длящийся 1-2 суток, когда обработанные озоном насекомые внешне не отличаются от контрольных. При высоких концентрациях озона насекомые сразу погибают после короткого времени экспозиции, составляющего от нескольких минут до нескольких часов.

Для получения одинакового эффекта поражения насекомых в диапазоне температуры от 0 до 35ºС при одной и той же концентрации озона требуется примерно вдвое увеличивать время экспозиции с понижением температуры на каждые 10°С.

В зерне сухом озон примерно в 1,3 раза биологически более активен в отношении вредителей, чем в зерне средней сухости, влажном и сыром.

Результаты воздействия озона на микрофлору зерна следующие: при обработке сухого зерна пшеницы озоном в разных концентрациях в пределах от 2 до 50 г/м^3 наблюдалось умеренное обезвреживание зерна от основных групп микроорганизмов. Максимальное обезвреживание от спорообразующих бактерий составило 59%, от плесневых грибов – 78% [4].

Устойчивость микроорганизмов зерна к действию озона убывала следующим образом: спорообразующие бактерии > плесневые грибы > КМАФАнМ. Зависимость доза-эффект слабо проявлялась при озонировании сухого зерна [4].

Обработка увлажненного зерна существенно увеличивала биоцидное действие озона: обезвреживание его от споровых бактерий достигало 98,9%, от плесневых грибов – 99,4%. При хранении увлажненного зерна эффект обезвреживания сохранялся, а по плесневым грибам даже нарастал.

Обработка озоном (норма расхода – 0,8 г/м^3, экспозиция – 9 ч) приводила к сокращению на 50 % внутренней зараженности зерна плесневыми грибами. Наиболее устойчивым к действию озона был гриб *A. glaucus*. Количество потенциально токсигенного гриба *A. Flavus* в зерне снижалось на 50 %.

Обработка озоном (норма расхода – 0,8 г/м^3, экспозиция – 9 ч) не влияла на такие технологические показатели как количество сырой и сухой клейковины зерна пшеницы, но несколько укрепляла клейковину (на 10-12 усл.ед. прибора ИДК-3М). Хлеб, выпеченный из муки, полученной из озонированного зерна, не отличался от хлеба, выпеченного из муки, полученной из контрольного (не озонированного) зерна [4].

ВНИМАНИЕ! После озонирования мука становилась более светлой (на 6-9 усл.ед. прибора РЗ-БПЛ-Ц), но приобретала специфический посторонний запах, который передавал-

ся хлебу. Хлеб имел привкус металла. Специфический запах оставался и у рисовой крупы, обработанный озоном. Этот запах, сохранялся и в сваренной каше.

Есть предположение, что в связи с наличием такого устойчивого специфического запаха ученые за рубежом, которые ранее пропагандировали использование озонирования муки с целью повышения ее качества (переход муки по показателю белизна из 1 сорта в высший) отказались от озонирования муки.

На основании эти данных учеными был вынесен вердикт: **ОЗОНИРОВАНИЕ ЗЕРНОПРОДУКТОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ПИЩЕВЫХ ЦЕЛЕЙ, НЕ МОЖЕТ ИМЕТЬ ПЕРСПЕКТИВЫ** [4]**!**

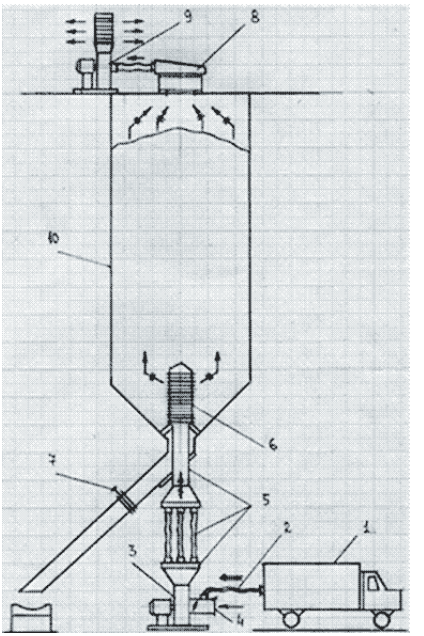
В ходе исследований озона, как альтернативы инсектицидам, было отмечено существенное увеличение энергии прорастания и всхожести семян пшеницы, ржи, тритикале, овса и ячменя после их озонирования, а также энергии прорастания и способности к прорастанию зерна ячменя для пивоварения (получения солода). Полученные результаты исследований позволили сделать российским ученым заключение, что обработка зерна озоном в низких концентрациях является перспективной для улучшения семенных свойств зерна (табл.4) [4].

Таблица 4. Влияние обработки озоном семян различных культур на их всхожесть (%) (концентрация 0,8 г/м^3, экспозиция 9 ч)

Культура	Среднее (x)		d_x
	контроль	опыт	
Озимая пшеница сорта им. Рапопорта	85,0	95,7	10,7
Озимая пшеница сорта Заря	94,0	98,7	4,7
Озимая пшеница сорта Мироновская 808	96,7	99,0	2,3
Рожь сорта Восход-2	72,7	88,3	14,3
Тритикале сорта Виктор	91,0	98,7	7,7
Овес	70,0	86,7	16,7
Ячмень сорта Зазерский 85	64,0	79,3	15,3

Примечание – оценка выборки с попарно связанными вариантами по W-критерию Вилкоксона: $W_ф=0$; $W_{0,05}=3$. Нулевая гипотеза отвергается. Различия между рядами контроля и опыта существенны

На рис. 1 представлена схема дезинсекции зерна озоновоздушной смесью в силосах элеваторов.



1 – мобильный озоновый комплекс; 2 – гибкий трубопровод подачи озона; 3 – вентилятор ВЦ5-35-4; 4 – всасывающий патрубок с регулирующей задвижкой подачи воздуха; 5 – устройство подачи озоновоздушной смеси в силос элеватора; 6 – устройство ввода озоновоздушной смеси в зерно; 7 – задвижка в выпускном трубопроводе зерна; 8 – деструктор озона; 9 – вентилятор деструктора; 10 – силос элеватора;
← воздух; <== озон; ←//— озоновоздушная смесь

Рис. 1. Принципиальная схема технологии озоновой дезинсекции зерна в силосах элеватора

На основании полученных данных учеными ГНУ ВНИИЗ РАСХН, совместно с коллегами по работе было определено, что процесс дезинсекции зерна озоном необходимо контролировать по величине показателя произведения концентрации на время экспозиции (ПКЭ).

Было установлено, что величина ПКЭ, равная 9 г·ч/м^3, обеспечивает гибель 95% популяции комплекса основных вредных

видов в имагинальной и преимагинальных стадиях развития в явной и скрытой формах зараженности зерна [4] (табл. 5).

Таблица 5. Режимы озоновой дезинсекции

Виды насекомых	Величина ПКЭ, г·ч/м^3
Жуки (явная форма зараженности зерна)	
Рисовый долгоносик	1
Амбарный долгоносик	1
Суринамский мукоед	3
Зерновой точильщик	5
Малый мучной хрущак	6
Яйца, личинки, куколки (скрытая форма зараженности зерна)	
Зерновой точильщик	8
Рисовый долгоносик	9

Специалистами ГНУ ВНИИЗ РАСХН (лаборатория защиты от вредителей и санитарной охраны зерна и зернопродуктов) проведены исследования динамики заполнения озоном пустых производственных помещений (табл. 6) и межзернового пространства, а также вывода озона из обрабатываемых объемов.

Таблица 6. Динамика процесса фумигации озоном производственной мельницы ГНУ ВНИИЗ

Время от начала подачи озона, ч	Концентрация озона, г/м^3	Величина ПКЭ, г·ч/м^3
1	0,14	0,1
6	0,36	1,4
12	0,34	3,6
21	0,37	6,6
26	0,32	8,3
27	0,13	8,5

Вывод озона из пустых помещений достигали путем самопроизвольного распада озона. В стендовых условиях после прекращения подачи озона в помещение он довольно быстро начинал распадаться. Через 15 мин. разложилось около 3%

озона, спустя час – более 30%, через 2 часа – 48%. По прошествии 6,5 часов озон не был обнаружен в стендовых условиях ни в одной точке внутри помещения. Учеными ГНУ ВНИИЗ РАСХН была предложена методика прогноза времени ожидания до полной дегазации свободных производственных помещений [4]. В табл. 7 приведены результаты самодегазации производственной мельницы ГНУ ВНИИЗ РАСХН.

Таблица 7. Самодегазация мельницы: $O_3 \rightarrow O_2$

Время после прекращения подачи озона в мельницу, ч	Концентрация озона, мг/м^3
0	316
1	126
2	0,028
14	0

При выполнении исследований по разработке основ озоновой дезинсекции абсолютно все виды работ проводились с учетом соблюдения норм и правил безопасности для людей. В таблицах 8-9 представлены данные по санитарному состоянию воздуха на соответствие предельно допустимым концентрациям озона при выполнении озоновой дезинсекции.

Таблица 8. Производственная мельница ГНУ ВНИИЗ РАСХН.

Санитарная обстановка в воздухе рабочей зоны (ПДК=0,1 мг/м^3) и атмосферы (ПДК=0,01 мг/м^3)

Точки измерения озона в воздухе	Концентрация озона, мг/м^3	
	во время экспозиции	во время дегазации
3 м от двери	0,03…0,96	0,45…0
5 м от двери	0…0,28	0,15…0
10 м от двери	Не обн.	Не обн.
20 м от двери	Не обн.	Не обн.
1 м от окон:		
запад	Не обн.	Не обн.
север	Не обн.	Не обн.
юг	Не обн.	Не обн.
восток	Не обн.	Не обн.

Таблица 9. Данные по гигиене труда при работе с озоном в стендовых и производственных условиях

Объект	Количество опытов	Концентрация озона, мг/м^3	
		внутри обрабатываемого объекта	в воздухе рабочей зоны
Стенд ВНИИЗ	21	160-8070	0
Пустой силос, Мелькомбинат № 3, г. Москва	19	40-480	0-0,07
Пустой силос, Славянский КХП	8	60-150	0,01-0,03
Силос с зерном, Мелькомбинат № 3, г. Москва	13	20-560	0-0,01

Примечание – ПДК озона в воздухе рабочей зоны – 0,1 мг/м^3

Итогом работы стало предложение регламентов (табл. 10) в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» по выполнению дезинсекционных мероприятий с применением озона.

Несмотря на то, что полученные результаты исследований убеждают в следующих достоинствах озонирования зерна и производственных помещений: экологическая чистота; отсутствие остатков ядов в зерновых продуктах; исключение хранения и перевозки ядов; высокий дезинсекционный эффект; нет необходимости перемещать зерно; подавление вредной и патогенной микрофлоры, включая споровые бактерии группы картофельной палочки; повышение посевных достоинств семян; сокращение сроков солодоращения и увеличение выхода солода; сокращение сроков дезинсекции производственных помещений до одних суток против 3-4 при использовании фосфина [4] – озон (а также МОК) не разрешен нормативными документами для применения в агропромышленном комплексе.

Таблица 10. Проект регламентов

Торговое название, препаративная форма, регистрант	Норма расхода	Обрабатываемый объект	Вредный объект	Способ, время обработки, особенности применения
Озон (100 %), ЗАО «Московские озонаторы»	Не менее 0,5 г/ч/м^3	Зерно-перерабатывающие предприятия	Насекомые и клещи – вредители запасов	Фумигация при температуре воздуха в помещениях выше 15°С путем постоянной подачи озона при норме расхода не менее 0,5 г/ч/м^3. Непрерывная рециркуляция озоновоздушной смеси внутри помещения с расходом воздуха около 2 м^3/ч на 1 м^3 объема помещения. Концентрация озона внутри объекта не менее 0,3 г/м^3. Время экспозиции не менее 30 часов или величина показателя произведения средней концентрации на время экспозиции (ПКЭ) не менее 9 г·ч/м^3. Время самодегазации не менее 2 ч. Допуск людей и загрузка складов и бункеров при концентрации озона в воздухе рабочей зоны не выше ПДК

Список литературы

1. МОНРЕАЛЬСКИЙ ПРОТОКОЛ 1987 ГОДА ПО ВЕЩЕСТВАМ, РАЗРУШАЮЩИМ ОЗОНОВЫЙ СЛОЙ 1987 года с корректировками, внесенными вторым Совещанием Сторон (Лондон, 27-29 июня 1990 года) и четвертым Совещанием Сторон (Копенгаген, 23-25 ноября 1992 г.), и дополнительно скорректированный Совещанием Сторон (Вена, 5-7 декабря 1995 г.) и с дополнительными корректировками, внесенными девятым Совещанием Сторон (Монреаль, 15-17 сентября 1997 г.).

2. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации.

3. По материалам 8-й Технической Конференции «Фумиганты и феромоны», (6-8 марта 2007 года в г. Бремен (Германия)).

4. Закладной, Г. А., Сорочинский, В. Ф., Когтева, Е. Ф., Львова, Л. С., Догадин, А. Л., Калашникова, Н. А., Кизленко, О. И. Разработка основ озоновой дезинсекции [Текст] / Монография к 80-летию ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии. Научные основы хранения и переработки зерна в современных условиях. М, 2008 г., Типография Россельхозакадемии, С. 97-103.

УДК 664.682:664.64:664.6:543.06:006.354

***Н.Б. Кондратьев**, д.т.н., **Т.В. Савенкова**, д.т.н., проф.*
ГНУ НИИ кондитерской промышленности

***N.B. Kondratyev**, **T.V. Savenkova**. Science Research Institute of the GNU confectionery industry*

К ВОПРОСУ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОХРАННОСТИ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

ON THE ISSUE OF FORECASTING PRESERVATION OF CONFECTIONERY

Прогнозирование сохранности кондитерских изделий проводится на основе закономерностей процессов окислительной порчи, влагопереноса и миграции жиров.

Установлена математическая зависимость срока годности кондитерских изделий с низкой влажностью от индукционного периода и массовой доли жира. Для понижения скорости окислительных процессов в кондитерских изделиях при хранении целесообразно при производстве использовать жиры с высокими значениями индукционного периода.

Для повышения сохранности кондитерских изделий, состоящих из нескольких частей, необходимо понижать скорость влагопереноса между частями и достижения оптимальной активности воды каждой части изделия.

Прогнозирование срока годности целесообразно проводить с использованием методик «ускоренного старения», позволяющих существенно сократить длительность исследований.

Ключевые слова: кондитерские изделия, сохранность, срок годности, окислительные процессы, индукционный период, массовая доля жира, активность воды, миграция влаги.

The prediction of preservation confectionery is based on regularities of the processes of oxidative damage, moisture transfer and migration of fat.

Mathematical relationship set expiration date confections with low humidity of the induction period and proportion of fat mass. To reduce the rate of oxidative processes in the confectionery during storage it is advisable to use in the production of fats with high values of the induction period.

To enhance the conservation of confectionery products, consisting of several parts must reduce the rate of moisture transfer between the parts and the optimum water activity of each of the products.

Prediction of shelf life is advantageously carried out using techniques «accelerated aging» to significantly reduce the duration of studies.

Keywords: confectionery, safety, shelf life, oxidative processes, the induction period, the mass fraction of fat, water activity, moisture migration.

Кондитерские изделия являются популярными среди потребителей. Печенье, галеты, крекер, пряники, кексы и торты, конфеты и шоколад относятся к таким изделиям. Они различаются по составу и физико-химическим свойствам. Для их производства используются многообразные технологии, предусматривающие применение различных видов сырья.

Разумеется, такие изделия обладают различными сроками годности. В многочисленных публикациях показано, что практически все изменения качества кондитерских изделий при хранении связаны с изменениями состояния жировой и/или водной фаз и происходят по трем основным взаимосвязанным направлениям: окислительные, микробиологические и физические процессы [1-4].

В процессе полного жизненного цикла кондитерских изделий происходят сложные физико-химические взаимодействия компонентов сырья, в том числе изменение состояния воды, микробиологические и ферментативные, окислительные процессы, а также реакции продуктов окисления с компонентами изделий. В зависимости от влажности и состава эти изменения происходят по разным направлениям и с различными скоростями.

Для изделий с массовой долей влаги менее 10% характерны процессы окислительной порчи, интенсивность которых зависит,

прежде всего, от состава использованных жиров, технологических параметров производства и от условий хранения.

Некоторые виды тортов и пирожных с массовой долей влаги более 20%, подвержены, в первую очередь, микробиологическим процессам, скорость которых зависит от исходной микробиологической обсемененностью и условий для роста микроорганизмов, таких как доступность влаги, характеризуемой показателем активность воды. В зависимости от свойств изделий (pH, микро- и макроэлементы, температура хранения и др.) создаются благоприятные условия для роста определенных видов микроорганизмов. За границами этих условий рост микроорганизмов существенно замедляется.

Задача прогнозирования изменений качества при хранении кондитерских изделий с массовой долей влаги от 10 до 20% сводится к определению наиболее вероятного направления развития и предотвращению развития нежелательных изменений.

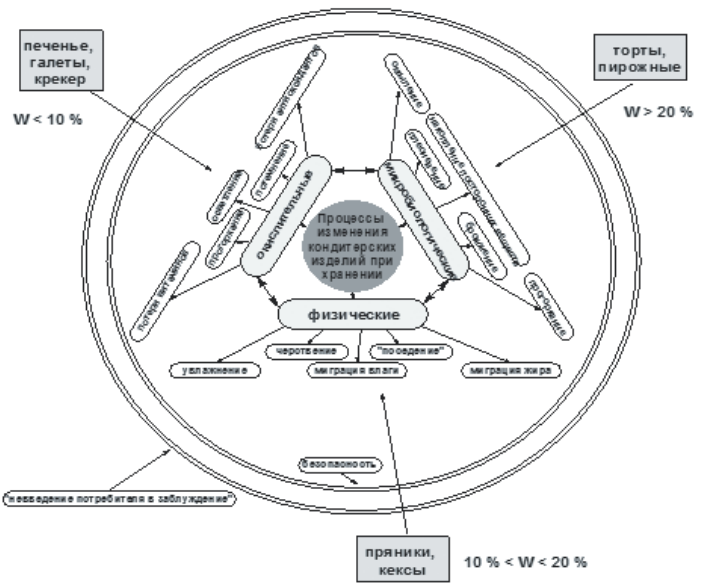


Рис. 1. Концептуальная схема изменения качества кондитерских изделий в процессе хранения

Сохранность (хранимоспособность, сохраняемость) – это базовое понятие, упорядоченное множество разнородных факторов при производстве и хранении продуктов, связанных между собой, образующих некоторое целостное единство. При разработке научного обоснования повышения сохранности кондитерских изделий необходимо установить закономерности изменения показателей качества в процессе хранения и воздействия качества жиров сырья и полуфабрикатов на изменения качества изделий при хранении; обосновать требования к сырьевым компонентам; разработать способы прогнозирования срока годности [5].

В основу методологии повышения сохранности многокомпонентных кондитерских систем заложен комплексный подход, основанный на изучении закономерностей процессов окислительной порчи и миграции жиров, влагопереноса и математическом описании взаимосвязи срока годности, показателей идентификации и окислительной порчи жиров изделий.

Срок годности является одним из составляющих элементов сохранности, формальной характеристикой для оценки качества кондитерских изделий потребителем (приобретателем).

Проблемы соответствия заявленного срока годности фактическому периоду сохранности качества инициируют разработку методик и обоснование показателей, характеризующих и прогнозирующих изменения качества кондитерских изделий.

В качестве одного из критериев для оценки окислительной стабильности используемых жиров может быть использован показатель индукционный период, определяемый по ГОСТ Р 53160 (ИСО 6886:2006) «Жиры и масла животные и растительные. Определение устойчивости к окислению (ускоренное испытание на окисление)».

При увеличении индукционного периода используемого жира, сроки годности изделий увеличиваются (рис. 2).

С целью прогнозирования сохранности мучных кондитерских изделий с низкой влажностью установлены закономерности влияния массовой доли и индукционного периода использованного жира на прогнозируемый срок годности. При увеличении массовой доли жира и уменьшении индукционного периода, срок годности изделий сокращается.

При разработке технологии кондитерских изделий с низкой влажностью с заданным (желаемым) сроком годности необходимо обосновать предельные показатели качества используемого жира, обеспечивающие сохранность изделий при длительном хранении (более 6 – 8 месяцев). После обоснования качества используемого жира и/или жиросодержащего сырья обязательным этапом такой работы является подтверждение прогнозируемого срока годности готовых изделий.

Рис. 2. Специфика индукционного периода

Одним из вопросов при усовершенствовании технологии производства печенья с заданным сроком годности является обоснование окислительной стабильности жира соответствующего этому сроку годности (рис. 3).

Рассчитываем величину индукционного периода для изделий с заданным сроком годности, выбираем жир из многообразия представленных на рынке, подтверждаем срок годности. Обязательным заключительным этапом корректировки технологии является подтверждение срока годности изделия [6].

Поскольку в последнее время для производства многих кондитерских изделий используется пальмовое масло, то оно и было использовано для проведения исследований. Индукционный период используемого пальмового масла находится в диапазоне от 8 до 12 часов (Rancimat, 120ºC).

Проведены исследования влияния массовой доли жира

и индукционного периода на ориентировочный срок годности мучных кондитерских изделий группы печенья (табл. 1).

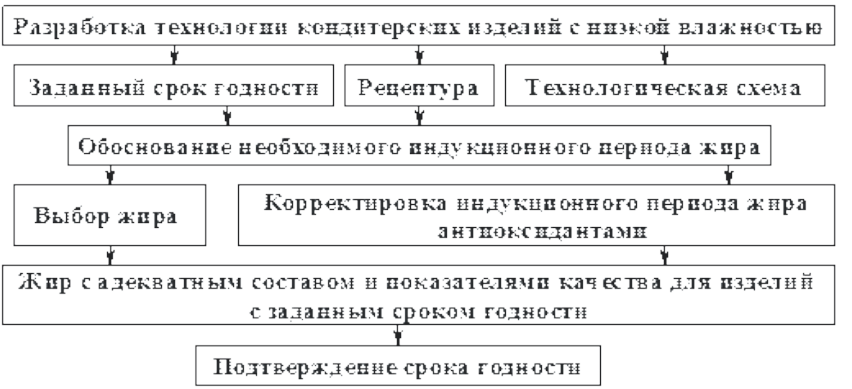


Рис. 3. Обоснование выбора жира для производства кондитерских изделий с низкой влажностью с заданным сроком годности

Таблица 1. Влияние массовой доли и индукционного периода жира на ориентировочный срок годности мучных изделий

Изделие	Массовая доля жира, %	Индукционный период, час, не менее	Ориентировочный срок годности, мес.
Галеты масло	4-5	10-12	9-10
Печенье Затяжное	10-12	10-12	4-6
Печенье сахарное	17-19	10-12	5-7
Печенье сдобное	23-25	30-35	6-7
Печенье сдобное	24-26	10-12	2-3

Массовая доля жира оказывает значительное влияние на сохранность кондитерских изделий [7]. На основе экспериментальных данных получена математическая зависимость срока годности печенья τ от массовой доли жира в печенье, позволяющая оценивать ориентировочные сроки годности мучных кондитерских изделий группы печенья, изготовленных на основе пальмового масла (рис. 4).

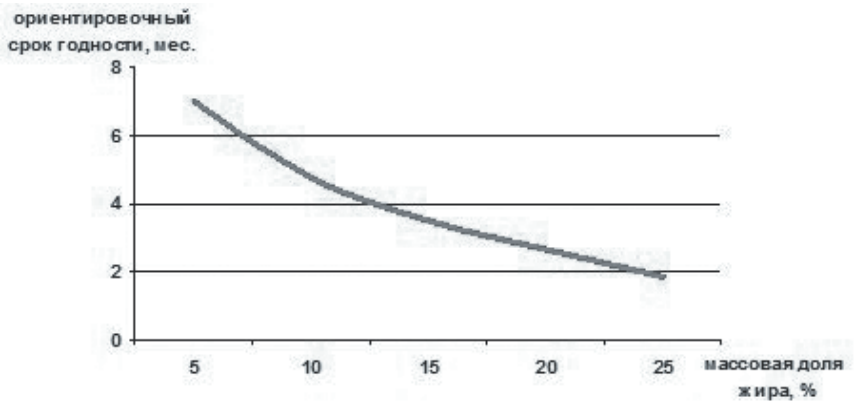


Рис. 4. Зависимость срока годности печенья от массовой доли жира

Математическая зависимость срока годности печенья от массовой доли жира с индукционным периодом 8 – 12 часов выражается следующей формулой:

$$\tau = -3{,}15 \, \mathrm{Ln}\,(m) + 12{,}05, \qquad (1)$$

где Т – индукционный период использованного жира, час. (120 ºС);

m – массовая доля жира в печенье, %.

Взаимосвязь жирнокислотного состава и состава токоферолов и окислительной стабильности липидов галет и шоколада оказывает влияние на динамику перекисного числа жировой фракции изделий в процессе их длительного хранения, что используется при прогнозировании сохранности изделий.

Для гарантии сохранности качества кондитерских изделий в течение всего срока их годности необходимо использовать сырье с соответствующими заданному сроку годности показателями качества.

Исследования целесообразно проводить с использованием методики «ускоренного старения», позволяющей существенно сократить длительность исследований.

Рецептурный состав сырья и особенности температурных

режимов оказывают превалирующее влияние на изменение индукционного периода жировой фракции кондитерских изделий в процессе хранения.

Многие методики «ускоренного старения» основаны на повышении температуры хранения. Некоторые изделия, например шоколад, при нагревании существенно изменяют свои потребительские свойства. Показатели окислительной стабильности шоколада можно оценивать на примере шоколадных масс (рис. 5).

Проведены исследования трех видов шоколадных масс в процессе хранения при температурах 20 и 50°С.

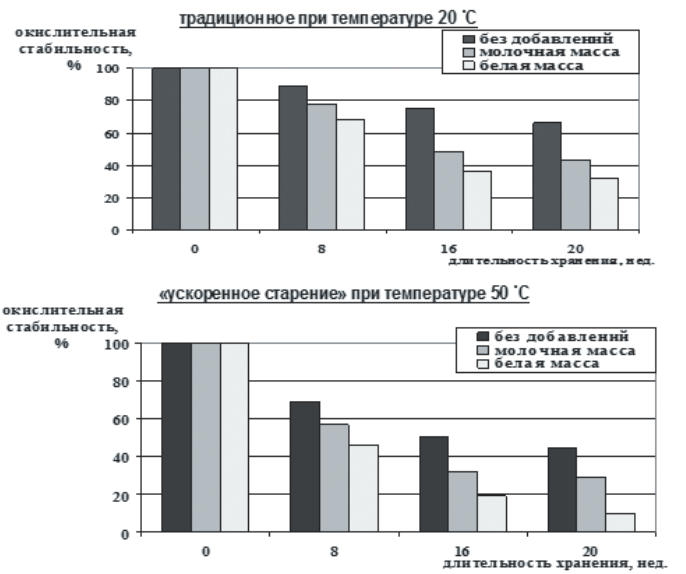


Рис. 5. Изменение окислительной стабильности жировой фракции шоколадных масс при хранении

За 20 месяцев хранения при температуре 20°С индукционный период жировой фракции шоколадной массы без добавлений уменьшился в 1,5 раза, молочной – в 2,5 , а белой – почти в 3 раза. Это объясняется различным содержанием природных токоферолов в сырьевых компонентах, использованных для производства шоколадных масс.

Установленные закономерности предопределили необходимость и возможность разработки методики прогнозирования шоколада.

Влияние состава различных видов шоколада и температурного фактора характеризуется изменением перекисного числа жировой фракции изделий. Добавления сухого молока, фундука или арахиса в шоколад увеличивают скорость окислительных процессов из-за повышения доли ненасыщенных легкоокисляющихся кислот.

При использовании методики «ускоренного старения» при температуре хранения 50°С, скорость окислительных процессов значительно увеличивается.

Результаты исследований качества в условиях «ускоренного старения» могут быть использованы в дальнейшем для прогнозирования изменения качества при создании новых рецептур и при оценке сроков годности.

Показано влияние качества жира на конечные показатели изделий. Например, при увеличении индукционного периода жировой фракции печенья с 10 до 35 часов, срок годности изделий повышается в 2 раза (рис. 6).

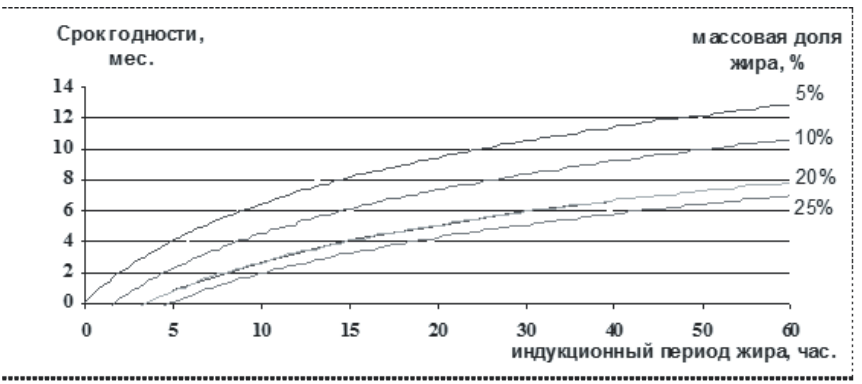


Рис. 6. Зависимость срока годности печенья от массовой доли и индукционного периода жира

В кондитерских изделий состоящих из нескольких полуфабрикатов возможны процессы влагопереноса, миграции жира, а также окислительные или микробиологические изменения. На-

правление и скорость этих процессов зависят от свойств каждого полуфабриката.

Многие наименования тортов и пирожных, состоящих из нескольких полуфабрикатов, относятся к скоропортящимся изделиям со сроком годности до 120 часов. Для таких изделий характерны процессы влагопереноса и микробиологические изменения (рис. 7).

При хранении таких изделий происходят активные процессы миграции влаги, которые приводят к равновесию активности воды различных частей изделий.

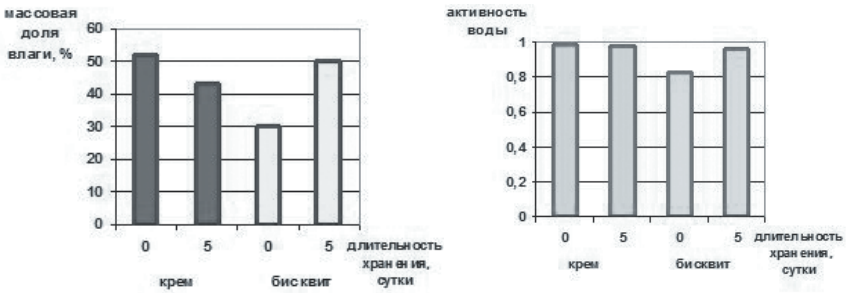


Рис. 7. Изменение массовой доли влаги и активности воды кондитерской системы с высокой влажностью, состоящей из двух частей

Стабилизация процессов влагопереноса между частями одного изделия обеспечивает снижение риска микробиологической порчи и скорости накопления перекисных соединений.

Предельное значение активности воды, выше которого возможно развитие опасных для здоровья человека микроорганизмов составляет 0,85–0,90. Поэтому, для повышения сохранности, а значит уменьшения риска микробиологической порчи и накопления перекисных соединений, необходимо понижение скорости влагопереноса между частями одной кондитерской системы путем понижения активности воды каждой части изделия до оптимального значения в диапазоне 0,7–0,8 и стабилизация процессов влагопереноса, обеспечивающаяся стабильной температурой хранения.

Для понижения скорости образования перекисных соединений в жировой фракции изделий при хранении целесообразно при производстве кондитерских изделий использовать жиры

с высокими значениями индукционного периода. Такие жиры не только понижают перекисное число, но также предотвращают быстрое прогоркание и способствуют сохранению витаминов и других биологически активных веществ.

Выявленные закономерности изменений качества используются для прогнозирования сохранности различных групп кондитерских изделий. Таким образом, развитие технологий связано, в первую очередь, с формированием форм связи влаги при производстве кондитерских изделий и изменения форм связи влаги в процессе их хранения при использовании различных упаковочных материалов, а также с разработкой технологических приемов, позволяющих управлять скоростью процессов влагопереноса.

Список литературы

1. Rahman M. Shafur, Labuza Theodore P. Water Activity and Food Preservation / Food Science and Technology, ed. by M. Shafur Rahman, New York: Marsel Dekker. – 1999. – P. 339-382.

2. Beuchat Larry R. Microbial Stability as Affected by Water Activity // Cereal Foods World – 1981. – Vol. 26. – №7. – P. 345-349.

3. Leung Henry K. Influence of Water Activity on Chemical Reactivity / Water Activity and Application in Food / Ed Rockland L.B. and Beuchat L.R.: Marsel Dekker, 1987. – P. 27-54.

4. Кондратьев, Н. Б. Причины порчи кондитерских изделий // Хлебопродукты. – 2012. – №8. – С. 54-55.

5. Голубева, Л. В. Хранимоспособность пищевых продуктов в сб. Теоретические основы пищевых технологий: в 2-х книгах. Книга 1/ Т33 Отв. Редактор В.А. Панфилов. – М.: КолосС. – 2009.– С. 1232.

6. Кондратьев, Н. Б., Аксенова, Л. М. Некоторые аспекты прогнозирования сохранности шоколада // Материалы всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы повышения конкурентоспособности продовольственного сырья и пищевых продуктов в условиях ВТО» / ГНУ ВНИИМС Россельхозакадемии 4-5 сентября 2013 г. – Углич.: Россельхозакадемия, 2013 – С. 133-134.

7. Кондратьев, Н. Б., Савенкова, Т. В. Влияние массовой доли жира на срок годности печенья // Хлебопродукты. – 2012. – № 11. – С. 46-47.

УДК 532.542

***И.А. Корольченко**, д.т.н., проф., **Ю.Н. Куц**, **В.Н. Юхторов**. ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

***I.A. Korolchenko**, **Y.N. Kutz**, **V.N. Yuhtorov**. Federal State Institution Scientific Research Institute for storing Rosrezerva*

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ИНФИЛЬТРАЦИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ГРУНТ С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ УСТРОЙСТВА ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ

PREDICTION OF OIL PRODUCTS IN SOIL INFILTRATION IN ORDER OPTIMIZE THE PROVISION OF DRAINAGE SYSTEMS

В результате анализа рассматриваемых явлений истечения и инфильтрации нефтепродуктов из аварийных резервуаров в грунт предложена методология оценки скорости просачивания жидкости при воздействии напора струи, а также при безнапорной фильтрации. Получены выражения, связывающие объемный расход фильтрующейся сквозь грунт жидкости с размерами накапливающейся под резервуаром «линзы».

Получены результаты расчета интенсивности инфильтрации нефтепродуктов из аварийных резервуаров в грунты с различными характеристиками. Определены ориентировочные размеры пятен в грунте с содержанием нефтепродукта в начальной стадии просачивания. Показана опасность миграции нефтепродукта за пределы территории объекта.

Ключевые слова: нефтепродукты, инфильтрация, грунт, моделирование процессов, дренажные системы.

As the result of considering flowing out from corroding reservoirs and infiltrating through soil of oil-products analyzing it was proposed the method for infiltrating liquid velocity under flow pres-

sure suggesting and without pressure infiltration estimating. There were obtaining the equations which are showing dependence between infiltrating through soil liquid volume issue velocity and the limits of rising volume of liquid under reservoir.

The calculating results of oil-products infiltrating through soil with various characteristics are obtained. Some limits of rising volume of oil-products at early period of infiltrating are determined. The hazard of oil-product flowing away through the borders of object is shown.

Keywords: oil-products, infiltration, soil, processes modeling, antidrenching systems.

При коррозионном повреждении резервуаров происходят аварийные потери нефтепродуктов в результате их истечения и инфильтрации в грунт промплощадки. Если резервуарный парк не оснащен автоматизированными системами контроля уровня налива нефтепродукта, его потери могут быть очень существенными. Образование сквозных коррозионных язв в металлической оболочке резервуара, приводящее к потере значительных количеств нефтепродукта, отмечено при эксплуатации хранилищ различных ведомств [1]. Оценкой коррозионной стойкости металлических оболочек резервуаров, вопросами снижения потерь продукции при хранении, локализацией возможных проливов занимаются достаточно давно. И, все-таки, из-за сложности описания рассматриваемых явлений методики расчетных оценок постоянно совершенствуются, так как они должны учитывать особенности инфраструктуры объектов и накапливающиеся при регулярных обследованиях новые данные. Для анализа периодически возникающих аварийных ситуаций с проливом хранимого продукта через коррозионные отверстия в резервуарах, формулирования эффективных способов поиска следов нефтепродукта в грунте и мероприятий по локализации потерь (расчет дренажных систем и т.п.) необходимо знать особенности инфильтрации жидкости в слои грунта при истечении ее из резервуара. Анализу этих задач и посвящена данная работа.

Оценка параметров, характеризующих процесс истечения из резервуаров, выполнялась в работе [1]. Время истечения жид-

кости из резервуара определяется при интегрировании следующего выражения [2]:

$$d\tau = -\frac{SdH}{\alpha S_0 \sqrt{2gH}}, \quad (1)$$

где S – площадь зеркала жидкости в резервуаре;

H – уровень жидкости над отверстием;

g – ускорение силы тяжести;

S_0 – суммарная характеристическая площадь сечения отверстий в резервуаре;

$\alpha = \varphi\varepsilon$ – коэффициент расхода;

φ – коэффициент скорости;

$\varepsilon = S_2 / S_0$ – коэффициент сжатия струи;

S_2 – площадь сжатого сечения струй.

После интегрирования формулы (1) с учетом сложной конфигурации некоторых резервуаров рассматриваемых объектов выполнены расчеты динамики истечения хранимой жидкости из резервуаров [1]. Полученные результаты сравнивались с данными об аварийных утечках нефтепродукта, что позволило оценить комплекс $\alpha S_0 = 1{,}4 \cdot 10^{-6}$. Эта величина использовалась в дальнейших расчетах.

Вопросы просачивания жидкостей через слой из твердых дисперсных частиц под действием напора рассмотрены в монографиях [2], [3]. Явление безнапорной фильтрации жидкости в грунтах различного состава описывается алгоритмами, изложенными в работе [4]. Кроме того, из курса гидравлики [5] известно, что при нормальном падении струи на твердую поверхность она будет оказывать давление на грунт практически в 2 раза больше гидростатического (см. формулу (2)).

$$P = 2\rho g f_1 H, \quad (2)$$

где ρ – плотность жидкости;

H – уровень жидкости над отверстием;

f_1 – площадь сечения струи.

С учетом этого можно предположить, что часть нефтепродукта будет проникать в грунт на определенную глубину под действием напора струи. В дальнейшем инфильтрация жидко-

сти в слои грунта будет происходить безнапорно в вертикальном и горизонтальном направлениях.

Расчеты выполнялись для керосина, данные по свойствам которого взяты из справочника [6]. С учетом календарного промежутка, в который отмечались рассматриваемые инциденты с резервуаром, и климатических особенностей региона [7] приняты следующие величины параметров: плотность жидкости ρ составляет 780 кг/м^3; кинематическая вязкость равна $2 \cdot 10^{-6}$ м^2/с.

Со свойствами грунта определиться сложнее. Его характеристики уточнялись в результате расчетов. Просачивание или фильтрация жидкости через пористую среду под действием перепада давлений описывается следующим образом [2]:

$$\Delta P = \lambda \frac{l}{d_э} \cdot \frac{\rho \varpi^2}{2}, \qquad (3)$$

где ΔP – перепад давлений по высоте слоя;

λ – коэффициент сопротивления слоя;

l – длина канала пор в слое;

$d_э$ – эквивалентный диаметр проходного сечения пор;

ϖ – действительная скорость движения жидкости.

$$d_э = \frac{4\varepsilon}{a} = \frac{2\Phi\varepsilon d}{3(1-\varepsilon)}, \qquad (4)$$

где ε – порозность слоя грунта;

α – удельная поверхность слоя, м^2/м^3;

d – диаметр шара, эквивалентного усредненной частице грунта;

Φ – фактор формы.

С учетом выражения (4) формула (3) преобразовывается к виду

$$\Delta P = \lambda \frac{3(1-\varepsilon)}{2\varepsilon^3 \Phi} \cdot \frac{H}{d} \cdot \frac{\rho \varpi_0^2}{2}, \qquad (5)$$

где $\varpi_0 = \varpi\varepsilon$ – фиктивная скорость движения жидкости в слое;

H – высота слоя.

Для всех режимов просачивания жидкости коэффициент сопротивления слоя может оцениваться следующим образом [2]:

$$\lambda = \frac{133}{Re} + 2{,}34, \qquad (6)$$

где $Re = \frac{\varpi \, d_э}{\nu}$ – критерий Рейнольдса.

Для оценки режима просачивания жидкости под напором воспользуемся данными справочника [3], согласно которому грунт из активированного глинозема (усредненный размер частиц d составляет $2 \cdot 10^{-3}$ м) имеет порозность $\varepsilon = 0{,}5$ и коэффициент формы $\varphi = 1/\Phi^2 = 0{,}68$. Откуда следует, что величина фактора формы Φ равна 0,707. Эквивалентный диаметр проходного сечения пор оценивается по формуле (4) приближенно в 0,94 мм. Удельная поверхность рассматриваемого диспергированного грунта a составляет 2120,9 м^2/м^3.

Зная фактическую скорость движения жидкости в слое, с помощью формул (4) – (6) можно определить коэффициент сопротивления грунта и предельную глубину просачивания нефтепродукта под действием напора. Оценка скорости просачивания может выполняться экспериментально. Мы это сделаем с помощью анализа известных гидрологам [4] данных о коэффициентах фильтрации k грунтов различного типа. Расход жидкости при ламинарной фильтрации в грунте может быть определен по закону Дарси [4]:

$$Q = k \, F \, \frac{h_f}{L} = k \, F \, J \qquad (7)$$

где F – площадь сечения фильтрующего слоя;

$h_f = H_1 - H_2$ – потеря напора в различных сечениях фильтрующего слоя;

L – протяженность слоя, на которой происходит потеря напора;

J – гидравлический уклон.

Границы применимости формул Дарси определяют с помощью выражения [4], характеризующего критическую скорость фильтрации (верхняя граница для ламинарного режима):

$$w_к = \frac{\nu\left(0{,}75\,\varepsilon + 0{,}23\right)\cdot N}{d}, \qquad (8)$$

где величина N принимается от 7 до 9.

Для вышепринятых свойств грунта критическая скорость фильтрации (при $N = 7$) составляет 0,00423 м/с.

Для плавноизменяющегося движения градиент напора по длине уклона определяет величину J следующим образом [4]:

$$J = -\frac{dH}{dl}. \qquad (9)$$

В этом случае действует формула Дюпюи

$$\mathrm{w} = -k\,\frac{dH}{dl}. \qquad (10)$$

Формула (7) преобразуется к

$$Q = -k\,F\,\frac{dH}{dl}. \qquad (11)$$

Либо, согласно [4]

$$Q = k\,F\left(i_0 - \frac{dh}{dl}\right), \qquad (12)$$

где $i_0 = -\frac{dz}{dl}$ – градиент высоты положения упора накапливающегося слоя жидкости;

$h = p/(\rho g)$ – глубина потока.

В теории гидравлики [4] рассматривают также расход жидкости в вертикальном сечении потока $q = Q/b$ (b – ширина потока). Если мы хотим знать максимальный временной промежуток, в течение которого в районе расположения резервуара будет накапливаться и рассасываться «линза» с нефтепродуктом, необходимо рассмотреть горизонтальное расположение упора потока жидкости ($i_0 = 0$). В этом случае из выражения (12) следует:

$$\frac{dh}{dl} = -\frac{q}{k\,h}. \qquad (13)$$

Если разделить переменные этого уравнения и проинтегрировать, получим следующее соотношение для определения дистанции изменения глубины потока от h_1 до h_2:

$$l = \frac{k}{2q} \cdot \left(h_1^2 - h_2^2\right). \tag{14}$$

Предельное удаление (по горизонтали) растекающегося нефтепродукта от сечения потока инфильтрации с высотой h_1 (либо любого сечения потока высотой h) соответствует условию $h_2 = 0$. Тогда из выражения (14) следуют соотношения:

$$l = \frac{k}{2q} \cdot h^2. \tag{15}$$

и

$$h = \sqrt{\frac{2ql}{k}}. \tag{16}$$

Дифференцирование выражения (16) по длине растекающегося потока приводит к следующему:

$$\frac{dh}{dl} = \sqrt{\frac{2}{k}} \cdot \left\{ \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{q}{l}} - \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{l}{q}} \cdot \left(k\,\frac{dh}{dl} + kh\,\frac{d^2h}{dl^2} \right) \right\}. \tag{17}$$

Анализ выражения (13) показывает, что вторая производная $d^2h/dl^2 = 0$. Следовательно, соотношение (17) упрощается и его можно переписать следующим образом:

$$\frac{dh}{dl} \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{kl}{2q}} \right) = \sqrt{\frac{q}{2kl}} \tag{18}$$

или

$$\frac{dh}{dl} = \frac{q}{\sqrt{kl}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2q} + \sqrt{kl}}. \tag{19}$$

С учетом понятия q [4] и формулы (19) можно записать:

$$q = -kh \cdot \frac{q}{\sqrt{kl}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2q} + \sqrt{kl}}. \tag{20}$$

После преобразования получаем:

$$\sqrt{2q} + \sqrt{kl} = -h \cdot \sqrt{\frac{k}{l}}. \qquad (21)$$

Из соотношения (21) следует:

$$q = -\frac{k}{2} \cdot \left(l + 2h + \frac{h^2}{l} \right) = -\frac{k}{2l} \cdot (l + h)^2 \qquad (22)$$

Учитывая, что расход $Q=qF/h$, приходим к следующему выражению:

$$Q = -\frac{kF}{2hl} \cdot (l + h)^2. \qquad (23)$$

Так как коэффициент фильтрации k имеет размерность линейной скорости потока, формула (23) связывает объемный расход просачивающейся сквозь грунт жидкости с размерами накапливающейся под резервуаром «линзы». Выражение (23) дает положительные величины расхода, так как dh/dl в соотношении (13) меньше нуля.

Необходимо принять во внимание, что часть нефтепродукта может проникнуть в слой грунта под действием напора струи. Оценим возможную глубину такой «инъекции». По формуле (2) оценим избыточное давление струи на участок грунта под отверстием. Если предположить, что поперечное сечение струи, вытекающей из резервуара, равно среднему значению сечения отверстия (около $3{,}15 \cdot 10^{-5}$ м^2), получим ΔP = 1,63 Па. Теперь из выражения (5) мы можем определить предельную глубину «впрыска» нефтепродукта в грунт. Выполнив оценки с помощью формул (4) – (6), получим H = 0,18 мм. То есть, проникновение жидкости в грунт под действием напора рассматриваемой струи истечения из резервуара несущественно и им можно пренебрегать.

Тогда описание процесса инфильтрации будет сводиться к совокупности процессов безнапорного просачивания по горизонтали и в нижние слои. Фильтрация утечек нефтепродукта в горизонтальном направлении описывается формулой (23). Если принять характеристики грунта под резервуаром однородными, можно рассматривать концентрическую модель роста нефтесодержащего пятна в грунте. Режим и алгоритм расчета для вер-

тикального просачивания жидкости определяется в результате дополнительных оценок.

Согласно выражению (7) параметр $J = h_f/L$. Потерю напора h_f в слое грунта высотой L, пропитанном инфильтратом, можно оценить с помощью уравнения Бернулли [2]:

$$z + \frac{\Delta P}{\rho g} + \frac{\omega_1^2 - \omega_2^2}{2g} = const. \qquad (24)$$

В рассматриваемых условиях скорость фильтрации практически не меняется ($\omega_1 \approx \omega_2$), и напор равен изменению гидростатического давления в слое. С учетом $z_1 - z_2 = L$, можно записать:

$$h_f = L + \frac{(\Delta P_1 - \Delta P_2)}{\rho g}. \qquad (25)$$

И, согласно формуле (7):

$$J = 1 + \frac{(\Delta P_1 - \Delta P_2)}{\rho g L}. \qquad (26)$$

Если жидкость перемещается в нижерасположенные слои грунта только за счет гидростатического давления, $J = 2$. Это значение и будет использоваться в алгоритмах оценок динамики фильтрации жидкости по вертикальной направляющей. Для сравнения – при выше разобранном случае «впрыска» в грунт струи жидкости – $J = 2{,}18$.

Теперь с учетом ориентировочных значений коэффициентов фильтрации грунтов различных типов [4] можно выполнить оценку линейной скорости фильтрации ($\omega \approx k J$). Для рассматриваемого объекта можно сказать, что величина k будет меняться в пределах от 0,02 м/сутки (глина, суглинок) до 0,1-1 м/сутки (суглинок, супесь). Скорость фильтрации ω в этом случае может оцениваться в пределах от $5{,}4 \cdot 10^{-7}$ м/с до $2{,}7 \cdot 10^{-5}$ м/с. Это гораздо ниже критической скорости фильтрации. Значит процесс будет протекать ламинарно, и его можно описывать по закону Дарси (7).

Тогда для фильтрации нефтепродукта, вытекающего из одного коррозионного отверстия (рассматривается потеря до

0,996 м^3 жидкости), можно записать:

$$Q = 2k_1F_1 + \frac{k_2F_2}{2hl} \cdot (l + h)^2, \quad (27)$$

где (с учетом концентрического растекания)

$$F_1 = f_1 + \pi l^2; \quad (28)$$

$$F_2 \approx 2\pi l h. \quad (29)$$

Соотношение (29) дополнительно может учитывать рост боковой поверхности заглубившегося в грунт вертикального фронта потока инфильтрации. На данном этапе, для упрощения расчетов, мы этим фактором пренебрегаем. Отличие величин коэффициентов фильтрации k_1 и k_2 может быть существенным, так как в районе утечки возможно разрыхление грунта и уплотнение подстилающих слоев в глубине. Именно такие условия будут способствовать образованию временных «линз» с содержанием нефтепродукта. Соотношение коэффициентов фильтрации должно оцениваться эмпирически, либо задаваться.

Если $k_1 \approx k_2 = k$, выражение (27) можно упростить:

$$Q = 2k\left(f_1 + \pi l^2\right) + k\pi \cdot (l + h)^2 \approx k\pi \cdot \left(3l^2 + 2hl + h^2\right). \quad (30)$$

Так как скорость просачивания практически постоянна, можно для времени инфильтрации в грунт некоторого объема нефтепродукта ΔV записать следующее:

$$\tau = \frac{\Delta V}{k\pi \cdot \left(3l^2 + 2hl + h^2\right)}. \quad (31)$$

С учетом $h = \Delta V / \pi l^2$ можно преобразовать формулу (31):

$$\tau = \frac{\pi \Delta V l^4}{k \cdot \left(2\left(\pi l^3\right)^2 + \left(\pi l^3 + \Delta V\right)^2\right)}. \quad (32)$$

Рассмотрим этот вариант, а также случай при $k_1 \approx 0{,}5k_2$ (рыхлый грунт у коррозионного отверстия, дополнительно способ-

ствующий образованию «линз»). Для этого варианта выражение (30) преобразуется к

$$Q \approx k\pi \cdot \left(2l^2 + 2hl + h^2\right), \tag{33}$$

а соотношение (32) модифицируется в

$$\tau = \frac{\pi \Delta V l^4}{k \cdot \left[\left(\pi l^3\right)^2 + \left(\pi l^3 + \Delta V\right)^2\right]}. \tag{34}$$

Результаты численного расчета по формулам (32) и (34) в среде Mathematica 8.0 условий инфильтрации пролива в слои грунта представлены ниже.

На рис. 1 приводится приблизительная форма вертикальной проекции образующегося в грунте нефтепродуктосодержащего пятна. Горизонтальная проекция этой концентрической «линзы» – круг. Симметрия правой стороны этого сечения может быть нарушена из-за близости расположения к отверстию боковой поверхности оболочки резервуара. На форму содержащего нефтепродукт пятна также оказывает влияние близкое расположение других сквозных отверстий в обшивке. Для упрощения оценок будем рассматривать процесс инфильтрации при истечении жидкости в грунт из одного отверстия.

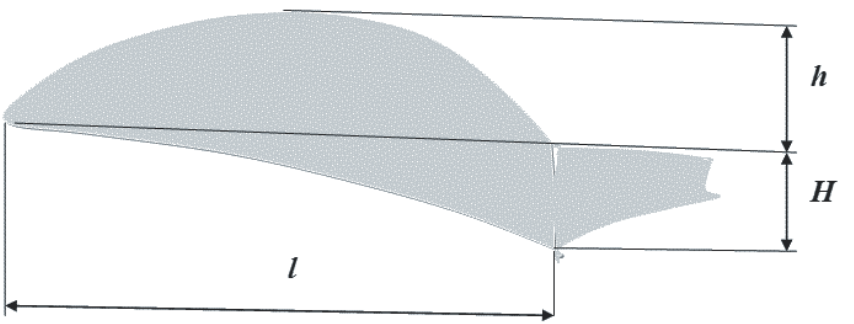


Рис. 1. Вертикальное сечение пропитываемых истекающим нефтепродуктом участков грунта

Изменение размеров пятна при постепенном растекании жидкости из каждого отверстия в оболочке резервуара проиллюстрировано на рис. 2 и 3. Следует иметь в виду, что истекающее из емкости количество нефтепродукта (ΔV) распределяется внутри вдвое большего объема грунта ($V = \Delta V / \varepsilon$; порозность грунта ε = 0,5).

На рис. 2 показано изменение во времени протяженности нефтепродуктосодержащего пятна l и его высоты над уровнем отверстия h при величинах коэффициента фильтрации k в вертикальном и горизонтальном направлениях, равном 1 (характерно для грунтов типа «супесь»).

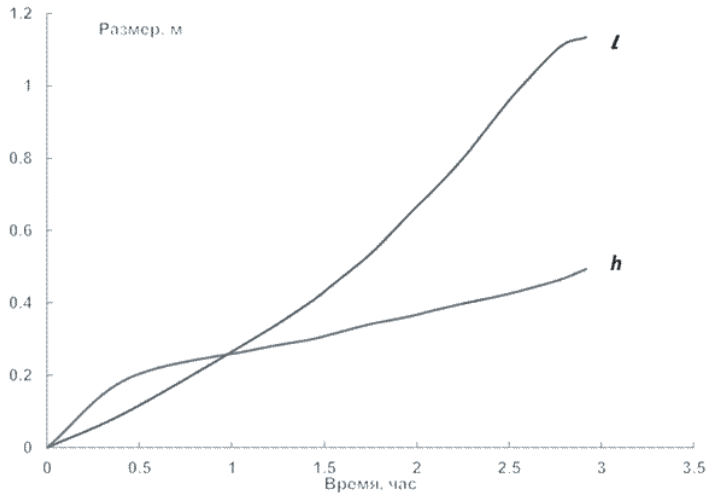


Рис. 2. Изменение размеров пятна нефтепродукта в грунте над уровнем отверстия (протяженность *l* и высота *h*)

Из рис. 2 видно, что в начальной стадии истечения нефтепродукта из коррозионного отверстия, повышенное сопротивление грунта просачиванию ведет к превалированию «всплывания» жидкости по внутренним свободным каналам пор грунтовых слоев. При этом интенсивность роста высоты нефтепродуктосодержащего пятна выше, чем скорость изменения его протяженности. Через полчаса истечения эта тенденция меняется на противоположную.

В конце процесса инфильтрации в грунт около 1 м^3 жидкости горизонтальный характеристический размер верхней части пятна более, чем в 2 раза превышает высоту поднятия жидкости над уровнем отверстия. Глубина проникновения нефтепродукта в слои грунта под отверстием в резервуаре меняется гораздо медленнее (см. рис. 3).

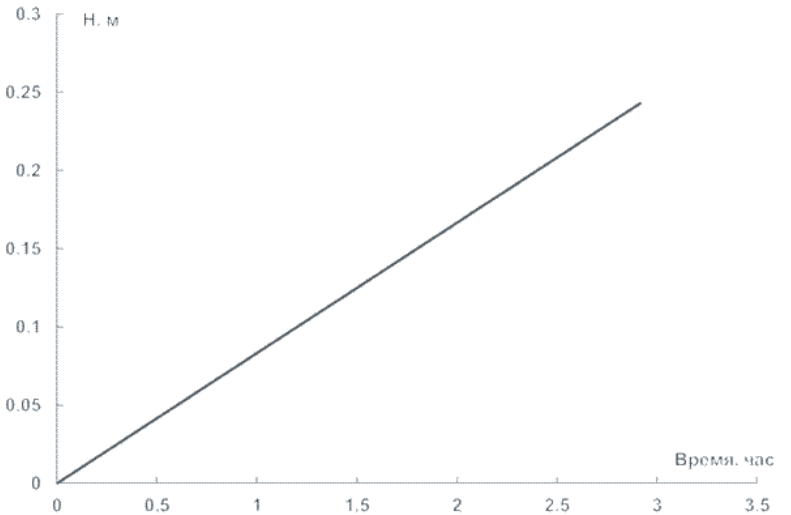


Рис. 3. Изменение глубины проникновения нефтепродукта в грунт

Так как процесс инфильтрации нефтепродукта в вертикальном направлении подчиняется закону Дарси, получаем линейную зависимость. Впрочем, расход жидкости в направлении вертикально вниз меняется нелинейно, так как в этот процесс постепенно вовлекается нефтепродукт, распределявшийся в грунте над уровнем отверстия (см. рис. 2). Изменение соотношения расходов K_q просачивающейся жидкости в вертикальном и горизонтальном направлениях (вниз и в стороны от отверстия) показано на рис. 4. При сравнении характера изменения коэффициента K_q с динамикой роста площадей сечений фильтрационных потоков в вертикальном (F_1) и горизонтальном (F_2) направлениях (см. рис. 5) становится ясно, что для рассматриваемых грунтов интенсивность просачивания нефтепродукта в нижерасположенные

слои заметно уступает скорости распространения жидкости в горизонтальном направлении. Из рис. 5 видно, что значения максимальной площади нормального сечения потоков фильтрации жидкости в вертикальном и горизонтальном направлениях достаточно близки. Выравнивание величин потока ($K_q \to 1$) происходит уже при заметном превосходстве значений F_1.

В результате закупоривания отверстия продуктами коррозии, либо после откачки жидкости до уровня ниже сквозной язвы истечение нефтепродукта прекращается. Тогда вертикальная составляющая потока инфильтрации начинает играть большую роль. В этом случае пятно нефтепродукта преимущественно оседает до контакта с водоносными или песчаными слоями грунта промплощадки.

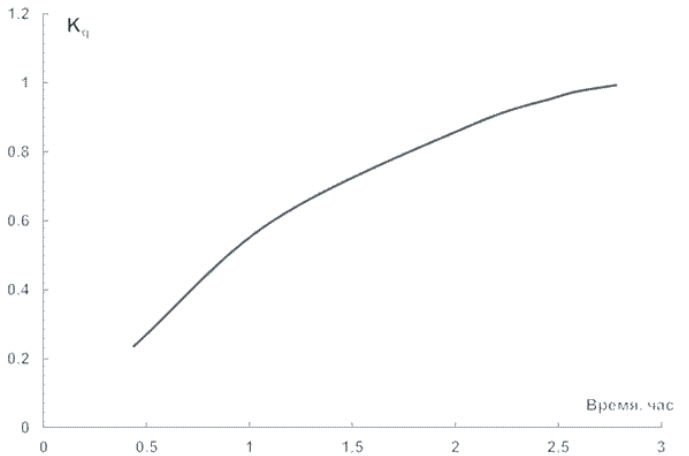


Рис. 4. Изменение соотношения потоков инфильтрации в вертикальном и горизонтальном направлениях

Дополнительно будет способствовать образованию «линз» разрыхление грунта у коррозионного отверстия и соответственно уплотнение его в глубину. В этом случае возможно рассмотренное нами выше соотношение значений коэффициентов фильтрации в вертикальном k_1 и горизонтальном k_2 направлениях: $k_1 \approx 0{,}5 k_2$. Это, ухудшая просачивание нефтепродукта вниз, увеличивает время истечения из резервуара заданного ко-

личества жидкости (0,996 м^3) на 32,7 %. При k_2=1 подобная задержка составляет около 1 часа.

Аналогичный представленным на рис. 2-5 вид зависимостей (только иначе распределенных во времени) мы получаем и в расчетах для меньших значений коэффициентов фильтрации (k = 0,02-0,1), которые характерны для грунтов глина – суглинок [4]. На рис. 6 показан характер роста протяженности пятен с нефтепродуктом в этих грунтах.

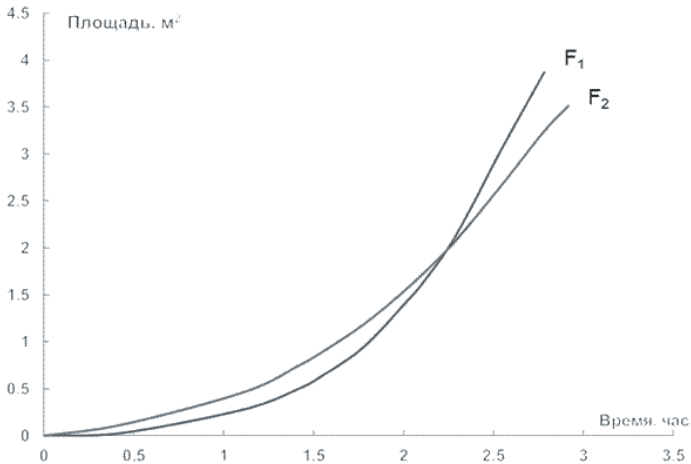


Рис. 5. Изменение максимальной площади нормального сечения потоков фильтрации жидкости в вертикальном (F_1) и горизонтальном (F_2) направлениях

Оцененное по результатам рассматриваемого происшествия с резервуаром количество нефтепродукта, теряемое через одно отверстие, в грунтах с рассматриваемыми характеристиками будет формировать «линзу» расчетных размеров в течение 1-6 суток. Учитывавшийся выше инцидент произошел за 7 суток. То есть грунт в районе расположения резервуара мог быть еще сложнее. Расчетная оценка дает величину коэффициента фильтрации k = 0,0173. Глинистые грунты с подобными характеристиками также встречаются [4].

Если теперь, пользуясь предложенными алгоритмами,

оценить возможность миграции нефтепродукта и рассасывания образовавшейся в грунте «линзы», получим следующие результаты. Данные анализа геоподосновы площадок рассматриваемых объектов говорят о неоднородности грунта по глубине. В 10-15 м под ложем резервуаров могут располагаться песчаные пласты. Персоналом объектов отмечался периодический подъем грунтовых вод практически до оболочек некоторых резервуаров. В песчаных грунтах и с участием грунтовых вод интенсивность переноса нефтепродуктов многократно возрастает по отношению к рассмотренным в данной статье вариантам.

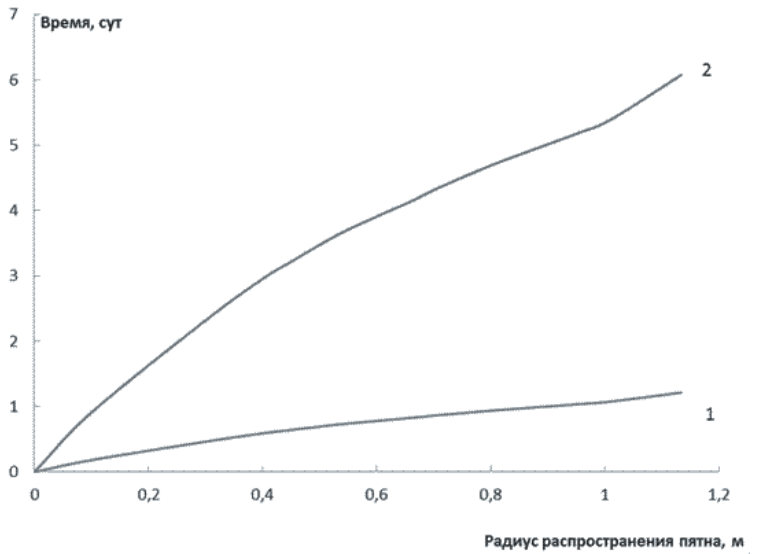


Рис. 6. Изменение характеристического размера пятна с нефтепродуктом для грунтов с k = 0,1 (кривая 1) и с k = 0,02 (кривая 2)

В самом неблагоприятном для миграции нефтепродуктов случае возможно просачивание жидкости в плотных глинистых грунтах на глубину 10-15 м, где жидкость достигнет слоев с содержанием песка (супесь). Этот процесс займет 213-320 суток. Далее начнется фильтрация нефтепродукта вдоль расположения твердых водоупорных слоев по горизонтальным направляющим. На 100 м от вертикальной проекции резервуара жидкость может сместиться

за 42,9 суток; на 200 м – за 85 суток; на 300 м – за 128,6 суток; на 500 м – за 214,3 суток. То есть, даже в наименее благоприятных условиях вытекший нефтепродукт может оказаться в 500 м от расположения резервуара (за территорией объекта) через 417-534 суток (менее двух лет).

Грунты на объектах рассматриваемого типа весьма отличаются друг от друга. Есть и близкие по свойствам к супеси (см. рис. 2-5). Даже при своевременном обнаружении начала утечки жидкости откачка ее из резервуара вместимостью 5000 м^3 до уровня ниже образовавшихся коррозионных отверстий займет не менее 5 час (из оценки производительности штатных насосов). За это время в грунты типа супесь может уйти до нескольких м^3 нефтепродукта. Во избежание таких масштабных потерь целесообразно изучить возможность локального расположения дренажных систем. Расположение этих устройств может быть увязано с результатами мониторинга за состоянием соответствующих объектов. При этом можно на этих участках использовать грунт с прогнозируемыми характеристиками. В период продолжения эксплуатации рассматриваемых резервуаров внедрение подобных мероприятий по снижению потерь нефтепродуктов (с учетом их масштабности) представляется весьма актуальным.

В дальнейшем, для эффективного применения этого приближенного подхода к изучению инфильтрации нефтепродукта в грунт или построения более сложных моделей (например – на основе двухзонального интегрирования системы дифференциальных уравнений) требуется подробное изучение соответствующих свойств грунтовых слоев площадок объектов.

Выводы

В результате анализа рассматриваемых явлений истечения и инфильтрации нефтепродуктов из аварийных резервуаров в грунт предложена методология оценки скорости просачивания жидкости при воздействии напора струи, а также при безнапорной фильтрации. Получены выражения, связывающие объемный расход фильтрующейся сквозь грунт жидкости с размерами накапливающейся под резервуаром «линзы».

Получены результаты расчета интенсивности инфиль-

трации нефтепродуктов из аварийных резервуаров в грунты с различными характеристиками. Определены ориентировочные размеры пятен в грунте с содержанием нефтепродукта в начальной стадии просачивания. Показана опасность миграции нефтепродукта за пределы территории объекта.

Для снижения потерь нефтепродуктов в результате коррозионных повреждений резервуаров целесообразно устройство дренажных систем с локализацией расположения их под наиболее уязвимыми участками оболочки резервуаров.

Список литературы

1. Куц, Ю. Н., Корольченко, И. А., Векслер, Г. Б. Оценка условий инфильтрации нефтепродуктов в грунт при коррозионном повреждении обшивки резервуаров // Известия МГТУ «МАМИ», научный рецензируемый журнал. – М., МГТУ «МАМИ», № 2 (14), 2012, т. 4. – С. 209-219.

2. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия. – 1973. – 750 с.

3. Идельчик, И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М.: Машиностроение. – 1992. – 672 с.

4. Константинов, Н. М., Петров, Н. А., Высоцкий, Л. И. Гидравлика, гидрология, гидрометрия. – М.: Высшая школа. – 1987. – 432 с.

5. Рабинович, Е. З. Гидравлика. – М.: Недра. – 1980. – 280 с.

6. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: Справочник под ред. В. А. Школьникова. – М.: ИЦ Техинформ. – 1999. – 596 с.

7. СНиП 23-01-99. Строительная климатология.

УДК 372:378.1

***Н.И. Миронова**. ФГБУ Колледж Росрезерва*

***N.I. Mironova**. Federal State Institution College Rosrezerva*

МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ СТУДЕНТОВ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ ПО ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ТОВАРОВ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП

METHOD OF PERFORMANCE RESEARCH WORK OF STUDENTS AS MEANS OF FORMATION PRACTICAL SKILLS ASSESSMENT OF QUALITY PRODUCT DIFFERENT GROUPS

Излагается методика организации выполнения исследовательских работ студентов колледжа для формирования у них практических навыков по оценке качества товаров различных групп.

Ключевые слова: студенты, ступени обучения, исследовательская деятельность, метод обучения, поисковой метод, график работы, методическая помощь.

The technique of performing research organization of the studio-ing College for the formation of their practical skills in assessing the quality of goods of different groups.

Keywords: students, level of education, research, teaching me-method, search method, schedule, methodological assistance.

Исследования студентов как вид их учебной деятельности осуществляется на разных ступенях обучения. В зависимости от степени сложности можно выделить несколько уровней прохождения студента через исследовательскую деятельность:

I уровень – репродуктивный (реализуется при изучении разделов профессиональных модулей);

II уровень – эмпирико-практический (реализуется при выполнении лабораторных и практических работ);

III уровень – исследовательский (реализация данного уровня происходит при выполнении исследовательских работ в рамках курсового и дипломного проектирования);

IV уровень – творческий (реализуется при выполнении работ и подготовки студентов к выступлению на научно-практических конференциях).

Основным методом обучения при выполнении последовательных работ является индивидуальная самостоятельная работа студента под управлением преподавателя по овладению практическими умениями и навыками по работе с нормативно-технической документации, по изучению и подбору методик проследования качества товаров, по проведению экспертной оценки потребительских товаров и оформлении заключений, выводов и предложений по проделанной работе.

Индивидуальная самостоятельная работа обеспечивается тем, что каждый студент получает конкретные индивидуальные задания.

Для их выполнения студентами используется поисковой метод, который реализуется при составлении заключений по результатам проделанной работы.

Методика организации выполнения исследовательских работ складывается из следующих этапов:

1. Разработка и распределение тем. При этом учитывается их актуальность, технические возможности лаборатории ФГБУ Колледж Росрезерва, а также уровень подготовки студента. Следует отметить, что студент вправе предложить свою тему, отвечающую выше изложенным требованиям.

При распределении тем студенту выдается график работы и устанавливаются сроки выполнения отдельных частей и работы в целом.

2. Подбор литературы, нормативно-технической документации.

3. Обзор литературы и подбор материала для выполнения теоретической части работы. Вопросы теоретической части указываются в задании. Полнота и правильность освещения каждого вопроса проверяется преподавателем.

4. Изучение нормативно-технической документации. Студент изучает требования к качеству товара и методики исследования показателей качества. Совместно с руководителем и заведующим лабораторией проводится подбор оптимальных методик с учетом технических возможностей лаборатории учебного заведения.

На каждом этапе студент самостоятельно работает с ГОСТами по определенной группе товаров согласно выбранной теме.

5. Изучение ассортимента товаров выбранной группы в торговых точках и его анализ.

На основе анализа ассортимента проводится выбор образцов для исследования по определенным критериям.

6. Основной этап – исследование качества отобранных образцов. При этом обращается внимание на соблюдение правил техники безопасности. Работа проводится в присутствии преподавателя. До начала испытаний студент разрабатывает план исследования.

Перед началом работы руководитель проверяет знания студентом методик и плана исследования.

При необходимости преподавателем дается консультация. По окончании проведения работ руководитель проверяет правильность результатов и расчетов, аккуратность оформления.

7. Анализ полученных результатов студенты делают по каждому проведенному исследованию. Результаты сверяют с требованиями стандарта.

При обнаружении несоответствия качества требованиям стандарта студент делает предположение о причинах его возникновения.

Правильность выдвинутых гипотез, выводов и предложений по работе проверяется преподавателем.

8. Оформление работы в соответствии с установленными требованиями является завершающей стадией.

При выборе тематики исследовательских работ преподавателями товароведческих дисциплин уделяется внимание темам, связанным с длительным хранением товаров.

В рамках сотрудничества с ФГБУ НИИПХ Росрезерва в 2010 г. студенты выполнили следующие дипломные работы:

№	Наименование темы	Руководитель
1	Изучение влияния длительности хранения замороженного мяса (свинина) на показатель влагоудерживающей способности	Миронова Н.И.
2	Исследование изменения качественных показателей замороженного мяса (куриное) при хранении	Сорокина В.А.
3	Оценка показателей качества замороженного мяса (говядина) при холодильном хранении	Синькова Р.А.
4	Исследование показателей качества хозяйственного мыла в различных видах упаковки	Синькова Р.А.
5	Анализ изменения показателей качества хозяйственного мыла без упаковки при хранении	Шуляк В.И.

При подготовке к исследовательским работам преподавателям и студентам оказывают методическую помощь сотрудники НИИПХ.

Методичность и последовательность в организации исследовательских работ дает положительные результаты при получении студентами, обучающимися по специальности «Товароведение и экспертиза качества потребительских товаров», более глубоких профессиональных навыков.

УДК.658:51-74

***К.С. Мышенков**, д.т.н., проф. ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН»*

***K.S. Myshenkov**. Moscow State University of Technology «STANKIN»*

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕМОНТАМИ ОБОРУДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

A MATHEMATICAL MODEL OF CONTROL SYSTEM EQUIPMENT REPAIRS INDUSTRIAL ENTERPRISE

В статье рассматривается система управления ремонтами оборудования на промышленном предприятии. Описана обобщенная математическая модель системы управления ремонтами оборудования. Определена структура системы и элементы объекта управления. Сформулированы основные функции системы: формирование плана-графика выполнения ремонтных работ, планирование потребностей в трудовых ресурсах для выполнения ремонтных работ, планирование потребности в материальных ресурсах для выполнения ремонтных работ, анализ работы и технического состояния оборудования, анализ фактического выполнения ремонтных работ. Описаны целевые функции системы управления ремонтами оборудования: оптимизация планового графика ремонтных работ относительно нормативов и фактического графика ремонтных работ относительно планового.

*Ключевые слова**:** система управления, ремонт оборудования, промышленное предприятие, математическая модель, объект управления, целевая функция.*

The article discusses the repair of the equipment management system in an industrial plant. Described generalized mathematical model management system repairs. The structure of the

system and the elements of the control. The basic functions of the system: the formation of the schedule of repair work, planning manpower needs for repair, planning needs for material resources to carry out repair work, and analysis of the technical condition of the equipment, the analysis of the actual repair work. Describes the functions of the unit trust repair: optimization of planned repair schedule regarding standards and optimization of the actual schedule repairs relatively routine.

Keywords: control system, repair of equipment, industrial plant, a mathematical model, object management, the objective function.

Система управления ремонтами оборудования является одним из ключевых элементов в процессе управления промышленным предприятием. Исследованием путей совершенствования системы управления ремонтом и обслуживанием оборудования занимались следующие ученые: Акбердин Р.З., Смирницкий Е.К., Ахумов А.В., Борисов Ю.С., Власов Б.В., Кришкевич В.А., Гельберг Б.Т., Григорьев С.Н., Пекелис Г.Д., Кабаков В.С., Соловьева М.Х., Логунова Н.Ю., Антоков Н.Н., Дягин Д.С., Анцева Н.В., Климов А.Н., Колегаев Р.Н., Сондалини М., Ховард В., Мур Б., Багадия К. и др. [1-2]. Одним из способов совершенствования системы управления ремонтом и обслуживанием технологического оборудования предприятия является внедрение автоматизированной системы управления ремонтами на предприятии.

Целью создания автоматизированной системы управления ремонтами оборудования на предприятии является повышение эффективности производства. Внедрение системы позволяет предприятию:

- систематизировать информацию об имеющихся технологических линиях (зданиях и сооружениях), агрегатах, единицах оборудования, инструментах, запасных частях и принадлежностях и хранить эту информации в электронном виде;
- планировать профилактические и ремонтные работы, контролировать ход исполнения этих работ;
- формировать наряды на производство ремонтных работ с указанием детального перечня работ;

- планировать закупки элементов оборудования, инструментов, запасных частей и принадлежностей;

- создавать отчетные документы в соответствии с установленными формами;

- учитывать аварии и внеплановые остановки оборудования.

Опыт зарубежных компаний свидетельствует о чрезвычайно высокой отдаче инвестиций в автоматизированные системы управления ремонтами оборудования и выгоды от их внедрения. Внедрение систем управления ремонтами оборудования позволяет получить предприятию следующие технико-экономические результаты: повышение производительности работ; сокращение складских запасов; сокращение аварийных работ; сокращение внеплановых закупок запчастей [3].

На основании проведенного комплексного структурного анализа системы управления ремонтами оборудования конкретного промышленного предприятия [4] разработана обобщенная математическая модель системы управления ремонтами оборудования предприятия.

Система управления ремонтами ***SU*** представляется кортежем:

$$SU = < OU, FA, VS, RT, RM, ND, Z > , \quad (1)$$

где ***OU*** – объект управления (совокупность технологических линий оборудования, нормативно-справочной информации технического обслуживания и ремонта оборудования и т.д.);

FA – множество функций системы управления ремонтами оборудования;

VS – внешняя среда (организации, поставщики оборудования и запасных частей, подрядные ремонтные организации и т.д.);

RT – множество трудовых ресурсов (бригады рабочих по ремонту оборудования);

RM – множество материальных ресурсов (запчасти, материалы и т.д.);

ND – множество нормативно-справочной информации по проведению ремонтов (длительность межремонтных интервалов, трудоемкость работ, материалоемкость работ, паспорта оборудования и т.д.);

Z – множество целей управления.

Объект управления рассматриваемой системы состоит из следующих элементов:

$$OU = \langle OB, ROB, POB \rangle, \quad (2)$$

где ***OB*** – множество единиц оборудования;

ROB – множество связей единиц оборудования;

POB – множество параметров оборудования (производительность и т.д.);

Система управления ремонтами выполняет следующие основные функции.

Формирование плана-графика выполнения ремонтных работ описывается выражением:

$$\boldsymbol{GP}(t_i, t_{i+1}) = FO_{GP}\,(\boldsymbol{OB}, \boldsymbol{TS}(t_i), \boldsymbol{JR}(t_0, t_i), \boldsymbol{JO}(t_{i-1}, t_i), \boldsymbol{GF}(t_0, t_i), \boldsymbol{G}(t_i, t_{i+1}), \boldsymbol{RTP}(t_i, t_{i+1}), \boldsymbol{RMP}(t_i, t_{i+1}), \boldsymbol{ND}, T), FO_{GP} \in \boldsymbol{FA}, \quad (3)$$

где $\boldsymbol{GP}(t_i,t_{i+1})$ – множество (график) планируемых ремонтных работ в интервале $[t_i,t_{i+1}]$;

$\boldsymbol{TS}(t_i)$ – множество состояний оборудования на момент времени t_i;

$\boldsymbol{JR}(t_0,t_i)$ – множество (журнал) работы оборудования в интервале $[t_0,t_i]$;

$\boldsymbol{JO}(t_{i-1},t_i)$ – множество (журнал) отказов оборудования в интервале времени $[t_{i-1},t_i]$;

$\boldsymbol{GF}(t_0,t_i)$ – множество (график) ремонтных работ, фактически выполненных в интервале $[t_0,t_i]$;

$\boldsymbol{G}(t_i,t_{i+1})$ – множество, описывающее график работы предприятия (оборудования) в интервале $[t_i,t_{i+1}]$ (количество рабочих дней в году, в месяце, праздничные дни, количество смен в день и т.д.);

$\boldsymbol{RTP}(t_i,t_{i+1})$ – множество трудовых ресурсов (по плану), необходимых для выполнения плановых ремонтных работ в интервале $[t_i,t_{i+1}]$;

$\boldsymbol{RMP}(t_i,t_{i+1})$ – множество материальных ресурсов (по плану), необходимых для выполнения плановых ремонтных работ в интервале $[t_i,t_{i+1}]$;

$T = [t_i,t_{i+1}]$ – период планирования (год, месяц, декада, неделя и т.д.);

t_0 – момент начала работы системы управления ремонтом оборудования предприятия (ввод в действие оборудования, капитальный ремонт оборудования и т.д.);

FO_{GP} –оператор формирования плана-графика выполнения ремонтных работ.

Планирование потребностей в трудовых ресурсах для выполнения ремонтных работ описывается следующим выражением:

$$\begin{gathered}\boldsymbol{RTP}(t_i,t_{i+1}) = FO_{RT}(\boldsymbol{OB}, \boldsymbol{GP}(t_i,t_{i+1}), \boldsymbol{ND}_{\boldsymbol{T}}, \boldsymbol{RTN}(t_i,t_{i+1}), T), \\ FO_{RT} \in \boldsymbol{FA}, \boldsymbol{ND}_{\boldsymbol{T}} \subset \boldsymbol{ND},\end{gathered} \tag{4}$$

где $\boldsymbol{ND_T}$ – множество нормативов трудоемкости и квалификации персонала для выполнения ремонтных работ;

$\boldsymbol{RTN}(t_i,t_{i+1})$ – множество трудовых ресурсов (по нормативам), доступное для выполнения ремонтных работ в интервале $[t_i,t_{i+1}]$ (описывает ограничение по трудовым ресурсам);

FO_{RT} – оператор планирования трудовых ресурсов.

Планирование потребности в материальных ресурсах для выполнения ремонтных работ описывается выражением:

$$\begin{gathered}\boldsymbol{RMP}(t_i,t_{i+1}) = FO_{RM}(\boldsymbol{OB}, \boldsymbol{GP}(t_i,t_{i+1}), \boldsymbol{ND}_{\boldsymbol{M}}, \boldsymbol{RMN}(t_i,t_{i+1}), T), \\ FO_{RM} \in \boldsymbol{FA}, \boldsymbol{ND}_{\boldsymbol{M}} \subset \boldsymbol{ND},\end{gathered} \tag{5}$$

где $\boldsymbol{ND_M}$ – множество нормативов материалоемкости ремонтных работ;

$\boldsymbol{RMN}(t_i,t_{i+1})$ – множество материальных ресурсов (по нормативам), доступное для выполнения ремонтных работ в интервале $[t_i,t_{i+1}]$ (описывает ограничение по материальным ресурсам);

FO_{RM} – оператор планирования материальных ресурсов.

Далее рассмотрим анализ работы и технического состояния оборудования.

Журнал работы оборудования описывается следующим выражением:

$$\begin{gathered}\boldsymbol{JR}(t_{i-1},t_i) = FO_{JR}(\boldsymbol{OB}, \boldsymbol{G}(t_{i-1},t_i), \boldsymbol{TS}(t_{i-1}), \boldsymbol{TS}(t_i), \boldsymbol{GF}(t_{i-1},t_i), \boldsymbol{VS}(t_{i-1},t_i), T1), \\ FO_{JR} \in \boldsymbol{FA}, \boldsymbol{VS}(t_{i-1},t_i) \subset \boldsymbol{VS},\end{gathered} \tag{6}$$

где $\boldsymbol{VS}(t_{i-1},t_i)$ – множество случайных воздействий внешней среды на оборудование в интервале времени $[t_{i-1},t_i]$;

$T1=[t_i, t_{i+1}]$ – период для анализа работы оборудования;

FO_{JR} – оператор формирования журнала работы оборудования.

Журнал отказов оборудования описывается следующим выражением:

$$\begin{gathered}\boldsymbol{JO}(t_{i-1},t_i) = FO_{JO}\,(\boldsymbol{OB},\boldsymbol{G}(t_{i-1},t_i),\boldsymbol{TS}(t_{i-1}),\boldsymbol{TS}(t_i),\boldsymbol{VS}(t_{i-1},t_i),T1),\\ FO_{JO} \in \boldsymbol{FA},\boldsymbol{VS}(t_{i-1},t_i) \subset \boldsymbol{VS},\end{gathered} \tag{7}$$

где FO_{JO} – оператор формирования журнала отказов оборудования.

Изменение технического состояния оборудования в интервале времени $T1=[t_{i-1},t_i]$ описывается следующим выражением:

$$\begin{gathered}\boldsymbol{TS}(t_i) = FO_{TS}(\boldsymbol{OB},\boldsymbol{TS}(t_{i-1}),\ \boldsymbol{JR}(t_{i-1},t_i),\ \boldsymbol{JO}(t_{i-1},t_i),\ \boldsymbol{GF}(t_{i-1},t_i),\ \boldsymbol{VS}(t_{i-1},t_i),\ T1),\\ FO_{TS} \in \boldsymbol{FA},\ \boldsymbol{VS}(t_{i-1},t_i) \subset \boldsymbol{VS},\end{gathered} \tag{8}$$

где FO_{TS} – оператор изменения технического состояния оборудования.

Анализ фактического выполнения ремонтных работ оборудования предприятия можно записать выражением:

$$\begin{gathered}\boldsymbol{GF}(t_{i-1},t_i) = FO_{GF}\,(\boldsymbol{OB},\boldsymbol{G}(t_{i-1},t_i),\boldsymbol{TS}(t_{i-1}),\boldsymbol{GP}(t_{i-1},t_i),\boldsymbol{RTF}\ (t_{i-1},t_i),\boldsymbol{RMF}\ (t_{i-1},t_i),T1),\\ FO_{GF} \in \boldsymbol{FA},\end{gathered} \tag{9}$$

где $\boldsymbol{GF}(t_{i-1},t_i)$ – множество ремонтных работ (график), фактически выполненных в интервале $[t_{i-1},t_i]$;

$\boldsymbol{RTF}(t_{i-1},t_i)$ – множество трудовых ресурсов, использованных (по факту) для выполнения ремонтных работ в интервале $[t_{i-1},t_i]$;

$\boldsymbol{RMF}(t_{i-1},t_i)$ – множество материальных ресурсов, использованных (по факту) для выполнения ремонтных работ в интервале $[t_{i-1},t_i]$;

$T1=[t_{i-1},t_i]$ – период для анализа выполнения ремонтных работ;

FO_{GF} – оператор анализа выполнения ремонтных работ.

Далее, опишем целевую функцию системы управления ремонтами оборудования предприятия раздельно для задач планирования и оперативного управления.

$$\boldsymbol{ZP}(t_i,t_{i+1}) = \underset{\substack{\boldsymbol{GP}(t_i,t_{i+1})\subset\boldsymbol{GPN}(t_i,t_{i+1})\\ \boldsymbol{RTP}(t_i,t_{i+1})\subset\boldsymbol{RTN}(t_i,t_{i+1})\\ \boldsymbol{RMP}(t_i,t_{i+1})\subset\boldsymbol{RMN}(t_i,t_{i+1})}}{opt} FO_P(\boldsymbol{GP}(t_i,t_{i+1}), \boldsymbol{RTP}(t_i,t_{i+1}), \boldsymbol{RMP}(t_i,t_{i+1}), T), \quad (10)$$

$$FO_P \in \boldsymbol{FA}, \boldsymbol{ZP}(t_i,t_{i+1}) \subset \boldsymbol{Z},$$

где $\boldsymbol{ZP}(t_i,t_{i+1})$ – множество значений целевой функции для решения задач планирования на периоде планирования $T=[t_i,t_{i+1}]$;

FO_P – оператор расчета значений целевой функции для задач планирования;

$\boldsymbol{GPN}(t_i,t_{i+1})$ – множество (нормативное) возможных вариантов графиков ремонтов, обеспечивающих выполнение всех необходимых ремонтов оборудования в соответствии с нормативами $\boldsymbol{ND}$.

$$\boldsymbol{ZF}(t_{i-1},t_i) = \underset{\substack{\boldsymbol{GF}(t_{i-1},t_i)\subset\boldsymbol{GP}(t_{i-1},t_i)\\ \boldsymbol{RTF}(t_{i-1},t_i)\subset\boldsymbol{RTP}(t_{i-1},t_i)\\ \boldsymbol{RMF}(t_{i-1},t_i)\subset\boldsymbol{RMP}(t_{i-1},t_i)}}{opt} FO_F(\boldsymbol{GF}(t_{i-1},t_i), \boldsymbol{RTF}(t_{i-1},t_i), \boldsymbol{RMF}(t_{i-1},t_i), T1), \quad (11)$$

$$FO_F \in \boldsymbol{FA}, \boldsymbol{ZF}(t_{i-1},t_i) \subset \boldsymbol{Z},$$

где $\boldsymbol{ZF}(t_{i-1},t_i)$ – множество значений целевой функции для решения задач оперативного управления на периоде $T1=[t_{i-1},t_i]$;

FO_F – оператор расчета значений целевой функции для задач оперативного управления.

В зависимости от целей деятельности конкретного предприятия целями системы управления ремонтами оборудования могут быть как минимизация общего времени простоя технологического оборудования (повышение коэффициента готовности оборудования), так и максимизация (равномерность) загрузки ремонтного персонала предприятия, повышение эффективности ремонтных работ при выполнении заданных нормативов на ремонт, а также другие виды технологических и экономических критериев.

Важной задачей для функций планирования и оперативного управления ремонтами оборудования является задача составления календарных графиков выполнения ремонтных работ. В зависимости от периода планирования выделяют следующие виды календарных планов ремонтов оборудования: годовой, месячный, недельный. Годовой план составляют в конце года на основании информации о техническом состоянии оборудования. Месячный план составляется в конце каждого месяца на основе годового плана и текущего состояния оборудования. Недельный

план ремонтов составляется в конце недели. Он разрабатывается на основе месячного плана ремонтов, учитывает текущее состояние оборудования, а также изменение количества всех видов ресурсов, произошедшее в течение месяца.

Математическая постановка задачи календарного планирования ремонтов технологического оборудования и метод ее решения представлены в работе [5]. На основе разработанного алгоритма был создан программный комплекс по ведению базы данных оборудования, расчета и построения календарных графиков ремонтов и обслуживания технологического оборудования предприятия [6].

Список литературы

1. Акбердин, Р. З. Экономическая эффективность восстановления оборудования и резервы ее повышения. – М.: Машиностроение, 1980. – 185 с.
2. Борисов, Ю. С. Организация ремонта и технического обслуживания оборудования. – М.: Машиностроение, 1978. – 360 с.
3. Мышенков, К. С., Романов, А. Ю. Система управления ремонтами оборудования, как элемент системы стратегического управления предприятием // Стратегическое управление организациями: проблемы и возможности современной экономики: Сб. науч. тр. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – Ч. 1. – С. 77-83.
4. Мышенков, К. С., Романов, А. Ю. Анализ комплекса взаимосвязанных моделей системы управления ремонтами оборудования промышленного предприятия // Вестник МГТУ «Станкин». Научный рецензируемый журнал. – М.: МГТУ «Станкин», 2011. – № 4(17). – Т.2. – С. 82-86.
5. Мышенков, К. С., Романов, А. Ю. Метод решения задачи календарного планирования ремонтов технологического оборудования предприятия с использованием генетического алгоритма // Наука и образование: электронное научно-техническое издание / МГТУ им. Н.Э. Баумана. – Эл № ФС 77-30569. ГР № 0421100025. ISSN 1994-0408. www.technomag.edu.ru. – № 9. – сентябрь 2011.
6. Свид. о гос. регистр. прогр. для ЭВМ № 2011617958 РФ. Планирование ремонтов оборудования предприятия на основе генетического алгоритма / Мышенков К.С., Романов А.Ю. – № 2011616166; Заяв. 16.08.2011; Зарегистр. 12.10.2011.

УДК 658.5:681.004

***К.С. Мышенков**, д.т.н., проф. (ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН»), **А.Ю. Романов**, к.т.н. (ЗАО «Метростандарт»)*

***K.S. Myshenkov** (Moscow State University of Technology «STANKIN»), **A.Y. Romanov** (Metrostandart)*

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕМОНТАМИ ОБОРУДОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

DEVELOPMENT OF MODELS OF EQUIPMENT OF THE REPAIR CONTROL COMPANY

Проведен анализ системы управления ремонтами оборудования промышленного предприятия. На его основании разработаны: структурно-функциональная модель, модель потоков данных, модель «сущность-связь».

Ключевые слова: система управления, ремонт оборудования, структурный анализ, поток данных, информационная модель.

Analyzed control system equipment repairs industrial enterprise. On this basis developed: structural-functional model, data flow model, the model «entity-relationship».

Keywords: control system, repair, structural analysis, data flow, information model.

Для выживания в условиях конкурентного рынка от промышленных предприятий требуется снижение затрат на всех этапах процесса производства, а также обеспечение его непрерывности. Одним из способов обеспечения непрерывности производства является повышение надежности работы оборудования. Внедрение автоматизированной системы управления ремонтами на предприятии позволяет: систематизировать информацию об имеющихся технологических линиях (зданиях и сооружениях), агрегатах, единицах оборудования, инструментах, запасных частях и принадлежностях; обеспечивать хранение

этой информации в электронном виде; планировать профилактические и ремонтные работы, контролировать исполнение этих работ; формировать наряды на производство ремонтных работ с указанием детального перечня работ; планировать закупки элементов оборудования, инструментов, запасных частей и принадлежностей; вести учет аварий и внеплановых остановок оборудования; создавать необходимые отчетные документы.

Разработка информационной системы управления предприятия начинается со сбора и анализа информации о функциях, процессах, документообороте, структуре предприятия. Стандартный подход к анализу деятельности предприятия предполагает построение и анализ комплекса структурных моделей процессов управления предприятия [1]. Для определения требований и анализа функций разрабатываемой системы используется метод структурного анализа и проектирования (SADT – Structured Analysis and Design Technique) [2]. Структурно-функциональная модель отображает функциональную структуру объекта и информационные связи между функциями. Структурно-функциональная модель состоит из диаграмм, фрагментов текстов и глоссария, имеющих ссылки друг на друга. Диаграммы – главные компоненты модели, все функции анализируемой системы и интерфейсы на них представлены как блоки и стрелки. Место соединения стрелки с блоком определяет тип интерфейса. *Входная информация* поступает в блок слева, *управляющая информация* поступает в блок сверху, *выходная информация* выходит из блока с правой стороны. Выполняющий функцию *механизм*, представляется входящей в блок снизу стрелкой.

Графическим средством моделирования, которое позволяет описывать потоки данных между различными процессами в проектируемой системе, являются диаграммы потоков данных (DFD – Data Flow Diagram) [3], [4]. С их помощью требования к системе разбиваются на функциональные компоненты (процессы) и представляются в виде сети, связанной потоками данных. Главная цель таких средств – продемонстрировать, как каждый процесс преобразует свои входные данные в выходные, а также выявить отношения между этими процессами. Основными объектами DFD являются: поток данных, процесс, хранилище данных, внешняя сущность. *Поток данных* используется для моделирования передачи информации из одной части системы в другую или между физическими компонентами системы. *Процесс* продуцирует выходные потоки из входных в соответ-

ствии с действием, задаваемым алгоритмом процесса. *Хранилище данных* позволяет определить данные, которые будут сохраняться в процессе функционирования системы. *Внешняя сущность* представляет объект вне контекста системы, являющийся источником или приемником данных для системы.

Диаграммы «сущность-связь» (ERD – Entity-Relationship Diagram) предназначены для разработки моделей данных и обеспечивают стандартный способ определения данных и отношений между ними [3], [4]. Нотация ERD была впервые введена Ченом П. и содержит следующие основные понятия. *Сущность* – реальный либо воображаемый объект, имеющий существенное значение для рассматриваемой предметной области, информация о котором подлежит хранению. *Связь* – поименованная ассоциация между двумя сущностями, значимая для рассматриваемой предметной области. *Атрибут* – любая характеристика сущности, значимая для рассматриваемой предметной области и предназначенная для квалификации, идентификации, классификации, количественной характеристики или выражения состояния сущности.

Для анализа системы управления ремонтами оборудования промышленного предприятия использована методология, базирующаяся на описанном выше комплексе моделей [1]. На первом этапе разрабатывается структурно-функциональная модель системы управления ремонтами технологического оборудования промышленного предприятия. На рис. 1 изображена структурно-функциональная модель системы управления ремонтами оборудования, составленная по результатам обследования предприятия [5]. Все выполняемые системой функции объединены в 5 подсистем (блоки 1-5): «Ввод информации», «Анализ работы оборудования», «Планирование ремонтов», «Анализ выполнения ремонтных работ», «Планирование закупок запчастей». Основными функциями подсистемы «Ввод информации» (блок 1) является ввод информации: об оборудовании, обслуживающем персонале, нормативах на ремонтные работы, данных о трудоемкости работ, запчастях и материалах для ремонта, техническом состоянии оборудования. Подсистема «Анализ работы оборудования» (блок 2) обеспечивает: ведение журнала работы/простоя оборудования, журнала отказов/поломок оборудования, отслеживание текущего технического состояния оборудования. Подсистема «Планирование ремонтов» (блок 3) осуществляет

формирование годовых и оперативных графиков ППР, рассчитывает затраты на закупку запчастей, ведет календарь ремонтных работ и формирует заявки на ремонтные работы. Основными функциями подсистемы «Анализ выполнения ремонтных работ» (блок 4) являются: анализ состояния оборудования, оперативное (еженедельное) планирование и учет выполнения ремонтных работ. Подсистема «Планирование закупок запчастей» (блок 5) включает следующие функции: формирование и согласование заявок на запчасти, формирование заказов на изготовление запчастей, формирование заказов на приобретение отечественных и импортных запчастей.

На следующем этапе, на основании уточненной и согласованной с заказчиком функциональной модели, строится модель потоков данных системы управления ремонтами оборудования предприятия [6], представленная на рис. 2. В системе взаимодействует 4 основных процесса: «Анализ работы оборудования», «Планирование ремонтов», «Анализ выполнения ремонтных работ», «Планирование закупок материалов». Внешними сущностями системы являются: Отдел кадров (1); Отдел Главного Механика (2); Механики цеха (3); Технический отдел (4); Импортная фирма-поставщик (5); Отечественный поставщик (6); Механический отдел (7); Отдел закупок (8). Хранилищами данных являются: Нормативы на ремонтные работы (1); Словари (персонала, запчастей, оборудования) (2); Журнал движения материалов (3); Журнал состояния оборудования (4); Заявки на запчасти (5); Контракты с поставщиками (6); Заказ на изготовление запчастей (7); Календарь работ (8); Список заявок на ремонт (9); Наряды на ремонт (10); Журнал ремонтных работ (11); Графики ППР (12).

На следующем этапе, на основании анализа разработанной DFD модели, выделенных на ней хранилищ данных, атрибутной структуры и их логических взаимосвязей, строится модель «сущность-связь» системы управления ремонтами оборудования предприятия, которая представлена на рис. 3. Информационную модель системы управления можно условно разделить на 7 блоков: Персонал (1); Журналы работы (2); Закупка материалов (3); Оборудование в цехах (4); Состав оборудования (5); Выполнение ремонтов (6); Планирование ремонтов (7).

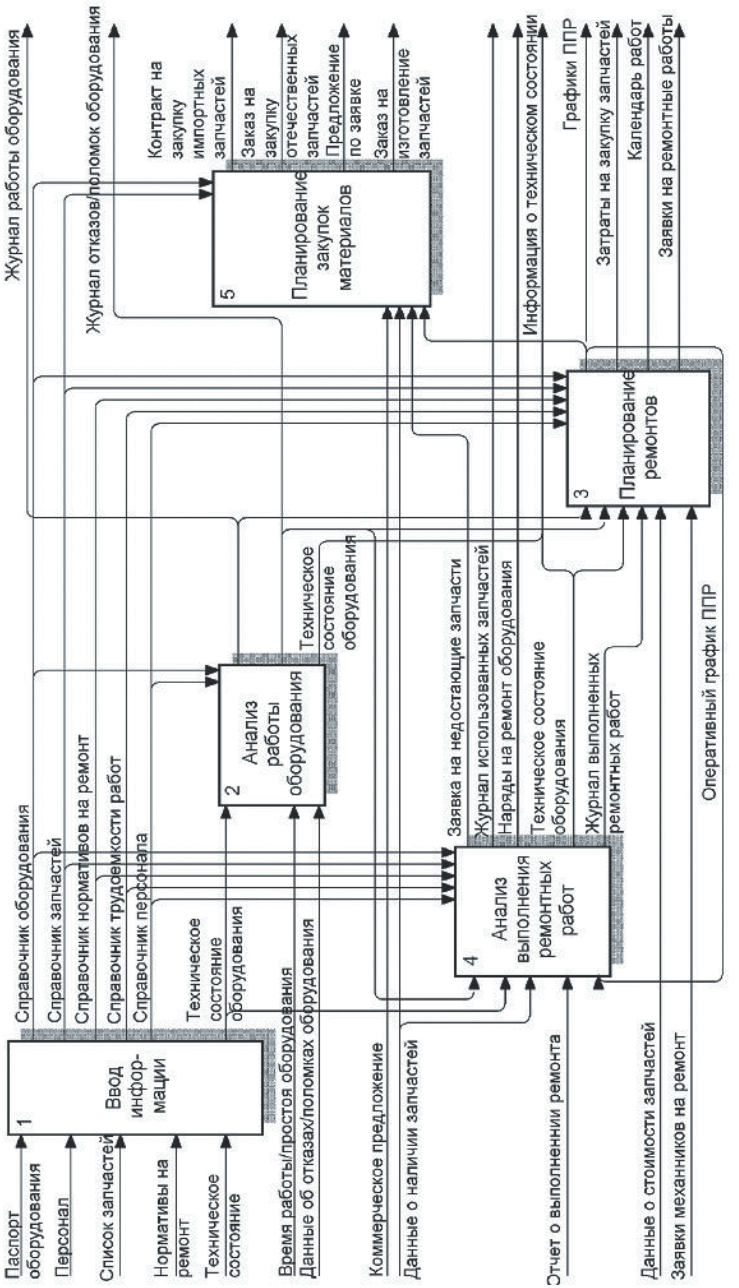


Рис. 1. Структурно-функциональная модель системы управления ремонтами

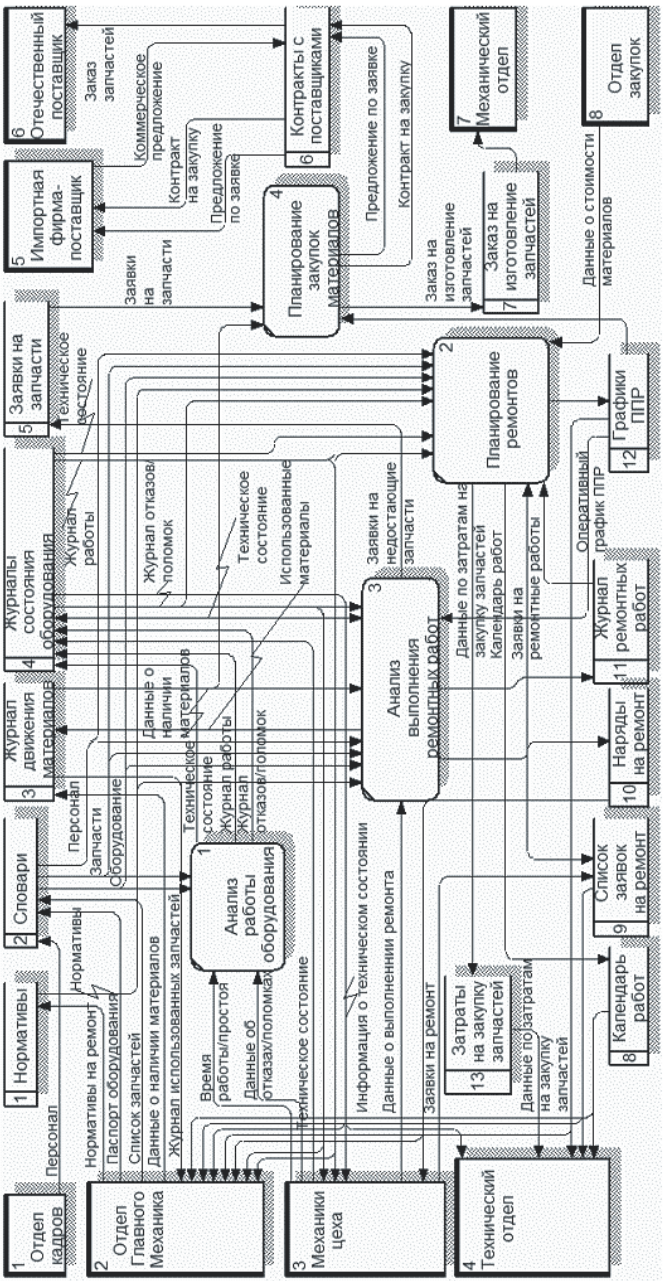


Рис. 2. Модель потоков данных системы управления ремонтами оборудования

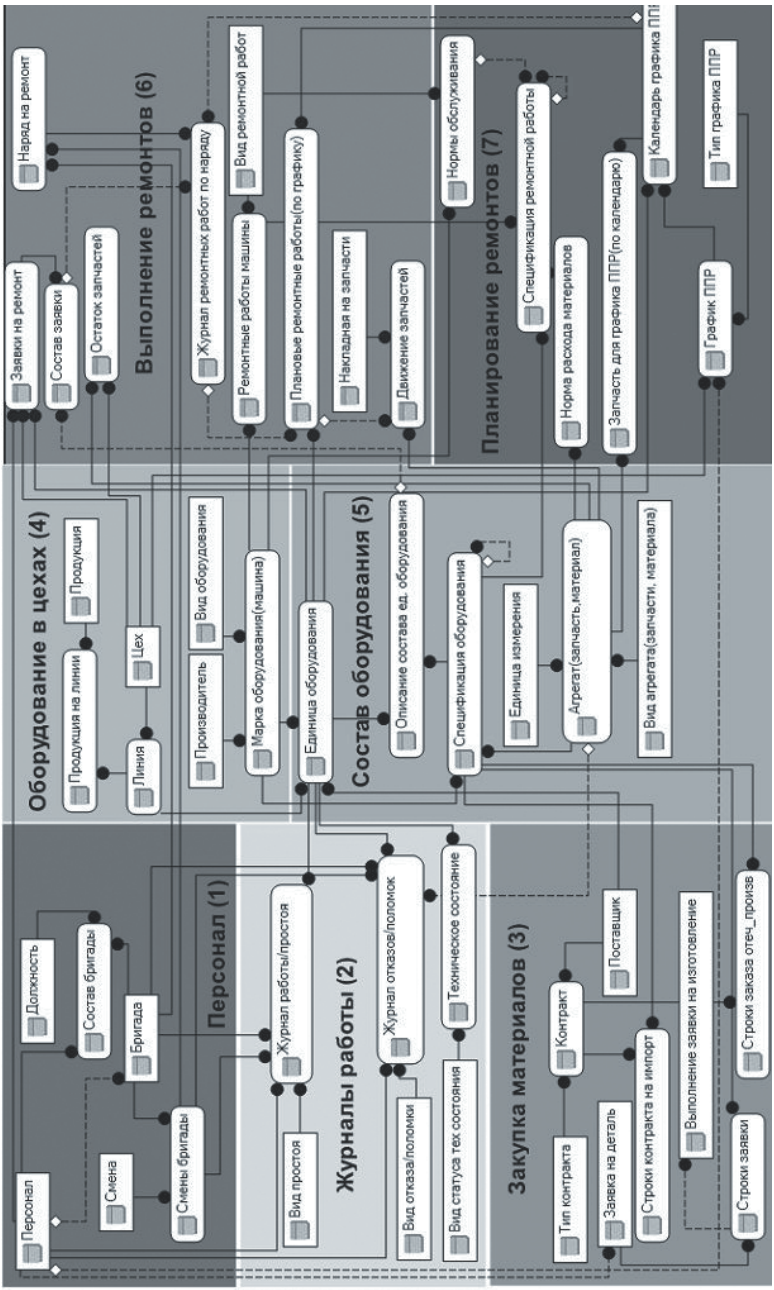


Рис. 3. Модель «сущность-связь» системы управления ремонтами оборудования

Блок «Персонал» (1) предназначен для хранения информации о персонале предприятия и содержит следующие сущности: персонал; смена; смены бригады; бригада; состав бригады; должность. *Блок «Журнал работы»* (2) содержит данные о техническом состоянии оборудования, журналах работы/простоя и отказов/поломок, включает следующие сущности: вид простоя; журнал работы/простоя; журнал отказов/поломок; вид отказа/поломки; вид статуса технического состояния; техническое состояние. *Блок «Закупка материалов»* (3) содержит информацию о ведении контрактов с контрагентами на поставку необходимых материалов для выполнения ремонтных работ на предприятии и включает следующие сущности: тип контракта; контракт; заявка на деталь; поставщик; строки контракта на импорт; выполнение заявки на изготовление; строки заявки; строки заказа отечественного производителя. *Блок «Оборудование в цехах»* (4) представляет данные о структуре цехов, линий, моделей оборудования и выпускаемой продукции. В него входят сущности: вид оборудования; производитель; марка оборудования; линия; продукция на линии; цех; продукция. *Блок «Состав оборудования»* (5) описывает всю спецификацию оборудования, агрегатов и запчастей. Содержит перечень всех единиц оборудования на предприятии. К данному блоку относятся следующие сущности: агрегат (запчасть, материал); вид агрегата (запчасти, материала); спецификация оборудования; единица оборудования; описание состава ед. оборудования; единица измерения. *В блоке «Выполнение ремонтов»* (6) хранится информация о результатах выполнения ремонтных работ. В него входят сущности: наряд на ремонт; журнал ремонтных работ по наряду; ремонтные работы машины; состав заявки; заявки на ремонт; вид ремонтной работы; движение запчастей; плановые ремонтные работы (по графику); остаток запчастей; накладная на запчасти. *Блок «Планирование ремонтов»* (7) содержит информацию о планируемых ремонтных работах. В него входят сущности: запчасти для графика ППР (по календарю); спецификация ремонтной работы; норма расхода материалов; нормы обслуживания; график ППР; тип графика ППР; календарь графика ППР.

На основании анализа разработанных моделей руковод-

ством предприятия осуществляется либо выбор готовой системы управления из уже существующих на рынке программного обеспечения, либо производится заказ на разработку уникальной системы управления ремонтами оборудования для предприятия.

Список литературы

1. Мышенков, К. С. Модели и методы проектирования автоматизированных систем управления для зерноперерабатывающих предприятий: монография – М.: Изд. комплекс МГУПП, 2010. – 256 с.
2. Гейн К., Сарсон Т. Системный структурный анализ: средства и методы. – М.: Эйтекс, 1992.
3. Калянов, Г. Н. CASE-технологии. Консалтинг в автоматизации бизнес-процессов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2002. – 320 с.
4. Евсеев, А. В., Мышенков, К. С. Проектирование информационных систем: Учебное пособие. – М.: Изд. Комплекс МГУПП, 2006. – 190 с.
5. Мышенков, К. С., Романов, А. Ю. Система управления ремонтами оборудования, как элемент системы стратегического управления предприятием // Стратегическое управление организациями: проблемы и возможности современной экономики: Сб. науч. тр. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – Ч. 1. – С. 77-83.
6. Мышенков, К. С., Романов, А. Ю. Модель потоков данных системы управления ремонтами оборудования. // Системный анализ в проектировании и управлении: Сб. науч. тр. XIII Междунар. науч.-практ. конф. / СПбГПУ. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – Ч. 1. – С. 349-353.

УДК 621.56/.59/664.8

***А.Н. Петров**, д.т.н., чл.- кор. РАН, **Н.С. Шишкина**, к.б.н., **О.В. Карастоянова**. ФГБНУ ВНИИ технологии консервирования*

***A.N. Petrov**, **N.S. Shishkina**, **O.V. Karastoyanova**. Institute of Technology canning*

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ БЫСТРОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ И СОЗДАНИЯ РЕЗЕРВА ПРОДОВОЛЬСТВИЯ

THE USE OF HIGH-EFFICIENCY TECHNOLOGIES RAPID FREEZING PLANT PRODUCTS FOR SALE AND PROVISION FOR FOOD

Разработана усовершенствованная технология производства быстрозамороженных овощей, картофеля, плодов и ягод, основанная на создании холодильной цепи поле-завод с введением этапов: предварительного охлаждения и холодильного хранения свежих овощей, ягод плодов; быстрого охлаждения, удаления поверхностной влаги низкотемпературного замораживания с различными хладагентами и длительного хранения при температуре от -18 до -30°С. Применена комплексная санитарно-гигиеническая обработка сырья, оборудования и помещений. Новая технология обеспечивает длительное (до 18-24 месяцев) сохранение быстрозамороженной растительной продукции при температуре от -18 до -30°С.

Ключевые слова: резерв продовольствия, растительная продукция, потенциал технологий, режимы, жизнеобеспечение, дефицит витаминов, спрос, расширение ассортимента, замораживание, охлаждение, микрофлора.

The advanced technology of production of frozen vegetables, potatoes, fruits and berries, based on the creation of the cold chain box-factory with the introduction of stages: pre-cooling and

cold storage of fresh vegetables, berries, fruits; rapid cooling, remove surface moisture deep freezing with various refrigerants and prolonged storage at a temperature of from -18 to -30°C. Apply a comprehensive sanitary and hygienic handling of raw materials, equipment and facilities. The new technology allows for up to 18-24 months preservation quick-frozen vegetable products at a temperature of -18 to -30°C.

Keywords: reserve of food, plant products, the potential of technology, modes, survival, vitamin deficiency, demand, expansion of the range, freezing, cooling, microflora.

Среди актуальных проблем развития аграрного производства в XXI веке все большее значение приобретает создание необходимого резерва продовольствия и текущее обеспечение населения разнообразной растительной продукцией, являющейся источником многих витаминов и биологически активных веществ.

Для решения проблемы необходимо наиболее полное использование потенциала современных высокоэффективных технологий и, в первую очередь, совершенствование способов и режимов холодильного воздействия на всех этапах движения плодоовощной продукции от поля до потребителя.

В настоящее время в системе жизнеобеспечения России и других стран все большее значение приобретает проблема здорового питания. Вместе с тем в рационе россиян из-за недостатка плодоовощной продукции отмечается дефицит витаминов и биологически активных веществ. По данным РАМН отмечен дефицит витамина С у 80-100% населения регионов, группы В – у 80-100%, фолиевой кислоты и каротиноидов у 40-60%, а также дефицит ряда минеральных веществ.

В РФ отмечается значительный рост потребительского спроса на замороженную растительную продукцию, значительная часть которой (до 60%) поставляется зарубежными фирмами. В последние годы интенсифицируется отечественное производство замороженных овощей, картофеля, ягод, грибов.

В целях повышения конкурентоспособности отечественной продукции ВНИИКОПом разработаны технологии производства ее широкого ассортимента (более 100 наименований), в т.ч.:

• монокультуры: овощей (корнеплоды, капуста цветная, капуста кольраби и др., томаты, перец, баклажаны, фасоль зеленая, кукуруза, тыква, зелень петрушки, сельдерея, щавеля, укропа и др.), ягод садовых и дикорастущих (земляника, смородина, малина, клюква, брусника, черника, голубика, шиповник, облепиха и др.), плодов (слива, вишня, черешня, абрикосы, кизил и др.), грибов (белые, лисички, шампиньоны, вешенка);

• картофель «фри», картофель резанный бланшированный, целый обжаренный, необжаренный, картофельные котлеты и др.

• овощные смеси, сформированные с учетом принципов национальных традиций, рационального здорового питания, в т.ч. для первых обеденных блюд (борщи, щи, супы овощные, грибные, зеленные и др.) для гарниров, салатов, начинок;

• мясорастительные готовые блюда и десерты плодовоягодные.

Наблюдаются новые тенденции в совершенствовании ассортимента выпускаемой продукции, в т.ч. создание замороженной продукции функционального назначения, содержащий комплекс витаминов и биологически активных и других веществ, направленных на улучшение здоровья населения (различные быстрозамороженные пюреобразные продукты, пищевые добавки, овощные смеси, десерты и др.).

Для более широкого использования сырьевых ресурсов страны нами были разработаны технологии быстрого замораживания дикорастущей продукции: ягод (черника, голубика, шиповник, земляника и др.), плодов (арония черноплодная, рябина красная, шиповник, морошка и др.) и грибов (белые, лисички, подосиновики и др.).

Фундаментальные и прикладные работы последних лет позволили обосновать в качестве эффективных путей оптимизации производства и повышения конкурентоспособности быстрозамороженной плодоовощной продукции целый ряд направлений.

В качестве основного направления рассматривается создании е усовершенствованной холодильной цепи (НХЦ) с дифференцированными режимами охлаждения для каждого этапа – от заготовок сырья до его низкотемпературной обработки и хранения.

Установлены оптимизированные технологические параметры заготовок и хранения растительного сырья перед переработкой с применением высокоэффективных холодильных технологий в единой непрерывной цепи «поле – потребитель». Усовершенствованы параметры отдельных технологических операций и оборудования подготовки сырья (мойка, бланширование и др.). Для повышения уровня безопасности продукции разработан ряд антисептических методов обработки сырья, оборудования и помещений, что значительно сокращает микробиологическую обсемененность и повышает санитарно – гигиеническую безопасность готовой замороженной продукции.

Усовершенствована непосредственно технология замораживания фруктов и овощей. В целях сокращения продолжительности процесса замораживания на завершающем этапе подготовки сырья (после мойки, бланширования) разработаны и применены эффективные режимы предварительного охлаждения растительного сырья перед низкотемпературным воздействием.

Для реализации режимов предварительного охлаждения подготовленного сырья перед шоковым замораживанием в РФ впервые создана и запущена в серийное производство установка для предварительного охлаждения и осушки сырья от поверхностной влаги (фирма ОАО «Гран» по исходным требованиям ВНИИКОП, ВНИХИ).

На основе проведенных опытно-промышленных испытаний отработана усовершенствованная высокоэффективная технология производства быстрозамороженной растительной продукции (овощи, овощные смеси, картофель, ягоды, плоды, грибы и др.), апробация которой выявила высокий уровень сохранения качества продукции, высокую степень микробиологической безопасности и продление гарантийного срока хранения быстрозамороженных овощей, смесей, картофеля, ягод, плодов, грибов сроком до 18-24 месяцев при температуре хранения -18...-22^{0}С.

В последние годы, в связи с необходимостью замены озоноразрушающих хладагентов - фреонов, возросло внимание к применению нетрадиционных криогенных хладагентов (жидкого азота, жидкого и твердого диоксида углерода), характеризующихся ря-

дом важных преимуществ: экологической безопасностью, высокими скоростями замораживания, снижением энергозатрат, совмещением низкотемпературного воздействия с влиянием образующейся газовой среды (с повышенным содержанием азота или CO_2), сохранения наиболее высокой пищевой ценности и потребительских качеств плодов, ягод, грибов, овощей.

ВНИИКОПом совместно с ВНИХИ обоснован метод криогенного замораживания ягод, мелких плодов, резаных овощей с использованием хладагента – гранулированного диоксида углерода (сухого льда) и выявлена его высокая эффективность.

Сочетание высокой скорости замораживания с повышенным содержанием в газовой среде CO_2, выделяющейся при десублимации сухого льда, обеспечивает более высокое сохранение у ягод витамина С (90% и более), сокращает сокоотдачу при дефростации на 10-27% , обеспечивает более значительное ингибирование поверхностной микрофлоры (табл. 1).

Разработан воздушно-сухоледный метод замораживания ягод, включающий предварительное охлаждение ягод до температуры 0…10^{0}С и последующее замораживание их россыпью в низкотемпературных камерах (при минус 18^{0}С) с дополнительным внесением в массу сырья гранулированного сухого льда.

Разработана технология быстрого замораживания ягод и овощей в скороморозильных аппаратах, использующих в качестве генератора холода экологически безопасные холодильные газовые (воздушные) машины с турбодетандерами при температурах -60…-120^{0}С. Обеспечивается скорость процесса, характерная для условий сверхбыстрого замораживания, сокращаются затраты на осуществление замораживания в сравнении с азотными аппаратами, обеспечивается высокое качество замороженной продукции.

Создана экологически безопасная криогенная технология замораживания широкого ассортимента плодоовощного сырья, отличающаяся: применением экологически безопасного хладагента – жидкого азота с повышением скорости замораживания в 8-30 раз, сохранением наиболее высоких потребительских качеств продукции, в т.ч. витаминов и биологически активных веществ и пониженным уровнем микрофлоры.

Таблица 1. Влияние способов замораживания на микрофлору различных ягод и плодов

Вид сырья	Метод замораживания, Температура замораживания	Количество поверхностной микрофлоры, % к исходному		
		бактерии	плесени	дрожжи
Красная смородина	Воздухом -35^{0}С	18,6	36,0	25,3
	Сухим льдом -78^{0}С	9,0	23,6	1,0
	Жидким азотом -40…-196^{0}С	5,1	9,8	0,5
Черная смородина	Воздухом -35^{0}С	10,9	40,0	3,09
	Сухим льдом -78^{0}С	3,8	18,9	12,0
	Жидким азотом -40…-196^{0}С	4,0	8,3	0,9
Земляника	Воздухом -35^{0}С	7,2	87,5	43,0
	Воздушный турбохолод -60^{0}С	4,0	7,5	5,0
Перец сладкий	Воздухом -35^{0}С	7,7	20,0	10,9
	Жидким азотом -40…-196^{0}С	1,6	0,6	0,3

Для реализации технологии имеется выпускаемое серийно отечественное оборудование – азотный скороморозильный трехзонный аппарат АСТА (разработчик ООО «Темп-11») малой металлоемкости, характеризующийся минимальным расходом электроэнергии, отсутствием капзатрат на холодильную машину и простотой обслуживания.

Технология характеризуется высоким социальным эффектом – обеспечивает производство быстрозамороженной растительной продукции с сохранением исходной пищевой ценности.

Капитальные затраты на реализацию технологии сокращаются в 2-3 раза за счет применения безмашинного способа получения холода.

Себестоимость технологии имеет тенденцию к понижению

благодаря разработке и началу освоения более дешевого способа получения жидкого азота из природных высокоазотных газов РФ (Удмуртия и др.) при понижении себестоимости в 3-5 раз.

Технология успешно апробирована на производстве. Разработана НТД (технологическая инструкция и технические условия) на производство криогенно замороженных ягод, плодов, овощей, картофеля с применением аппарата АСТА.

Совместно с ООО «Темп-11» оптимизирован процесс быстрого замораживания сырья, в т.ч. использован экологически безопасный способ охлаждения и замораживания путем применения воздушно-криогенной (турбохолодильной) системы холодообеспечения.

Режимы замораживания: температура замораживания -60…-80^{0}С, скорость потока охлаждающего воздуха 5-15 м/с, продолжительность заморозки 10-15 мин.

Органолептическая оценка опытных образцов моркови, картофеля и других овощей по показателям внешнего вида, окраски, консиситенции и вкусу составила 5 баллов, контрольные образцы - на уровне 3-4 баллов (60-80% от исходного).

Разработанная технология позволяет снизить затраты на реализацию криогенного замораживания в 1,2-1,3 раза благодаря предварительному охлаждению сырья до замораживания. Сокращает производственные затраты за счет замены азотной системы на воздушно-криогенную.

Разработана новая технология быстрого замораживания картофеля и овощей с предварительным подсушиванием. Частичное обезвоживание удаляет из межклетников часть свободной влаги, тем предотвращая образование в них крупных водных кристаллов при замораживании. Сокращается сокоотдача при дефростации и потери питательных веществ. Замораживание растительного сырья промежуточной влажности можно осуществлять в низкотемпературных камерах (при -18…-35^{0}С) без применения скороморозильного аппарата.

Применение разработанных способов замораживания обеспечивает в быстрозамороженных ягодах и овощах сохранение 80-95% исходного содержания витаминов в условиях хранения -18…-20^{0}С до 24 месяцев.

Решение проблемы расширения производства быстрозамороженной плодоовощной продукции длительного хранения и создания её резервов неотъемлемо связано с оптимизацией технологии охлаждения и низкотемпературной обработки.

С учетом продления сроков хранения быстрозамороженных по оптимизированной технологии ягод, плодов, овощей можно рекомендовать их как важный витаминный компонент резервного запаса.

Список литературы

1. Белозеров, Г. А. Проблемы холодильной цепи / Г.А.Белозеров // Холодильный бизнес. – 2010. – №6. – С. 42-46.
2. Гореньков, Э. С., Шишкина, Н. С., Лежнева, М. Л., Карастоянова, О. В., Грызунов, А. А. Новые технологии замораживания садовых и дикорастущих ягод с применением сухоледной и воздушно-сухоледной систем охлаждения // Сборник научных трудов международной научно-практической конференции «Технологические проблемы консервирования и хранения плодов и овощей» к 100-летию со дня рождения В.И. Рогачева 2007 г. – С. 64-69.
3. Шишкина, Н. С., Лежнева, М. Л., Карастоянова, О. В., Венгер, К. П., Феськов, О. А., Шахмеликян, Г. Б. Технология производства быстрозамороженных овощей и ягод с применением низкотемпературной установки // Продукты длительного хранения №3. – 2008 г.
4. Шишкина, Н. С., Грызунов, А. А., Каухчешвили, Н. Э., Карастоянова, О. В., Баулина, Ю. В. Оптимизация технологии быстрого замораживания растительной продукции // Продукты длительного хранения №4. – 2009 г.

УДК 664.78:664.72:543

***Л.Г. Приезжева, Е.П. Мелешкина**. ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии*

***L.G. Priezzheva, E.P. Meleshkina**. GNU VNIIZ RAAS*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ КИСЛОТНОЕ ЧИСЛО ЖИРА ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ НОРМ БЕЗОПАСНОГО ХРАНЕНИЯ И ГОДНОСТИ ЗЕРНОПРОДУКТОВ

THE USE OF INDICATORS OF ACID NUMBER FAT TO SET STANDARDS FOR SAFE STORAGE AND VALIDITY GRAIN PRODUCTS

В статье приводится разработка единой методики определения норм безопасного хранения и годности по величине кислотного числа жира для муки пшеничной, ржаной, крупы рисовой, овсяной, гречневой, продела и пшена и оценки органолептических свойств зернопродуктов объективным инструментальным показателем.

Ключевые слова: хранение, зернопродукты, кислотное число жира, комплексная органолептическая оценка, норма свежести, норма годности, мука пшеничная хлебопекарная.

The article presents the development of a unified methodology for determining the rules of safe storage and shelf-largest number of fat acid for wheat flour, rye flour, groats rice, oats, buckwheat, millet and slipped and evaluation of the organoleptic properties of grain products objective instrumental indices.

Keywords: storage, grain products, an acid number of fat, complex organoleptic assessment, the rate of freshness, the rate of life, wheat flour.

Многочисленные работы отечественных и зарубежных учёных показали, что потеря свежести зернопродуктов связа-

на с изменениями в их липидном комплексе, обусловленными гидролитическими процессами. В процессе гидролиза липидов зернопродуктов образуются в основном ненасыщенные жирные кислоты: олеиновая, линолевая, линоленовая с одной, двумя и тремя двойными связями соответственно [1]. Наличие двойных связей приводит к дальнейшему гидролизу этих кислот «с одновременным образованием свободных жирных кислот с более короткими углеводородными остатками, что обуславливает понижение порога восприятия вкуса и аромата, появление посторонних привкусов и запахов или прогорклости» [2].

Традиционно качество зернопродуктов определяют органолептически. Для получения достоверных данных необходима подготовка квалифицированных дегустаторов и дегустационной комиссии, которая по нормам Минздрава (МУК 4.21847-04) должна включать не менее 7, а по международным требованиям 10-25 экспертов [3]; в соответствии с Межгосударственным стандартом ИСО 8586-1:2011 рекомендуемое число экспертов от 9 до 15 [4]. Введение инструментальных методов оценки органолептических показателей зернопродуктов является насущной задачей [5].

Исследования в направлении поиска показателя, достоверно отражающего состояние зернопродуктов при хранении, были проведены еще Козьминой Н.П. и Алякринской Е.А. [6]. Они предложили «характеризовать свежесть муки, т.е. изменения, происшедшие при ее хранении, по величине кислотного числа жира» (КЧЖ). В работах Козьминой Н.П. отмечалось, что этот показатель целесообразно применять потому, «что он дает возможность судить о степени гидролиза жира и перспективах изменения данного зернопродукта при его дальнейшем хранении» [7].

Большое значение показателю КЧЖ уделено в работах Трисвятского Л.А., который рекомендовал использовать этот показатель для установления сроков хранения муки, определения её возраста и степени созревания [8], [9].

ФАО/ВОЗ Приказом №152 ограничил в пшеничной муке содержание свободных жирных кислот 50 мг КОН на 100 г продукта (в нашей стране этот показатель традиционно называется кислотным числом жира).

Необходимость научно-обоснованных сроков хранения диктуется требованиями безопасности продукции, особенно после вступления России в ВТО. В Техническом регламенте Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» записано: «Срок годности устанавливает производитель продукции». В действующих стандартах на зернопродукты в разделах «Транспортирование и хранение» указано, что срок хранения зернопродуктов устанавливает изготовитель продукции. Для того чтобы установить срок безопасного хранения и годности зернопродукта, необходим объективный показатель, отражающий изменения его качества в процессе хранения.

Исследованиями ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии, проведёнными в последнее время установлено, что показатель КЧЖ реально может быть использован для определения сроков безопасного хранения и годности зернопродуктов [10].

Согласно принятой нами терминологии срок безопасного хранения зернопродукта определяется его свежестью – показателем качества зернопродуктов, который характеризует его органолептические свойства и определяется КЧЖ - количеством свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира, и выражается в мг КОН на 1 г жира.

Норма свежести – это такое значение КЧЖ, при котором зернопродукт сохраняет свойственные ему органолептические показатели – вкус, запах, цвет. Превышение установленной для каждого зернопродукта нормы свежести свидетельствует о появлении вследствие гидролитических процессов несвойственных ему запаха, вкуса, цвета. Такой зернопродукт дальнейшему хранению не подлежит и должен быть реализован. Следовательно, норма свежести является показателем, определяющим срок безопасного хранения. Необходимо отметить, что при достижении значения КЧЖ, равном норме свежести, органолептические свойства конечного продукта, - хлеба и каши практически не изменяются. Однако, при дальнейшем хранении значения КЧЖ могут достигать больших величин, что отражается на органолептических свойствах хлеба и каши.

Это обстоятельство привело к необходимости введения понятия годность зернопродукта. Годность – показатель каче-

ства зернопродуктов, который характеризует уровень снижения органолептических свойств уже конечных продуктов – хлеба и каши. Определяется этот показатель также значением КЧЖ зернопродукта.

Норма годности – это такое значение КЧЖ, выше которого органолептические свойства хлеба и каши, полученные из этих зернопродуктов, не соответствуют стандартным требованиям по показателям цвет, вкус, запах, консистенция каши, внешний вид и пористость хлеба. Зернопродукт, имеющий значение КЧЖ выше нормы годности, не должен использоваться по прямому назначению.

Учитывая важность проблемы ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии разработал метод определения КЧЖ – ГОСТ Р 52466-2005 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения кислотного числа жира», который с 1 июля 2013 г. является Межгосударственным стандартом ГОСТ 31700-2012 с тем же названием. Для установления норм свежести и годности зернопродуктов была разработана методика, основанная на выявленной нами нелинейной взаимосвязи комплексной органолептической оценки от величины КЧЖ [10]. Комплексная органолептическая оценка является суммой среднеарифметических экспертных оценок по каждому из оцениваемых признаков (вкус, запах, цвет) с учетом соответствующих весовых коэффициентов этих признаков.

Исследования различных зернопродуктов показали, что наибольшей достоверностью для этой зависимости обладает тренд в виде полинома 3-ей степени в случае, когда представлен максимально возможный диапазон значений КЧЖ исследуемого зернопродукта. На рис. 1 в качестве примера приведёна такая зависимость для муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта. Средняя согласованность экспертных оценок по результатам трёх дегустаций составила 81%.

Анализ полученной аппроксимирующей зависимости показывает наличие 3-х участков с различными значениями производных аппроксимирующей функции. Первый и третий участки характеризуются низкими значениями производной аппроксимирующей функции по сравнению со 2 участком (рис. 1).

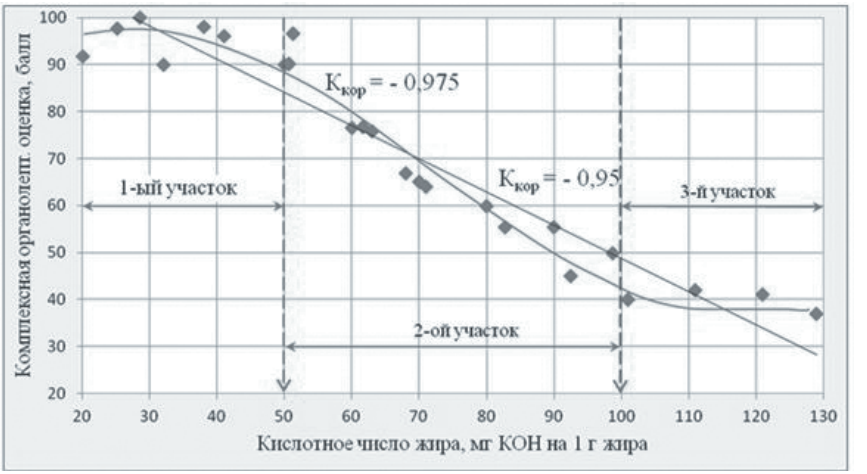


Рис. 1. Зависимость комплексной органолептической оценки муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта от величины КЧЖ

Уточнение границ участков проводится с использованием метода кусочно-линейной аппроксимации полученной зависимости комплексной органолептической оценки зернопродукта от величины КЧЖ с обязательным учётом значения уровня достоверности проводимой аппроксимации.

На рис. 2 представлен пример такой аппроксимации для муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта.

Метод кусочно-линейной аппроксимации позволяет заменить нелинейную зависимость 3-мя отрезками прямых, адекватно отображающих свойства нелинейной функции на этих отрезках. Каждый отрезок строится с учётом максимальной достоверности линейной связи. Границы этих участков определяют нормы свежести и годности зернопродуктов.

Анализ полученных результатов показал, что первый участок определяет область свежести – значения КЧЖ, при которых мука пшеничная практически сохраняет свои исходные свойства; с такими значениями КЧЖ она может и храниться, и реализовываться. Партии муки, имеющие значение КЧЖ от 20 до 50 мг КОН на 1 г жира, по комплексной органолептической оценке изменяются незначительно – от 98 до 92 баллов.

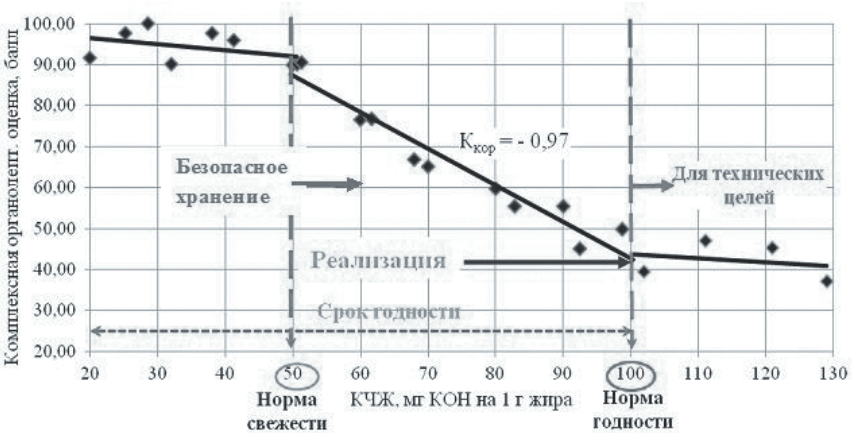


Рис. 2. Кусочно-линейная аппроксимация зависимости комплексной органолептической оценки муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта от величины КЧЖ

Второй участок определяет область резкого снижения комплексной органолеп-тической оценки муки до значения КЧЖ, при котором мука пшеничная может использоваться по прямому назначению, т.к. степень снижения ее органолептических свойств ещё не сказывается на органолептических свойствах конечного продукта – хлеба. Партии муки с величиной КЧЖ от 50 до 100 мг КОН на 1 г жира, имеют органолептические характеристики тем хуже, чем выше значение КЧЖ, однако, при этих значениях КЧЖ хлеб, выпеченный из такой муки, отвечает стандартным требованиям. Мука пшеничная с величиной КЧЖ между областью свежести и нормой годности хранению не подлежит, но может быть реализована.

Третий участок составляют партии муки с величиной КЧЖ свыше 100 мг КОН на 1 г жира. Хлеб, выпеченный из муки с такими значениями КЧЖ, по органолептическим показателям не отвечает стандартным требованиям. Такая мука может быть использована только на технические цели.

Следовательно, значение КЧЖ, определяющее норму безопасного хранения муки пшеничной находится на пересечении области свежести и области резкого снижения комплексной ор-

ганолептической оценки – 50 мг КОН на 1 г жира[1]. Норму годности муки пшеничной определяет диапазон значений КЧЖ до границы, когда конечный продукт не отвечает стандартным требованиям – 100 мг КОН на 1 г жира.

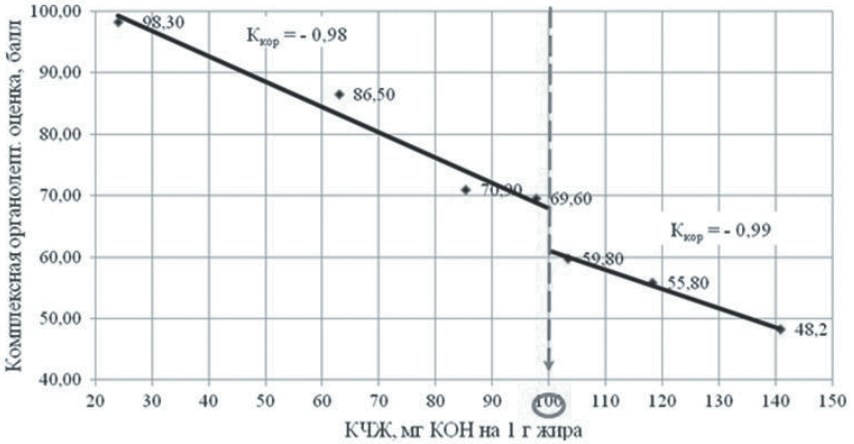


Рис. 3. Кусочно-линейная аппроксимация зависимости комплексной органолептической оценки хлеба из муки пшеничной высшего сорта от величины КЧЖ

Для уточнения нормы годности муки пшеничной дополнительно проводилась дегустация хлеба, выпеченного из муки пшеничной с различными значениями КЧЖ. Комплексная органолептическая оценка хлеба рассчитывалась по показателям вкус, цвет, запах, хлебопекарная оценка с учётом соответствующих весовых коэффициентов. Средняя согласованность экспертных оценок при дегустации органолептических свойств хлеба составила 86,7%.

Результаты статистической обработки полученных данных приведены на рис. 3. Анализ этих результатов показывает, что с увеличением КЧЖ муки пшеничной от 20 до 100 мг КОН на 1 г жира комплексная органолептическая оценка хлеба снижается. При значениях КЧЖ муки выше 100 мг КОН на 1 г жира ком-

[1]Норма ФАО/ВОЗ – 50 мг КОН на 100 г муки пшеничной. Учитывая, что содержание жира в муке ~ 1% эти данные идентичны, что проверено нами экспериментально

плексная органолептическая оценка хлеба скачкообразно снижается с 69,6 до 59,8 баллов. При таких значениях комплексной органолептической оценки вкус, запах, хлебопекарная оценка хлеба уже не соответствуют стандартным требованиям.

Значения КЧЖ, определяющие границу годности муки пшеничной, по дегустациям муки и хлеба совпали, что подтверждает возможность определять срок годности по величине КЧЖ.

Исследования, проведённые ГНУ ВНИИЗ по изучению взаимосвязи органолептических свойств различных зернопродуктов с величиной их КЧЖ позволило впервые установить нелинейный характер этой зависимости, разработать единую методику определения норм безопасного хранения и годности по величине КЧЖ и установить эти нормы для муки пшеничной, ржаной, крупы рисовой, овсяной, гречневой, продела и пшена.

Проведенная работа даёт возможность оценки органолептических свойств зернопродуктов объективным инструментальным показателем – КЧЖ.

Нормы безопасного хранения и годности введены в стандарт ГОСТ Р 52809-2007 Мука ржаная. Общие технические условия и ГОСТ Р 55290-2012. Крупа гречневая и продел. Общие технические условия, Мука для детского питания (рисовая, гречневая, овсяная) ГОСТ Р 53495-2009 с 2013 г. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31645-2012 с тем же названием.

В настоящее время ГНУ ВНИИЗ проводит исследования по установлению сроков безопасного хранения и годности муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта при различных температурных условиях характерных для РФ.

Список литературы

1. Нечаев, А. П. Липиды зерна / А.П. Нечаев, Ж.Я. Сандлер. – М.:Колос, 1975. – 158 с.

2. Сингх, Р. П., Андерсен, Б. А. Основные виды порчи пищевых продуктов в книге «Срок годности пищевых продуктов» под ред. Р. Стеле. Перевод с англ., гл. 1. Санкт-Петербург, 2006. – С. 17-40.

3. Кантаре, В. М., Матисон, В. А., Фоменко, Н. А., Крюкова, Е. В. Основные методы сенсорной оценки продуктов питания //

Пищевая промышленность. – 2003. – №10. – С. 6-13.

4. Кусакин, Н. А., Кроман, В. Н. Органолептические испытания пищевых продуктов // Методы оценки соответствия. – 2006. – №9(3).

5. Ирвин Дж.В., Хаджест Н. Анализ степени окисления липидов // Срок годности пищевых продуктов. – Санкт-Петербург, 2006. – Гл.13. – С. 346-378.

6. Козьмина, Н. П., Алякринская, Е. А. Einfache Methode zur Säurezahlbesetimmung des Mehlfettes für die Beurteilung des Altes der Mehle // Das Mühlenlab. – 1935. – V.5. – №3.

7. Козьмина, Н. П. Проблема улучшения качества муки. – М.: Заготиздат, 1940. – 155 с.

8. Трисвятский, Л. А. Выявление признаков устойчивости муки против прогорканий при её хранении // Опыт хранения зерна, муки и крупы. – М., 1946. – С. 111-136.

9. Трисвятский, Л. А. Хранение зерна. – М.: Колос, 1975. – 400 с.

10. Приезжева, Л. Г. Методика определения норм свежести и годности зернопродуктов (мука, крупа) по величине кислотного числа жира // Хлебопродукты. – М., 2012. – С. 50-53.

УДК 677.31:631.162:636.3(571.54):637.623.05

***А.Н. Рогова**, к.т.н. ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

***A.N. Rogova**. Federal State Institution Scientific Research Institute for storing Rosrezerva*

РОЛЬ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ В ФОРМИРОВАНИИ КАЧЕСТВА МЫТОЙ ШЕРСТИ

ROLE OF PRIMARY TREATMENT IN FORMING QUALITY OF SCOURED WOOL

В статье рассмотрены вопросы, связанные с производством и первичной обработкой шерсти, используемой в текстильной промышленности в качестве сырья для производства тканей, технических войлоков и других изделий. Показана роль и влияние отдельных процессов первичной обработки на качество и технологические свойства шерсти.

Ключевые слова: шерсть овечья, руно, загрязнения, первичная обработка, классировка, приемка по количеству и качеству, сортировка, мойка, сушка, технологические свойства.

The article deals with issues related to the production and primary processing of wool used in the textile industry as a raw material for the production of fabrics, felts and other technical products. Shows the role and influence of the individual processes of primary processing on the quality and technological properties of wool.

Keyword: ovine wool, fleece, pollution, primary processing, separation into classes acceptance in quantity and quality, sorting, washing, drying, processing properties.

Шерсть – экологически чистое природное волокно, получаемое из шерстяного покрова различных животных. Шерсть является одним из первых материалов, который человек научился использовать в своей повседневной жизни.

Благодаря комплексу уникальных свойств – прядильной способности, валкоспособности, гигроскопичности, эластичности и упругости – шерсть представляет собой особый и незаменимый вид сырья для текстильной промышленности. Из шерсти изготавливают тонкие камвольные ткани, сукна, технические войлоки, которые применяются в разнообразных отраслях промышленности (при изготовлении автомобилей, самолетов, сельскохозяйственной техники, электрооборудования, обуви, в стекольном производстве, металлургической промышленности, в строительстве и медицине), различные валяльно-войлочные изделия бытового назначения. Шерсть как наполнитель используется при производстве стеганой продукции (одеял, наматрасников, спальных мешков, подушек и др.).

Основным источником получения шерсти в промышленных масштабах (более 90%) являются овцы. По особенностям получаемой шерсти выделяют породы тонкорунных, полутонкорунных, полугрубошерстных и грубошерстных (шубные, смушковые, мясо-сальные) овец. Наиболее ценными считают породы тонкорунных мериносовых овец, дающих тонкое (средний поперечник от 14 до 25 микрон), длинное, мягкое и эластичное волокно. Мериносовая шерсть способна долгое время держать объем и форму, а благодаря естественному завитку отличается особой упругостью. Эта шерсть обладает природной белизной с гармоничной палитрой цветовых нюансов.

Справка. Овцы породы меринос имеют испанское происхождение. Возникновение этой породы – XII век – овцы из Малой Азии и Северной Африки. Селективное выведение специальной породы овец с тонкой и длинной шерстью начали римляне, скрестив греческого барана с римской овцой. В XII-XVI веках наибольшего успеха в разведении мериносов добились испанцы и были монополистами в шерстяной отрасли, благодаря мериносу, как лучшей в мире породе овец. Вплоть до XVIII века экспорт мериносов из Испании считался преступлением и карался смертной казнью. В 1723 г. некоторое количество овец было вывезено в Швецию, в 1765 г. – в Саксонию. Первые 70 голов были привезены в Австралию в 1788 г., где условия для их разведения оказались идеальными, и с этого момента именно Австралия стала главным поставщиком шерсти в страны Европы, рис.1 [1].

Рис.1. Австралийский меринос

В настоящее время меринос, как самая передовая коммерческая порода овец в мире, распространена во многих странах. Заводчики мериносов и их представители в национальных и местных ассоциациях в 1982 г. создали Всемирную федерацию по разведению мериносов, включающую 13 стран-членов Ассоциации заводчиков мериноса в Аргентине, Австралии, Франции, Венгрии, Лесото, Новой Зеландии, Румынии, России, Южной Африке, Испании, Уругвае, США и КНР Синьцзян. Каждые четыре года проводятся международные конференции. Первая состоялась в Австралии (г. Мельбурн) в 1982 г. Последующие – в Испании (1986 г.), Южной Африке (1990 г.), Уругвае (1994 г.), Новой Зеландии (1998 г.), Венгрии (2002 г.), Австралии (2006 г.), Франции (2010 г.). Последняя конференция состоялась в конце апреля – начале мая 2014 г. в г. Стелленбос, Западный мыс, Южная Африка. В конференциях участвуют заводчики племенных и коммерческих стад, владельцы шерстных овец, генетики, ученые, специалисты по продаже шерсти со всего мира [2].

Шерсть, состриженная с овец, содержит большое количество различных загрязнений и, кроме того, весьма неоднородна по качеству, что не позволяет вести ее промышленную переработку без предварительной очистки и сортировки. Содержание загрязнений в немытой шерсти колеблется в широких пределах

от 40 до 70% и зависит от многих причин: породы, пола и возраста овец, режима их кормления и содержания, почвенных и климатических условий. Так общее количество примесей в мериносовой шерсти достигает 60-70% от массы, в шерсти полугрубошерстных и помесных овец – 50-60%, а в грубой шерсти – 20-30%.

Загрязнения в шерсти классифицируются по двум основным категориям: естественные и привнесенные.

К естественным загрязнениям относятся: жир, пот, пятна от мочи и навоза. Естественные загрязнения не могут контролироваться человеком. Привнесенные загрязнения – это грязь и пыль, растительные примеси (семена, репейник, солома, растительный мусор), несмываемое клеймо (тавро), нитки или обрезки шпагата из растительных или химических волокон. Привнесенные загрязнения в какой-то степени можно контролировать. Так, растительные загрязнения можно уменьшить следующими способами [3]:

- обработка пастбищ и удаление с них загрязняющих растений;
- выводить овец на какой-либо участок до того, как растения на нем сформируют семена;
- не укладывать сено в загон для овцы перед стрижкой;
- не переполнять кормушки и т.д.

Наихудшими из загрязнений, с точки зрения переработчиков шерсти, являются загрязнения, сделанные человеком. К ним относятся полипропиленовая бечева, несмываемое клеймо и гудрон. Шерстяное волокно с такими включениями считается дефектным. В овцеводческих хозяйствах не рекомендуется применять несмываемую краску для клеймения овцы, лучше использовать либо смываемую краску, либо маркировать нос или ухо.

Подготовка шерсти к промышленной переработке в пряжу и ткани, а также для длительного хранения, осуществляется на фабриках первичной обработки шерсти (ПОШ). Назначение ПОШ – обработка и очистка шерсти, получаемой от овцеводческих хозяйств и заготовительных организаций, и формирование больших партий однотипной шерсти.

Первичная обработка шерсти включает следующие процессы: приемку немытой шерсти по количеству и качеству, со-

ртировку, разрыхление и трепание, мойку, сушку и упаковку в кипы [4].

Приемка шерсти по количеству. Каждая партия поступившей на ПОШ шерсти принимается отдельно. Приемка партии по количеству осуществляется путем взвешивания каждой кипы и сверки фактической массы с представленными документами. По результатам составляется акт приемки по количеству.

Приемка шерсти по качеству – это проверка соответствия содержимого кип указанной маркировке. Для этого производится контрольная классировка с отбором образцов шерсти для лабораторных испытаний. Контрольной классировке подвергается 10-20% кип, полученные результаты распространяются на всю поступившую партию. Если при контрольной классировке не обнаруживаются недопустимые ошибки, то партия принимается по документам отправителя. При выявлении недопустимых ошибок партия по согласованию сторон переклассифицируется за счет поставщика или не принимается. К недопустимым ошибкам классировки относят наименование шерсти, цвет, время стрижки.

Классировка шерсти – важнейшее и первоначальное звено при дальнейших передвижениях шерстяного сырья. Первичная классировка шерсти проводится в овцеводческих хозяйствах на пунктах стрижки овец по каждому руну перед его упаковкой в кипу в точном соответствии с действующими государственными стандартами [5]. При этом руна на отдельные сорта не разрывают, а оценивают по преобладающему качеству шерсти на основных его частях (бок, спина, лопатка). Классировщик и его помощник расстилают руно на решетчатом столе концами штапелей вверх, расправляя его, чтобы шерсть лежала ровным слоем, основные части руна были хорошо расправлены и находились на середине стола. Руно встряхивают, освобождая его от пыли, сора и мелких кусочков грязи. Затем от руна отделяют загрязненные и пожелтевшие куски шерсти. Если их не удалить, а упаковать вместе с руном, то в дальнейшем при хранении, особенно в запрессованном виде, чистая рунная шерсть от соприкосновения с загрязненной может утратить нормальный цвет и пожелтеть. Важнейшим условием правильной классировки шерсти является высокая квалификация стригаля и классировщика.

В настоящее время в России классировка шерсти осуществляется в соответствии с ГОСТ 30702-2000 «Шерсть. Торговая

сельскохозяйственно-промышленная классификация» [6], [7]. Стандарт впервые объединяет в единое целое ранее разобщенные, но самостоятельные сельскохозяйственные, заготовительные, промышленные и торговые стандарты на различные виды шерсти и может одновременно использоваться в сельском хозяйстве, коммерческих структурах, на предприятиях первичной обработки и шерстяной промышленности. Особенностью этого документа является то, что он согласован и принят 10 странами-участницами СНГ, гармонизирован с Международным Секретариатом Шерсти и Европейской Ковровой Ассоциацией. Стандарт отражает последние достижения науки, новые технологии и учитывает рыночные отношения по проблеме шерсти в современном мире.

Сортировка шерсти. В разных частях руна шерсть неодинакова по качеству, поэтому для получения более однородной массы шерсть сортируют. Промышленную сортировку шерсти на ПОШ осуществляют вручную на конвейерных линиях путем разделения рун на отдельные части, представляющие собой определенные сорта с различными физико-механическими и технологическими свойствами волокна (тонина, длина, прочность, состояние, цвет). В процессе сортировки формируются производственные ассортименты шерсти для последующей обработки.

Мойка и сушка шерсти. Немытая сортированная шерсть направляется на промывку. Целью промывки является очищение шерсти от жиропота, растительных и минеральных примесей, чтобы сделать ее пригодной для переработки в пряжу и изделия. В настоящее время в мировой практике применяются два способа промывки шерсти: водными растворами моющих средств и органическими растворителями. На долю водной промывки шерсти приходится до 90% от общего объема производства [8]. При водной промывке применяют, как правило, растворы синтетических моющих средств, таких как сульфонол, сульфонат и превоцелл и многих других, обеспечивающих нейтральную среду промывки. В этом случае достигаются наилучшие показатели качества промывки без повреждения шерсти [9]. Так, например, на Борской ПОШ в качестве моющего средства используют алкилсульфонат с добавлением соды для нейтрализации моющего раствора.

Современный моечно-сушильный агрегат представляет собой непрерывно действующую поточную линию, включающую:

автопитатель немытой шерсти, двухбарабанную трепальную машину непрерывного действия, моечную машину из пяти ванн, отжимные валы, автопитатель мытой шерсти для питания сушильной машины, сушильную машину. В процессе трепания крупные клочки шерсти разделяются на более мелкие, в результате чего при промывке моющие растворы легче проникают в шерсть, удаляется значительное количество минеральных примесей (пыль, песок) и легко отделимых растительных примесей, что также оказывает положительное влияние на процесс промывки шерсти.

При подаче шерсти к моечным машинам соблюдают определенную последовательность в ее промывке. Сначала промывают шерсть наиболее ценную по тонине и длине (тонкую и полутонкую), а затем – менее ценную (полугрубую и грубую). После рунной шерсти моют отсортировки и отклассировки. При переходе с промывки шерсти одной партии на промывку шерсти другой партии шерстомойный агрегат и все транспортные средства необходимо тщательно очищать. Также необходимо соблюдать последовательность промывки шерсти по цветам: сначала промывать шерсть белого цвета, затем светло-серую и далее шерсть темных цветов.

Режим промывки, концентрация моющего раствора и выход мытой шерсти зависят от количества загрязнений: чем больше на волокне жиропота, минеральных и растительных примесей, тем больше расход моющих веществ и меньше выход. Тонкую и полутонкую шерсть обычно промывают в пяти ваннах, из которых первая – замачивающая, вторая, третья и четвертая – рабочие, а пятая – полоскательная. Полугрубая и грубая шерсть содержит меньше загрязнений и жира, поэтому для промывки полугрубой шерсти достаточно четырех ванн, а для промывки грубой шерсти – трех. Так как мериносовая шерсть имеет значительно больше загрязнений, чем шерсть других видов, она имеет наименьший выход после мойки – 35-50%.

Большое остаточное содержание щелочи в мытой шерсти снижает ее прочность и упругость. Поэтому перед подачей шерсти в сушильную машину ее прополаскивают в чистой воде пятой ванны при температуре 38-40°С для полного удаления с волокна щелочи. Современные моечные агрегаты оборудованы терморегуляторами и дозаторами для автоматического регулирования температурного режима и концентрации моющих растворов.

Выходящая из последней моечной ванны шерсть после

отжима ее на отжимных валах содержит 65-70% влаги. Дальнейшее удаление влаги и доведение ее содержания в шерсти до 15-17% осуществляется в сушильной машине.

Основными показателями, характеризующими качество промывки шерсти, являются: количество остаточного жира и остаточной щелочи на волокне, потери массы шерсти при обеспыливании, содержание влаги (недосушенная, пересушенная шерсть), содержание растительных примесей, подстрижки и закатанной шерсти (горошка).

Упаковка и маркировка шерсти. После промывки и высушивания мытая шерсть вылеживается в течение 24 часов в специальных помещениях – лабазах. В процессе вылеживания шерсть остывает, выравнивается влажность по всей ее массе. Упаковка и особенно прессование теплой шерсти сразу после высушивания может привести к порче волокна.

Упаковку, маркировку и транспортирование сортированной шерсти производят в соответствии с ГОСТ 5778-2000 [10]. Шерсть запрессовывают в кипы отдельно по каждому виду (мериносовая, помесная и др.) и промышленному сорту. Для упаковывания кип применяют паковочную льно-джуто-кенафную ткань.

Современная фабрика первичной обработки шерсти является предприятием с высокой степенью механизации трудоемких работ и автоматизации технологических процессов. Наиболее рациональным вариантом производственного здания современной фабрики первичной обработки шерсти считается трехэтажный корпус, в котором на третьем этаже расположены камеры или установки для обогрева шерсти, сортировочный цех, на втором – лабазы немытой сортированной шерсти, а на первом – моечно-сушильные агрегаты.

Такое расположение цехов обеспечивает правильный технологический поток и создает все необходимые предпосылки для механизации транспортировки продукции по переходам. Исходя из того, что один шерстомойный агрегат в состоянии промыть 20-25 т немытой шерсти в сутки, каждая фабрика первичной обработки шерсти в течение года перерабатывает десятки тысяч тонн шерсти. Выгрузка такого количества сырья из железнодорожных вагонов и с автомашин, складирование и последующая транспортировка от перехода к переходу вплоть до погрузки мытой шерсти в вагоны требует огромных затрат тру-

да. Особые трудности возникают на фабриках в период приемки шерстяного сырья от заготовительных контор после весенней стрижки овец, когда в течение трех месяцев (май, июнь, июль) принимается почти 80% годового поступления сырья. Поэтому комплексная механизация трудоемких работ на всех стадиях производства имеет первостепенное значение.

Таким образом, процессы первичной обработки шерсти играют огромную роль в обеспечении текстильной промышленности однотипным сырьем с высокими технологическими свойствами. Неправильная или несовершенная технология первичной обработки шерсти приводит к огромным потерям шерстяного волокна как на фабриках по первичной обработке, так и на шерстеперерабатывающих предприятиях и снижению рентабельности отрасли в целом.

Список литературы

1. http://leader-n.ru/site/23.

2. Сайт Национального союза овцеводов, февраль 2014 г.

3. Кэри Д. Сноудер. Экономика производства шерсти. http://fadr.msu.ru/rin/livest/cci/shecon.html

4. Рогачев, Н. В. Некоторые вопросы первичной обработки шерсти. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 184 с.

5. Классировка шерсти. Воронежский Государственный Аграрный Университет им. К.Д. Глинки. http://www.flok.vsau.ru/str/class.php.

6. Итигеев Я. Текстильный вестник, 2004-06-09. http://www.rnso.net.

7. ГОСТ 30702-2000 «Шерсть. Торговая сельскохозяйственно-промышленная классификация».

8. Джабарова, Г. А. Разработка технологии одновременной мойки и дезинфекции овечьей шерсти с применением электрохимически активированных растворов хлоридов. Кандидатская диссертация, РАСХН, Москва, 2008.

9. Типовой технологический режим первичной обработки шерсти. Невинномысск, 1989. – 80 с.

10. ГОСТ 5778-2000 «Шерсть сортированная мытая. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение».

УДК 664:66.022.32/39

***А.А. Родникова**, к.б.н., **Т.С. Куликовская** (ФГБУ НИИПХ Росрезерва); **Ю.А. Султанович**, д.х.н., проф., **Т.А. Духу**, к.т.н. (Холдинг «Солнечные продукты»)*

***A.A. Rodnikova**, **T.S. Kulikovskaya** (Federal State Institution Scientific Research Institute for storing Rosrezerva); **Y.A. Sultanovich**, **T.A. Duhu** (holding «Solar Products»)*

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОЦЕССА РЕЗЕРВУАРНОГО ХРАНЕНИЯ МАСЛА ПОДСОЛНЕЧНОГО НЕРАФИНИРОВАННОГО «ПЕРВЫЙ СОРТ»

INVESTIGATION OF REGULARITIES PROCESS STORAGE RESERVOIR SUNFLOWER OIL «FIRST CLASS»

Процесс окисления жиров имеет решающее значение при длительном хранении подсолнечного масла. При анализе показателей окислительной порчи подсолнечного масла в процессе длительного хранения установлено, что критическим показателем, который существенно изменяется в процессе длительного хранения, является показатель «Перекисное число» (ПЧ). Нами была разработана математическая модель изменения показателя ПЧ при резервуарном хранении подсолнечного масла нерафинированного. Так как окисление – это автокаталитический процесс, при закладке масла на хранение необходимо учитывать исходную величину показателя ПЧ, которая значительно влияет на сроки хранения подсолнечного масла. Сезонные изменения температуры окружающей среды существенно не влияли на сроки резервуарного хранения подсолнечного масла в емкостях объемом несколько сотен кубометров ввиду значительной тепловой инерции. При резервуарном хранении в течение 1,5 – 3,0 месяцев подсолнечное мас-

ло высокоолеиновое нерафинированное хранится примерно в два раза дольше, чем обычное подсолнечное масло нерафинированное.

Ключевые слова: подсолнечное масло, перекисное число, длительное хранение, окисление жиров, математическая модель, резервуарное хранение, подсолнечное масло высокоолеиновое, показатели окислительной порчи жиров, полиномиальное уравнение, влияние температуры на скорость химической реакции.

The oxidation of fats is crucial for long-term storage of sunflower oil. In the analysis of indicators of oxidative deterioration of sunflower oil during prolonged storage found that the critical exponent, which varies considerably in the course of long-term storage, is the indicator «Peroxide value» (PV). We have developed a mathematical model of the variation of the drive PV in the tank storage of crude sunflower oil. Since oxidation – is an autocatalytic process in laying oil storage must take into account the initial value of the PV index, which significantly affect the shelf life of sunflower oil. Seasonal changes in the ambient temperature does not significantly affect the timing of reservoir storage of sunflower oil in containers of a volume of several hundred cubic meters mean significant thermal inertia. When the tank storage for 1.5 – 3.0 months High oleic sunflower oil unrefined stored at about two times longer than conventional crude sunflower oil.

Keywords: sunflower oil, peroxide value, long-term storage, fat oxidation, mathematical model, tank storage, high oleic sunflower oil, indicators of oxidative deterioration of fats, a polynomial equation, the effect of temperature on the rate of chemical reaction.

При длительном хранении немаловажное значение имеет исходное качество масел. На стабильность качества влияют условия хранения: температура, относительная влажность воздуха, присутствие кислорода, освещение, вид и марка масла.

Нашей целью явилось прогнозирование сроков резервуарного хранения масла подсолнечного нерафинированного «Первый сорт».

При обработке данных учитывались результаты входного

контроля качества и безопасности продукции на комбинатах, информация, содержащаяся в товаросопроводительных документах, результаты периодического контроля, который проводили работники лабораторий комбинатов один раз в квартал и за 10 дней до предполагаемой отгрузки, а также протоколы испытаний лаборатории экспертизы пищевых продуктов ФГБУ НИИПХ Росрезерва.

В соответствии с требованиями ТР ТС 024/2011 «Технический регламент на масложировую продукцию», ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и ГОСТ Р 52465 при отгрузке масла подсолнечного значение показателя ПЧ не должно превышать значения 10,0 ммоль (1/2О)/кг, а значение показателя «Кислотное число» (КЧ) – 4,0 мг КОН/г [1], [2], [3].

Если при разбавлении масла подсолнечного более свежим показатель КЧ удается понизить, то показатель ПЧ не понижается, т.к. гидроперекиси образуются в результате цепных реакций, имеющих механизмы, отличающиеся от механизма реакций гидролиза, которые имеют место при повышении значения показателя КЧ.

В результате обработки данных научной работы можно сделать вывод о том, что при резервуарном хранении масло подсолнечное нерафинированное «Первый сорт», поступающее на длительное хранение на комбинаты Росрезерва с показателем ПЧ не более 8,0 ммоль (1/2О)/кг, при отгрузке за 6 месяцев до окончания срока хранения имеет показатель ПЧ более 10,0 ммоль (1/2О)/кг. Исключение составляет масло, которое закладывали с показателем ПЧ не более 5,0 ммоль (1/2О)/кг.

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 52465 значение показателя ПЧ при отгрузке масла подсолнечного нерафинированного «Первый сорт» на промышленную переработку не должно превышать 10,0 ммоль (1/2О)/кг.

Предприятия масложировой промышленности, для которых масло подсолнечное нерафинированное является сырьем, закупают у Росрезерва масло с показателем ПЧ выше 10 ммоль(1/2О)/кг. В этом случае масло подсолнечное направляется на техническую переработку в соответствии с ГОСТ Р 52465.

Еще одно важное требование – масло подсолнечное, вы-

работанное для закладки на длительное хранение в Росрезерв, должно быть свежим, то есть производиться из подсолнечника летнего урожая и поступать на хранение не позднее двух месяцев с даты производства. В этом случае масло будет иметь показатель ПЧ не более 5,0 ммоль (1/2О)/кг.

Одним из параметров качества масла подсолнечного является наличие сопутствующих веществ, таких как естественные антиоксиданты, например, витамин Е (токоферолы) [4].

Витамин Е – один из основных витаминов масла, который является природным антиоксидантом и представляет собой смесь α, β и γ-токоферолов.

Несмотря на то, что большую часть витамина Е масла подсолнечного составляет α-токоферол, который обладает наименьшей антиоксидантной активностью, чем выше и стабильнее содержание витамина Е в процессе хранения, тем лучше сохраняется продукт.

Показатель ПЧ влияет на безопасность и качество подсолнечного масла, а значит и на возможность реализации продукции. Поэтому нами на основании экспериментальных данных была разработана математическая модель изменения показателя ПЧ при резервуарном хранении масла подсолнечного нерафинированного «Первый сорт», которая необходима для прогнозирования сроков при длительном хранении.

По данным ФГБУ НИИПХ Росрезерва значения массовой доли нежировых примесей, содержание фосфорсодержащих веществ, влаги и летучих веществ при резервуарном хранении находятся в пределах нормы и существенного влияния на длительность хранения подсолнечного масла не оказывают. КЧ – также показатель достаточно стабильный. Ввиду значительной тепловой инерции при резервуарном хранении масла сезонные изменения температуры окружающей среды существенно не влияют на длительность сроков хранения.

Так как окисление масла – это автокаталитический процесс, при закладке масла на хранение необходимо учитывать исходную величину показателя ПЧ, которая значительно влияет на сроки хранения подсолнечного масла. На диаграммах 1-4 представлены графики функций, которые описывают эксперимен-

тальную кривую зависимости изменения показателя ПЧ при хранении подсолнечного масла от даты отбора образцов с наибольшей достоверностью и выбор полиномиального уравнения, которое описывает экспериментальную зависимость с наибольшей достоверностью с учетом дальнейшего роста показателя ПЧ при хранении. Полученные полиномиальные зависимости 3-ей и 5-ой степени могут быть использованы для моделирования изменения показателя ПЧ при длительном хранении подсолнечного масла нерафинированного «Первый сорт», а значит - для прогнозирования сроков хранения (R – коэффициент детерминации, определяет степень достоверности выбранной модели. Для оптимальной модели R=1). Расчеты произведены в программе Excel. Точность рассчитанного прогноза, представленного на диаграмме 4, была проверена на практике. На 522 день хранения значение показателя ПЧ составляло 9,7 ммоль (1/2О)/кг, что достаточно точно для математической модели, рассчитанной в программе Excel. При анализе данных, полученных ФГБУ НИИПХ, подтверждается, что критическим показателем, который существенно изменяется в процессе длительного хранения, является ПЧ.

Диаграмма 1. Выбор математической зависимости, наиболее приближенной к экспериментальным данным, полученным в результате хранения подсолнечного масла в резервуаре

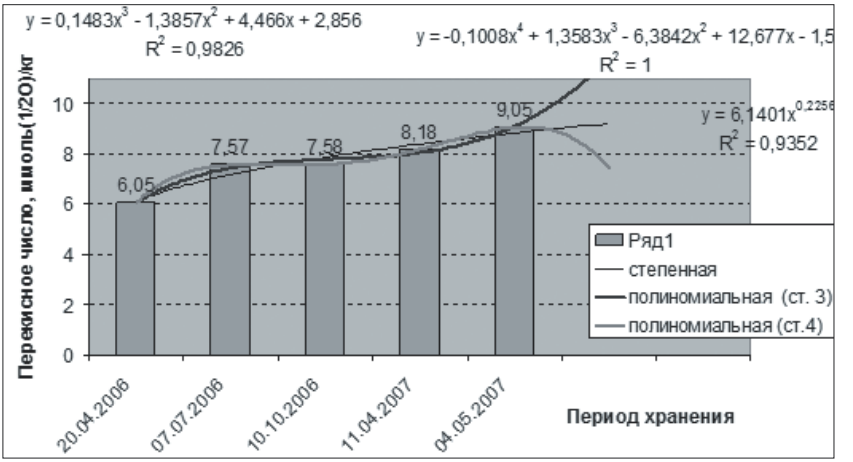


Диаграмма 2. Сравнительная характеристика математических моделей резервуарного хранения. Полином 4-ой степени наиболее точно отражает процесс по приведенным экспериментальным данным, но применяться для прогноза не может, т.к. при хранении подсолнечного масла более одного года наблюдается рост показателя «Перекисное число»

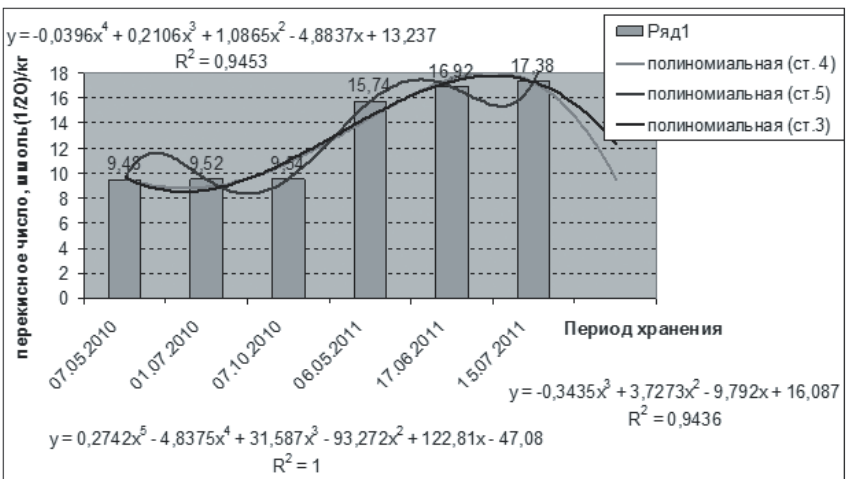


Диаграмма 3. Сравнительная характеристика математических моделей резервуарного хранения подсолнечного масла. Полином 5-ой степени наиболее точно отражает процесс по приведенным экспериментальным данным

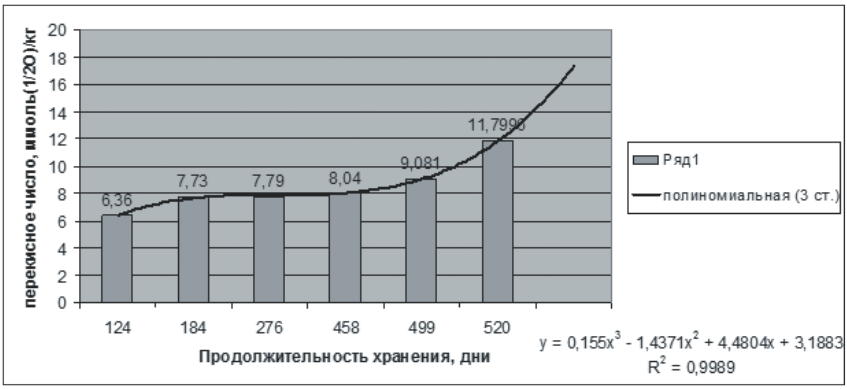


Диаграмма 4. Прогноз изменения показателя «Перекисное число», рассчитанный по математической модели резервуарного хранения подсолнечного масла. Три последних значения являются расчетными

Значения показателей безопасности и качества при хранении масла подсолнечного нерафинированного «Первый сорт» в резервуаре на предприятии масложировой промышленности представлены в табл. 1.

Таблица 1. Динамика изменения показателей безопасности и качества при хранении подсолнечного масла нерафинированного «Первый сорт» в баке №13 (1600 т) с 18.07.2013 г. по 24.08.2013 г.

Определяемые показатели	При выработке (16-17.07.13)	10.08.13	14.08.13	23.08.13	24.08.13
Кислотное число, мг КОН/г	1,6-1,7	1,6	1,8	1,8	1,8
Перекисное число, ммоль (1/2О)/кг	2,8	3,2	3,2	3,4	3,4
М.д. фосфорсодержащих веществ, %	0,66-0,67	0,14-0,16	0,12	0,14	0,14
М.д. влаги и летучих веществ, %	0,10-0,12	0,12	0,10-0,12	0,11	0,10

Значение показателя ПЧ при выработке масла подсолнечного нерафинированного «Первый сорт» составляло 2,8 ммоль (1/2О)/кг. Через 1,5 месяца масло подсолнечное нерафинированное «Первый сорт» отгружалось из резервуара потребителю или на промышленную переработку. На момент отгрузки значение показателя ПЧ составило 3,4 ммоль (1/2О)/кг. Значение показателя КЧ за 1,5 месяца хранения изменилось незначительно: со значения 1,6-1,7 мг КОН/г до значения 1,8 мг КОН/г. Показатель массовой доли влаги и летучих веществ находился в пределах 0,10-0,12%. Массовая доля фосфорсодержащих веществ уменьшилась с величины 0,66-0,67% до 0,14%, вероятно, в связи с образованием осадка.

Масло подсолнечное высокоолеиновое нерафинированное «Первый сорт» более устойчиво к окислению, чем масло подсолнечное нерафинированное «Первый сорт» благодаря своему химическому составу: повышенному содержанию олеиновой кислоты и пониженному содержанию линолевой кислоты. Значения показателей безопасности и качества при хранении масла подсолнечного высокоолеинового нерафинированного «Первый сорт» в резервуарах представлены в табл. 2.

Таблица 2. Динамика изменения показателей безопасности и качества при хранении подсолнечного масла высокоолеинового нерафинированного «Первый сорт»:

1.В баке №11 (1 694 886 кг) масло хранилось с 26.05.2013 г. по 30.08.2013 г.

2.В баке №14 (1 192 323 кг) масло хранилось с 28.05.2013 г. по 30.07.2013 г.

Определяемые показатели	При выработке бак №11	24.07.13	09.08.13	17.08.13	24.08.13	При выработке бак №14	27.06.13	15.07.13	29.07.13
Кислотное число, мг КОН/г	1,4	1,4	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,6	1,6
Перекисное число, ммоль (1/2О)/кг	0,4	0,73	1,1	1,1	1,2	0,4	0,6	0,9	1,0

Определяемые показатели	При выработке бак №11	24.07.13	09.08.13	17.08.13	24.08.13	При выработке бак №14	27.06.13	15.07.13	29.07.13
М.д. фосфоро-содержащих веществ, %	0,1	0,057	0,063	0,056	0,065	0,1	0,1	0,2	0,2
М.д. влаги и летучих веществ, %	0,1	0,11			0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Анизидиновое число, у.е.			0,8						0,8

Значение показателя ПЧ при выработке масла подсолнечного высокоолеинового нерафинированного «Первый сорт» составляло 0,4 ммоль (1/2О)/кг. При отгрузке через 3 месяца значение показателя «Перекисное число» составило 1,0 – 1,2 ммоль (1/2О)/кг. Показатель КЧ за 3 месяца практически не изменялся. Его значение находится в пределах 1,4-1,6 мг КОН/г. Массовая доля влаги и летучих веществ в процессе хранения составляет 0,1%. Массовая доля фосфорсодержащих веществ значительно не снижается, составляя 0,06 – 0,1%, что практически соответствует значению этого показателя для масла подсолнечного нерафинированного «Первый сорт» через 1,5 месяца хранения.

Не менее важный вопрос – это контроль качества масла подсолнечного нерафинированного «Первый сорт» по показателю ПЧ. Для контроля на комбинатах Росрезерва и в ЛЭПП ФГБУ НИИПХ Росрезерва в настоящее время применяется действующий ГОСТ Р 51487-99 «Масла растительные и жиры животные. Метод определения перекисного числа».

В соответствии с ГОСТ Р 51487 показатель «Перекисное число» определяется йодометрическим титрованием с визуальным контролем. Расхождение между результатами двух единичных определений, выполненных одним методом, на единичном испытуемом материале, в разных лабораториях, разными аналитиками, на различном оборудовании, не должно превышать при доверительной вероятности 0,95 для метода с применением хлороформа 37,5% (по отношению к среднему значению перекисного числа) для перекисных чисел 3 ммоль (1/2О)/кг и более!

В прошлом году вышел новый стандарт ГОСТ Р 54896-2012 «Масла растительные. Определение показателей качества и безопасности методом спектроскопии в ближней инфракрасной области», который предполагает применение БИК-анализатора для определения показателей окислительной порчи. Это – современный, точный и удобный аналитический метод, в котором результат анализа оценивает прибор. В настоящее время метод спектрометрии в ближней инфракрасной области позволяет быстро и точно определять показатели качества зерна. Показатели окислительной порчи масла подсолнечного не настолько стабильны по сравнению с показателями качества зерна, поэтому для калибровки БИК-анализатора требуется несколько сотен образцов. Кроме этого, большая чувствительность метода накладывает ряд ограничений: для точности получаемых результатов БИК-анализатор нужно держать в специальной комнате с постоянной температурой, где не будет потоков воздуха. Стоимость высокочувствительного БИК-анализатора составляет около 4 млн. руб.

С 24.11.2010 г. введен в действие ГОСТ Р ИСО 27107- 2010 «Жиры и масла животные и растительные. Определение перекисного числа потенциометрическим методом по конечной точке». ГОСТ предполагает дегазацию растворов уксусной кислоты и изооктана и использование титратора для автоматического определения точки эквивалентности. Этот метод можно использовать в испытательных лабораториях, но для лабораторий комбинатов метод является сложным, трудоемким и дорогостоящим, поэтому предлагается провести исследования по применению УФ-спектрофотометрии для контроля продуктов окисления масла подсолнечного. УФ-спектрофотометр, который предполагается применять для изучения возможности экспресс-контроля показателя ПЧ в масле подсолнечном, стоит около 70 тыс. руб.

На основании проведенных исследований и анализа полученной информации можно выделить следующие факторы, влияющие на стабильность качества и безопасности масла подсолнечного при хранении:

- при анализе показателей окислительной порчи подсолнечного масла в процессе длительного хранения было установлено, что критическим показателем, который существенно изменяется

в процессе длительного хранения, является ПЧ;

- сезонные изменения температуры окружающей среды существенно не влияют на сроки хранения подсолнечного масла, ввиду значительной тепловой инерции при резервуарном хранении в емкостях объемом несколько сотен кубометров;

- процесс хранения подсолнечного масла в емкостях несколько сотен кубических метров по показателю ПЧ наиболее точно описывается полиномиальным уравнением 3-его порядка;

- при резервуарном хранении в течение 1,5 – 3 месяцев подсолнечное масло высокоолеиновое нерафинированное «Первый сорт» хранится примерно в два раза дольше, чем обычное масло подсолнечное нерафинированное «Первый сорт»;

- значение показателя ПЧ при приемке должно быть не более 5,0 ммоль (1/2О)/кг. Чем меньше этот показатель при закладке на хранение, тем дольше будет храниться масло подсолнечное;

- отгрузка масла подсолнечного после длительного хранения должна производиться строго в установленные сроки за 6 месяцев до окончания срока хранения;

- с даты изготовления масла подсолнечного нерафинированного «Первый сорт» до даты его закладки в Росрезерв должно пройти не более двух месяцев.

Указанные требования учтены при разработке СТО «Масло подсолнечное для длительного хранения. Требования к качеству и безопасности», которое вступит в силу в 2015 г.

Список литературы

1. ТР ТС 024/2011 от 09.12.11 № 883 «Технический регламент на масложировую продукцию».

2. ТР ТС 021/2011 от 09.12.11 № 880 «О безопасности пищевой продукции».

3. ГОСТ Р 52465-2005 «Масло подсолнечное. Технические условия».

4. Ефименко С.Г. Особенности масличного сырья, полученного из высокоолеинового подсолнечника. Масла и жиры, № 9, 2008 г. – С. 8, 10.

УДК 338.984

***Н.А. Рыхтикова**, к.э.н., доц. Красногорский филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ*

***N.A. Ryhtikova**. Krasnogorsky branch of the Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation*

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ УЧЕТА ИЗМЕНЕНИЯ СТЕПЕНИ РИСКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL ASPECTS OF THE EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE ORGANIZATION ON THE BASIS OF ACCOUNTING CHANGES IN THE DEGREE OF RISK EXPOSURE

В статье обоснована возможность применения риск-ориентированного подхода для проведения оценки эффективности деятельности организации.

В экономической теории и практике применяют различные варианты определения и оценки эффективности организации. Автор предлагает в качестве универсального варианта оценки эффективности организации применять риск-ориентированный подход, отличительными признаками которого являются системность, обоснованность, цикличность. При этом выбор методов, показателей оценки будет зависеть от вида экономической эффективности, степени неопределенности ситуации и других особенностей внешней и внутренней среды, что, в свою очередь, позволит обеспечить результативность аналитических процедур.

Ключевые слова: аллокативная и адаптивная эффективность, целевая и фактическая эффективность, риск, методы оценки рисков и эффективности.

In the article the possibility of applying the risk-based approach for evaluating the effectiveness of the organization.

In economic theory and practice using different options for defining and assessing the effectiveness of the organization. The author offers as a universal version of evaluating the effectiveness of the organization to apply a risk-based approach, the hallmarks of which are consistency, validity, cyclicity. Thus, selection methods, assessment indicators will depend on the type of economic efficiency, the degree of uncertainty situation and other features of the external and internal environment, which in turn will ensure effectiveness of analytical procedures.

Keywords: adaptive and allocative efficiency, the target and actual performance, risk, methods of risk assessment and efficiency.

Понятие «эффективность» является ключевым для различных сфер и областей деятельности. Одна из основных проблем, связанных с изучением данной категории, – выбор подходов, показателей, критериев оценки эффективности. Что, в свою очередь, усиливается в связи с переходом экономики на инновационный путь развития. Кроме того, до настоящего времени не выработано единого подхода к оценке и прогнозированию эффективности экономической деятельности организации. Сложность заключается в необходимости учёта большого числа факторов, различных направлений развития организационных структур, формирующих определённый уровень рискового воздействия внешней и внутренней среды. Таким образом, обоснованным будет выбор риск – ориентированного подхода к оценке эффективности функционирования экономических систем хозяйствования.

В современной экономической науке отмечается взаимосвязь категории адаптивной эффективности и риска. Адаптивная эффективность рассматривается как составляющая общей эффективности предприятия, которая показывает результативность поставленных целей, задач, а также определённый уровень адаптивности отдельных подсистем к изменениям среды в процессе достижения этих целей. В качестве основной характеристики адаптивной эффективности рассматривается риск, который отражает возможность и степень отклонения от плановой цели экономической деятельности, а также размер ущерба, получае-

мый в результате этого отклонения. Таким образом, риск должен учитываться при определении целевой эффективности деятельности организации. При этом важными задачами управления рисками являются: идентификация объективных и субъективных факторов; оценка их влияния на результаты экономической деятельности; определение допустимого уровня экономического рисков; разработка мероприятий по снижению риска. В случае адаптивной эффективности система управления формируется следующим образом. При планировании технико-экономических показателей и финансовых показателей определяется целевая эффективность. По мере реализации основных этапов деятельности выполняется три основных функции: анализ внешней и внутренней среды, корректировка планов, темпов расходования ресурсов, оценка рисков и принятие решений по снижению негативного воздействия рисков. Адаптивную эффективность рассматривают наряду с категорией аллокативной эффективности, направленной на оптимальное распределение ресурсов организации, комбинации продукции. Сущность аллокативность эффективности можно определить следующим образом: достаточное обеспечение потребителей необходимыми товарами, услугами при данном уровне технологии и оптимальном количестве ресурсов. Таким образом, для оценки данного вида эффективности основным базовым показателем оценки являются издержки производства, в том числе предельные. Как правило, аллокативную эффективность не связывают с понятием риска, и рассматривают в качестве основных её характеристик ликвидность, платёжеспособность, устойчивость, рентабельность, безубыточность и т.д. Но при этом, для проведения полноценной оценки перечисленные показатели также необходимо рассматривать в динамике, то есть, в том числе, учитывать отклонение их значений от запланированных, рекомендуемых, нормативных значений. Иными словами, аллокативная эффективность также ориентирована на применение технологий управления рисками. С методологической точки зрения при выделении данных видов эффективности могут различаться применимые для их оценки методы. Адаптивная эффективность по своему экономическому содержанию предполагает, в первую очередь, использование стохастических методов оценки. Для оценки аллокативной эффективности применимы невероятностные методы оценки рисков. Основные показатели оценки эффективности с учетом рисков представлены в таблице.

Таблица. Основные методы и рисковые показатели (критерии) аллокативной и адаптивной эффективности

Аллокативная эффективность	Адаптивная эффективность
Непосредственная оценка риска Коэффициент риска ***Опосредованная оценка риска*** ***Финансовый анализ*** Коэффициенты абсолютной, текущей ликвидности, «критической оценки» Коэффициент капитализации Коэффициент обеспеченности собственными источниками финансирования Коэффициент финансовой устойчивости Коэффициент автономии	***Статистический метод*** Вероятность события Математическое ожидание Дисперсия Среднеквадратическое отклонение Коэффициент вариации ***Матрица решений*** Критерий максимакса Критерий минимина Критерий максимина Критерий минимакса ***Экспертные методы оценки*** Коэффициента ранговой корреляции Спирмена Коэффициента конкордации

Выбор методов и показателей оценки для различных видов эффективности определяется также степенью неопределённости ситуации. Для адаптивной эффективности в большинстве случаев характерна ситуация частичной неопределённости, поэтому для проведения её оценки наиболее применимы методы, ориентированные на определение некоторого уровня вероятности, в том числе стохастические, статические, экспертные методы. Оценка аллокативной эффективности не требует учёта вероятности, так как проводится в условиях относительной определенности. Поэтому в основном производится с помощью детерминированных моделей, путем сравнения фактических результатов с рекомендуемыми (нормативными) значениями.

Следует также отметить отличие подходов к оценке аллокативной и адаптивной эффективности в рамках временной направленности. Аллокативная эффективность в большей степени основывается либо на экстраполяции данных, либо на определении текущих результатов деятельности. Адаптивная эффективность предполагает планирование и прогнозирование ситуации на фиксированный, но достаточно продолжительный отрезок времени.

Таким образом, общий алгоритм оценки эффективности на основе риск – ориентированного подхода предполагает осуществление определённой последовательности этапов.

1. Определение целей проведения оценки эффективности деятельности организации.
2. В зависимости от особенностей функционирования организации, сложившейся ситуации в условиях конкретного целеполагания устанавливается вид оцениваемой эффективности.
3. На основании анализа и наличия необходимой информации осуществляется выбор метода и показателей оценки эффективности организации.
4. Проводится сравнительный анализ фактической и целевой эффективности, выявляются факторы и риски внешней и внутренней среды, не учтенные при проведении первоначальной оценки.
5. Принимается решение об изменении конкретных характеристик и параметров деятельности организации с целью дальнейшего повышения ее эффективности.
6. Проводится корректировка ранее установленных целей и повторяются следующие за данным этапом процедуры.

Анализ эффективности деятельности организации может проводиться на основе различных подходов, предполагающих использование определённой совокупности методов, показателей, методического аппарата. В качестве одного из методов оценки можно рассматривать риск – ориентированный подход, отличительными признаками которого являются системность, обоснованность, а также цикличность, которая, в свою очередь, позволяет обеспечить результативность аналитических процедур.

Применение риск-ориентированного подхода в оценке эффективности обеспечит определённую предсказуемость и прогнозируемость результатов деятельности, а, следовательно, ее результативность.

Список литературы

1. Гонтарева, И. В., Нижегородцев, Р. М. Системная эффективность предприятия: сущность, факторы, структура. – М., Киров: ВСЭИ, 2012.
2. Орлова Е. Управление эффективностью предприятия// Проблемы теории и практики управления. – 2014. – №6.
3. Рыхтикова, Н. А. Анализ и управление рисками организации. – М.: Форум, 2012.

УДК 664.143

***Т.В. Савенкова**, д.т.н., **М.А. Талейсник**, к.т.н. ФГБНУ ВНИИ кондитерской промышленности*

***T.V. Savenkova**, **M.A. Taleysnik**. FGBNU Institute confectionery industry*

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ СТАБИЛИЗАЦИИ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

THEORETICAL AND PRACTICAL ASPECTS OF INCREASE THE QUALITY CHARACTERISTICS OF STABILIZATION CONFECTIONERY DURING STORAGE

В публикации рассмотрены основные характеристики дисперсных систем, определяющие условия проведения технологических процессов получения пищевых продуктов, в том числе массообменных, сопровождающихся или завершающихся фазовыми превращениями. Представлены факторы, влияющие на изменение структурно-механических свойств и достижение требуемых потребительских свойств, пути оптимизации и интенсификации технологического потока. Отражены научные принципы и пути увеличения сроков годности изделий, реализованных на кондитерских предприятиях.

Ключевые слова: физико-химическая механика, дезагрегирование, диспергирование, стабилизация дисперсных систем, адсорбция, кислый инвертный сироп, солодовый экстракт, обеспечение сохранности.

The publication describes the main characteristics of disperse systems, defining the terms of the technological processes of food, including mass transfer accompanied or closing phase transformations. Presents the factors affecting the change in the

structural and mechanical properties and the achievement of the required consumer properties, and ways to optimize and intensify the process stream. Reflected scientific principles and ways to increase the shelf life of products sold on the confectionery enterprises.

Keywords: physical and chemical mechanics, disaggregation, dispersion, stabilization of disperse systems, adsorption, sour invert syrup, malt extract, preservation.

Одним из главных факторов, способствующих развитию производства продуктов для здорового питания населения, является разработка мероприятий, направленных на изменение образа жизни среднестатистического жителя РФ, характеризующееся резким снижением физической активности, энергетическим дисбалансом (качественное и количественное нарушение рациона питания), большее потребление калорий, чем их трата, потребление рафинированных продуктов и полуфабрикатов, лишенных многих незаменимых факторов питания (витаминов, микроэлементов, пищевых волокон и др.).

Кондитерские изделия являются излюбленными продуктами питания, пользующимися постоянно растущим спросом населения, особенно детей дошкольного и школьного возраста, что делает их наиболее удобной, естественной формой восполнения организма человека необходимыми микронутриентами: витаминами, минеральными веществами, микроэлементами и другими минорными компонентами.Объясняется это тем, что ассортимент кондитерских изделий весьма многообразен и по своим свойствам способен удовлетворить вкусовые потребности практически всех слоев населения.

Специфика основной массы кондитерских изделий является единичная, зачастую – мелкая, штучная упаковка каждой единицы или порции изделия. Это не только повышает сохранность изделия, но и позволяет использовать этот ассортимент для введения различных полезных и необходимых человеку нутриентов, в том числе витаминов, микро- и макроэлементов и других минорных видов сырья.

Между тем, одной из превалирующих задач, стоящих перед

специалистами кондитерской отрасли, является не только создание кондитерских изделий, удовлетворяющих естественные физиологические и вкусовые потребности организма человека в углеводах, в «сладком послевкусии», но и обеспечивающих сохранность всех вкусовых достоинств в процессе хранения.

Анализ технологических процессов получения различных пищевых продуктов показал, что с позиций физико-химической механики важными, фундаментальными являются следующие основные критерии, определяющие рост активной межфазной поверхности, характер и энергию связей между фазами, а также возможность интенсификации и оптимизации технологических процессов:

- дисперсность твердых фаз и конфигурация частиц дисперсной фазы;
- концентрация дисперсной фазы;
- степень равномерности распределения дисперсной фазы в дисперсионной среде.

Таким образом, дисперсность, т.е. размер частиц твердой фазы – одна из основных характеристик дисперсных систем, определяющая условия проведения большинства технологических процессов получения пищевых продуктов, в том числе, массообменных процессов, сопровождающихся или завершающихся разнообразными фазовыми превращениями.

Дисперсность – важнейший фактор, влияющий на изменение структурно-механических свойств пищевых продуктов и достижение требуемых потребительских их свойств, а увеличение степени диспергирования – один из основных путей оптимизации и дальнейшей интенсификации технологического потока.

При этом увеличение удельной поверхности частиц твердой фазы и образование адсорбционных оболочек из дисперсионной среды вокруг максимального количества частиц дисперсной фазы обеспечивает удержание влаги в мономолекулярном слое этих оболочек, из-за проявления специфических свойств твердого тела, заключающихся в том, что влага, находящаяся под действием молекулярных сил сцепления в уплотненном состоянии, не растворяет обычно растворимые вещества (соль,

сахар и др.), имеет плотность больше единицы, ее диэлектрическая постоянная меньше, чем у «свободной» влаги и температура замерзания более низкая.

Работами института доказана возможность удержания влаги в процессе хранения за счет использования кислого инвертного сиропа с количеством редуцирующих веществ 78-80%. Повышенное содержание редуцирующих веществ в кислом инвертном сиропе приводит к увеличению количества гидроксильных групп ОН, способных образовывать водородные связи с молекулами воды, что обеспечивает дополнительное удержание влаги и замедляет процесс «черствения» продукта при хранении.

С целью дополнительного удержания влаги в процессе хранения показана эффективность использования натурального вида сырья – солодового экстракта. Высокая влагоудерживающая способность солодового экстракта обусловлена содержащимися в нем мальтодекстринами, обеспечивающими возможность увеличения сроков годности готовых изделий.

Изложенные аспекты комплексного использования предложенных способов удержания влаги внедрены на ОАО «Кондитерском комбинате «Кубань», что обеспечило увеличение сроков годности пряничных изделий и сахарного печенья в 2-3 раза.

Список литературы

1. Научные основы развития технологий кондитерских изделий. Сборник научных трудов. / Под ред. Л.М. Аксеновой, Т.В. Савенковой, И.М. Святославовой; ГНУ НИИКП Россельхозакадемии. М: Интеллект-Центр, 2013. – 320 с.
2. Теоретические основы пищевых технологий: в 2-х кн. кн 1/отв. редактор акад. РАСХН В.А. Панфилов – М.: Колос С. 2009 – 608 с.

УДК664.95:664.961.622.4

Е.А. Семенова *(ФГБУ НИИПХ Росрезерва);* ***Ю.И. Сидоренко****, д.т.н., проф. (ФГБОУ ВПО МГУПП)*

E.A. Semenova *(Federal State Institution Scientific Research Institute for storing Rosrezerva);* ***Y.I. Sidorenko*** *(Federal State Educational Institution of Moscow State University of Food Production)*

ПРИМЕНЕНИЕ АНТИОКСИДАНТОВ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ КАЧЕСТВА РЫБНЫХ КОНСЕРВОВ

USE OF ANTIOXIDANTS TO MAINTAIN THE QUALITY CANNED FISH

В статье рассматривается перспективное направление пищевой промышленности – сохранение качества продукции и увеличение сроков хранения пищевых консервов за счет применения природных антиоксидантов.

Для изучения влияния антиоксидантов на качество рыбных консервов было проведено исследование, которому были подвержены рыбные консервы натуральные с добавлением масла, содержащие антиоксиданты: ресвератрол, аскорбиновая кислота и дигидрокверцетин, а также консервы без антиоксидантов того же вида.

Приведены результаты динамики изменения качества рыбных консервов в условиях ускоренного старения, как содержащих антиоксиданты, так и без добавок.

Ключевые слова: рыбные консервы, антиоксиданты, срок годности, оценка качества, длительное хранение, старение консервов.

In the article considered promising direction the food industry – increase the shelf life of canned food through the use of natural antioxidants.

To study the effect of antioxidants on the quality of canned fish study was conducted. Study were exposed to natural canned fish in oil, containing antioxidants: resveratrol, ascorbic acid and dihydroquercetin, and canned without antioxidants of the same species.

The results of the dynamics of changes in the quality of canned fish in conditions of accelerated aging as containing antioxidants, and without additives.

Keywords: canned fish, antioxidants, shelf life, quality assessment, long-term storing, aging canned.

Традиционно рыбные консервы используют в качестве источника животного белка. Наиболее полноценными рыбными консервами являются консервы натуральные с добавлением масла, так как в них сохранены все пищевые и вкусовые (экстрактивные) вещества. Поскольку рыбные консервы являются продукцией длительного хранения, к ним предъявляются повышенные требования в части сохранности качества продукции в течение длительного периода времени. Но во время длительного хранения консервов в результате биохимических и физико-химических процессов происходят изменения качества продукции, которые определяются, главным образом, сенсорным анализом по основным показателям качества: внешний вид, цвет, вкус, запах и консистенция продукта. Изменение сенсорных свойств рыбных консервов при хранении характеризуются сначала созреванием, а при дальнейшем хранении – старением консервов. В результате старения консервов снижаются органолептические свойства и пищевая ценность. Происходят изменения в соотношении плотной и жидкой частей, нарушается целостность кусков (тушек) рыбы, консистенция мяса становится более мягкой, мажущейся или дряблой. Цвет натуральных консервов в масле становится желтоватым. Развивается гидролиз белковых веществ, увеличивается содержание азота летучих оснований и других продуктов распада белков. Растительное масло и рыбий жир подвергаются полимеризации, гидролизу и окислению, что придает продукту неприятный горький вкус и аромат [1], [2], [3].

Развитие промышленного производства пищевых продуктов актуализирует проблемы сохранения их качества и увеличе-

ния сроков годности, что достигается применением различных консервантов, антиоксидантов и др. пищевых добавок.

Важным фактором применения антиоксидантов при производстве продуктов питания являются отсутствие мутагенности и токсичности, неизменность органолептических показателей (цвет, вкус, запах, консистенция продукта), устойчивость по отношению к температурным, механическим и иным воздействиям, физиологическая безвредность используемого препарата, очень высокая активность при малых концентрациях. Этим требованиям, к сожалению, не всегда соответствуют синтетические антиоксиданты.

С целью изучения возможности применения антиоксидантов для сохранения качества консервов путем замедления процесса старения были исследованы 3 антиоксидантные композиции, которые добавлены в разных соотношениях в рыбные консервы «Сардинелла натуральная с добавлением масла». В роли основных выбраны природные антиоксиданты: ресвератрол, аскорбиновая кислота и дигидрокверцетин.

Ресвератрол (3, 5, 4–тригидростилбен, $C_{14}H_{12}O_3$) – вещество, синтезируемое некоторыми растениями, в том числе сосной, виноградом, арахисом. Ресвератрол является самым мощным растительным антиоксидантом, превосходящим по своей активности бета–каротин в 5 раз, витамин Е – в 50 раз, витамин С – в 20 раз. Токсическая безопасность ресвератрола была проверена: добровольцам давали по 5 г ресвератрола в день в течение 8 недель – токсичных воздействий препарата не обнаружено [5].

Дигидрокверцетин (таксифолин, $C_{15}H_{12}O_7$) относится к антиоксидантам натурального происхождения, или биофлавоноидам, который извлекается из экологически чистого растительного сырья – комлевой части древесины лиственницы Сибирской или Даурской. Установлено, что дигидрокверцетин способен увеличить сроки годности жиросодержащих продуктов от 1,5 до 4 раз, прерывая реакции самоокисления пищевых компонентов в продукте питания. Кроме того, ряд исследований показал, что дигидрокверцетин осуществляет функцию подавления роста микроорганизмов в продуктах, уже подверженных процессу окисления.

Многочисленными исследованиями подтверждено, что ди-

гидрокверцетин является нетоксичным, физиологически безвредным для организма человека натуральным продуктом, обладает высокой антиоксидантной и биологической активностью при небольших концентрациях, не придает посторонних привкусов и запахов пищевому продукту [4].

Аскорбиновая кислота (витамин С), как природный антиоксидант, используется для предотвращения окислительной порчи жиров в продуктах питания. Она прерывает реакции самоокисления в компонентах пищевых изделий, предотвращая снижение органолептических характеристик продуктов. Также аскорбиновая кислота увеличивает срок хранения продуктов в несколько раз [6].

Для ускорения протекания окислительных процессов в консервах образцы были подвергнуты хранению в различных температурных режимах (в климатических камерах) – 15, 35, 45, 55°С в течение 6 месяцев с периодичностью выемки 1 раз в 2 месяца. Одновременно с данными образцами хранили образцы консервов «Сардинелла натуральная с добавлением масла» без антиоксидантов того же производителя.

Качество образцов рыбных консервов оценивалось по органолептическим и физико-химическим показателям. Для оценки органолептических показателей была применена разработанная 100-балльная шкала.

Органолептическую оценку рыбных консервов проводила дегустационная комиссия в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 8586-1-2008.

Результаты, полученные при оценке органолептических показателей рыбных консервов, содержащих 3 вида антиоксидантных композиций и без антиоксидантов, представлены на рис. 1 – 4.

При проведении сенсорного анализа на начальном этапе исследования экспертами было отмечено разное вкусовое ощущение рыбных консервов с антиоксидантными композициями и без них, что было отражено в протоколах дегустации как «отличное от традиционного вкуса консервов сардинеллы, но приятное» – для образцов с антиоксидантами. При оценке дегустационной комиссией качества консервов после 4 месяцев хранения отличия по показателю «вкус» отсутствовали. Образцы с антиоксидантными композициями, подвергшиеся хранению в условиях повышенных

температур, по органолептической оценке соответствовали качеству образцов, хранившихся при рекомендованной температуре хранения.

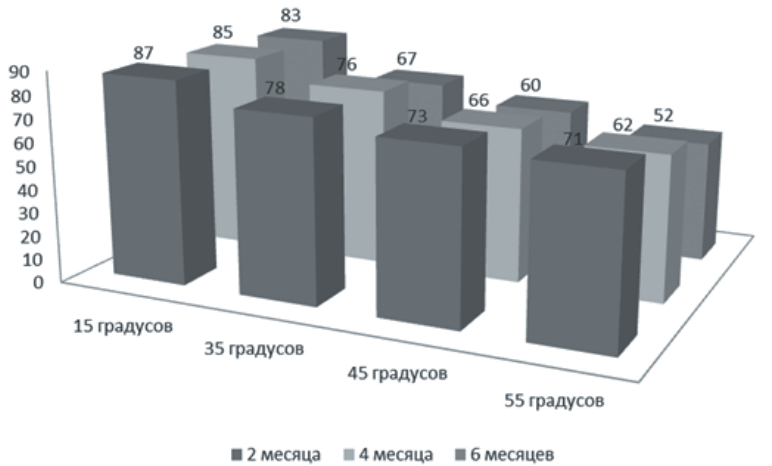


Рисунок 1. Результаты органолептической оценки рыбных консервов без добавки антиоксидантных композиций

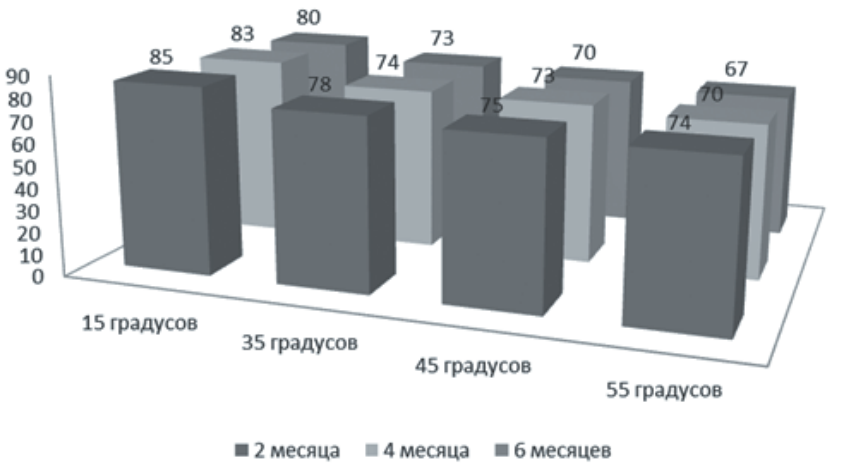


Рисунок 2. Результаты органолептической оценки рыбных консервов с добавкой антиоксидантной композиции (основной антиокислитель – ресвератрол)

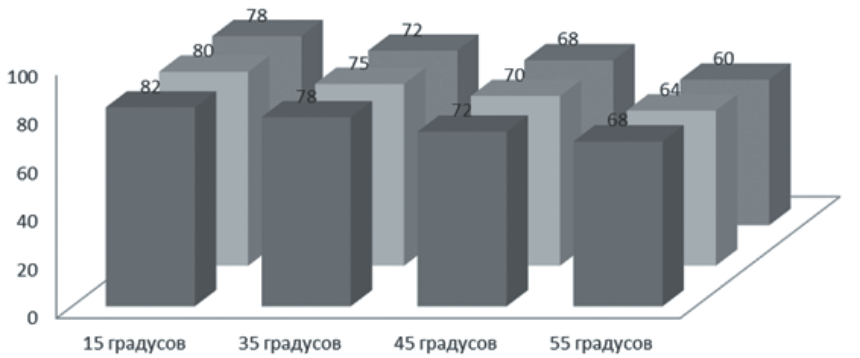


Рисунок 3. Результаты органолептической оценки рыбных консервов с добавкой антиоксидантной композиции (основной антиокислитель – аскорбиновая кислота)

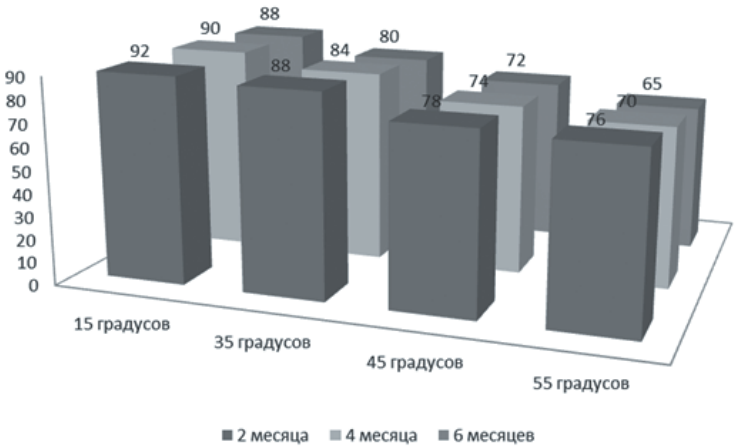


Рисунок 4. Результаты органолептической оценки рыбных консервов с добавкой антиоксидантной композиции (основной антиокислитель – дигидрокверцетин)

По результатам проведенных физико-химических испытаний образцов было установлено, что консервы с антиоксидантами обладают более высокой устойчивостью к процессу окисления. Изменения показателя «кислотное число жира» за 6 месяцев хранения характеризуются наименьшей интенсивностью

у консервов с антиоксидантами по сравнению с консервами, изготовленными по традиционной технологии.

Результаты изменений физико-химического показателя качества рыбных консервов в процессе хранения представлены на рис. 5 – 8.

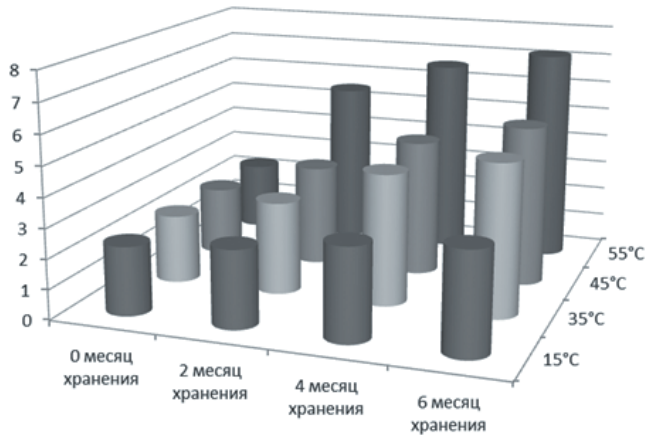


Рис. 5. Изменение кислотного числа рыбных консервов без внесения антиоксидантной композиции в процессе хранения

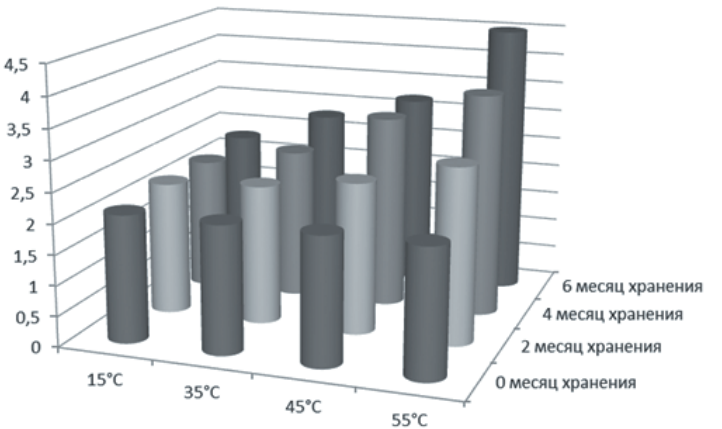


Рис. 6. Изменение кислотного числа рыбных консервов в процессе хранения (основной антиокислитель – ресвератрол)

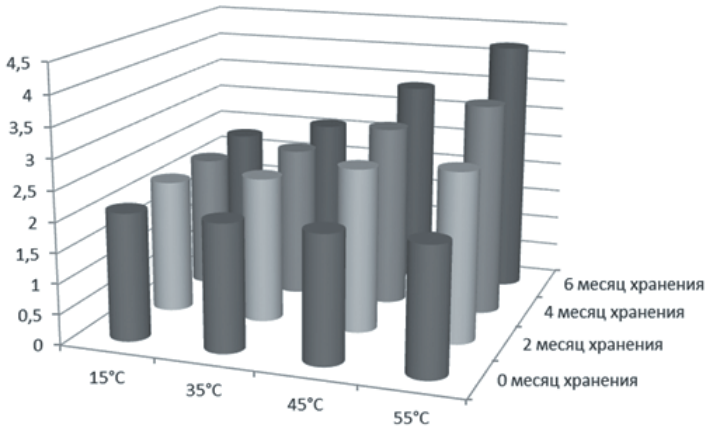


Рис. 7. Изменение кислотного числа рыбных консервов в процессе хранения (основной антиокислитель – аскорбиновая кислота)

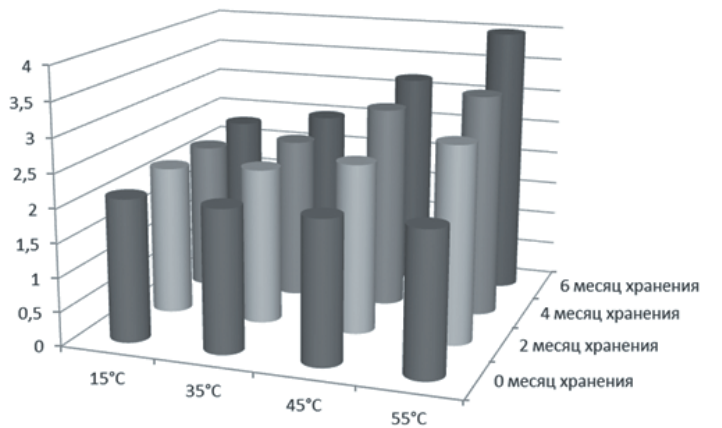


Рис. 8. Изменение кислотного числа рыбных консервов в процессе хранения (основной антиокислитель – дигидрокверцетин)

Таким образом, анализируя полученные результаты органолептической и физико-химической оценки качества опытных образцов рыбных консервов, можно сделать вывод о перспективности использования антиоксидантов для продукции длительного хранения. Использование антиоксидантов в производстве

рыбных консервов позволит снизить гидролитическую и окислительную порчу жиров, что замедлит процесс старения, тем самым увеличив срок годности в 3-4 раза. Также такая продукция будет обладать более высокой пищевой ценностью более длительное время.

Список литературы

1. Репников, Б. Т. Товароведение и биохимия рыбных товаров: учебное пособие – М.: ИТК «Дашков и К», 2011. – 220 с.
2. Родина, Т. Г. Товароведение и экспертиза рыбных товаров и морепродуктов: учебник. М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 400 с.
3. Тюльзнер М., Кох М. Технология рыбопереработки / М. Тюльзнер, М. Кох. – пер. с нем. Е.А. Семеновой. – СПб.: ИД Профессия, 2011. – 404 с.
4. Применение дигидрокверцетина в пищевой промышленности [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://remneva.tiu.ru/a49488-primenenie-digidrokvertsetina-pischevoj.html.
5. Ресвератрол и пикногенол омолаживающие продлевающие жизнь средства. Физические и функциональные свойства [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hw-lecar.ru/oncology/resveratrol.html.
6. Аскорбиновая кислота [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ascorbicacid.com.ua/7.

УДК 001:4:664.1:006.354:664.137:664.1.543.06

М.Ю. Сидоренко, *д.т.н. (ООО ГЕОН);* ***В.И. Привалов***, *к.т.н. (ИОНХ РАН);* ***Ю.И. Сидоренко***, *д.т.н. (ФГБОУ ВПО МГУПП)*

M.Y. Sidorenko *(LLC GEON);* ***V.I .Privalov*** *(Inorganic Chemistry RAS);* ***Y.I .Sidorenko*** *(Federal State Educational Institution of Moscow State University of Food Production)*

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО САХАРА ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ

THEORETICAL SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGY FOR PRODUCING CRYSTALLINE SUGAR LONG-TERM STORAGE

Предложена феноменологическая модель длительного хранения кристаллического сахара. Показано, что основным дефектом кристаллического сахара в процессе длительного хранения является его предрасположенность к слеживанию. Раскрыт физический механизм слеживания. Показано, что слеживание связано с формированием на поверхности кристаллов пленки раствора в процессе сверхнормативного увлажнения среды хранения. Установлено, что причиной сверхнормативного увлажнения может служить выявленная экспериментально внутрикристаллическая влага. При помощи оригинальной методики ЯМР спектроскопии установлены ее количественные характеристики. На основе выявленного феномена предложена усовершенствованная технологическая схема производства кристаллического сахара для длительного хранения.

Ключевые слова: слеживаемость кристаллического сахара, равновесная влажность, спектроскопия ядерного магнитного резонанса, внутрикристаллическая влага, сахар длительного хранения, гигроскопически устойчивая сахароза.

Phenomenological model is proposed long-term storage of crystal sugar. It has been shown that the basic defect in crystalline sugar during prolonged storage is its susceptibility to caking. Discloses the physical mechanism of tracking. It is shown that caking due to the formation of crystals on the surface of the film of the excess moisture in the storage medium. It was found that the cause of the excess moisture can serve as revealed experimentally intracrystalline moisture. Using the original techniques of NMR spectroscopy its quantitative characteristics. On the basis of the detected phenomenon is proposed to improve the technological scheme of production of crystal sugar for long term storage.

Keywords: caking of crystal sugar, equilibrium moisture content, nuclear magnetic resonance spectroscopy, intracrystalline moisture, sugar long-term storage, hygroscopically stable sucrose.

Длительное хранение кристаллического сахара связано с обеспечением превентивных мер, направленных на предотвращение его способности к поглощению влаги при изменении температурно-влажностных условий хранения.

Кристаллы сахара после сушильного аппарата представляют собой упорядоченную кристаллическую решётку, покрытую слоем аморфного сахара, состоящего из множества микрокристаллов, соединенных между собой и с кристаллической решеткой материнского кристалла различными связями, как правило, водородными. Слой аморфного сахара формируется в процессе сушки сахара из пленки насыщенного раствора сахарозы, прилипающей к кристаллу в процессе центрифугирования утфеля и пробеливания кристаллов на последней стадии центрифугирования. В отличие от материнского кристалла микрокристаллы аморфного сахара обладают высокой гигроскопичностью, обусловленной наличием повышенного содержания в нем гигроскопичных примесей и значительной суммарной площадью поверхности. При влажности среды хранения, превышающей равновесную для данного химического состава пленки, происходит конденсация влаги на поверхности с последующим растворением слоя аморфного сахара. Получаемый при этом слой насыщенного раствора подвергается интенсивным процессам

химического превращения, приводящим к гидролизу сахарозы с получением более гигроскопичного инвертного сахара.

Таким образом, кристаллический сахар, подвергнутый в процессе хранения одноразовому увлажнению в связи с повышением влажности среды хранения, теряет свои защитные свойства и даже после последующей стабилизации температурно-влажностного режима хранения становиться крайне уязвимым для последующих влажностных колебаний. Высокая гигроскопичность поверхностной пленки такого сахара приводит к повышению вероятности растворения внешних слоев материнского кристалла и перехода растворенной сахарозы в состав гигроскопичной пленки.

Повышение гигроскопической устойчивости кристаллического сахара достигается применением мер, направленных на снижение разрушающего воздействия сверх равновесной влаги на поверхности кристаллов. К числу таких мер следует отнести:

- обеспечение габитуса кристаллов максимально приближенного к теоретическому, минимизация площади поверхности кристаллов, отсутствием инклюзии и окклюзии межкристального раствора в кристаллах сахара. Указанные характеристики могут быть обеспечены проведением кристаллизации из сахарных растворов с высокой чистотой;

- снижение толщины пленки межкристалльного раствора, прилипшей к кристаллам в процессе центрифугирования, что обеспечивается центрифугированием утфеля «нагорячо», равномерностью кристаллоструктуры, обеспечивающей высокие дренажные характеристики слоя утфеля и сахара в центрифуге, использованием специальных приемов интенсивного пробеливания, исключающих «подсыхание» пленки в течение цыкла центрифугирования;

- применение специальных защитных мер, предотвращающих увлажнение кристаллов сверх равновесной величины, определяемой изотермой адсорбции.

Для исключения увлажнения кристаллов в процессе их хранения было высказано предположение о наличии собственной неравновесной влаги, содержащейся внутри кристаллов и имеющих как нерегулярную (окклюзия, инклюзия), так и регулярную природу. Регулярные причины присутствия в кристаллах нерав-

новесной влаги можно предположить в связи с несоответствием скорости массопереноса влаги в процессе кристаллизации и сушки внутридиффузионной кинетике влаги в кристалле. Другими словами, скорость формирования кристалла и его последующей сушки можетзначительно опережать скорость диффузии влаги внутри самого кристалла.

Для изучения данного предположения были проведены изучение ЯМР спектрограмм кристаллического сахара различной чистоты.

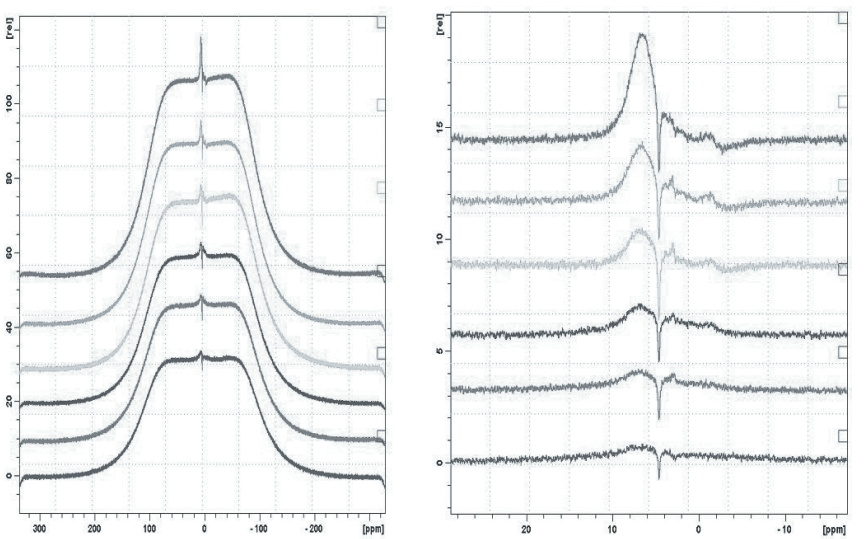
Для исследования были получены два образца свекловичного сахара: сахар утфелей I и II кристаллизации. При этом образцы отбирали одновременно при переработки одной партии свеклы. Поэтому они отличались лишь концентрацией несахаров. Полученные образцы после кондиционирования в течение длительного времени при нормальных температурно-влажностных условиях были изучены с позиций их влагосодержания. С целью изучения качественных и количественных характеристик удерживаемой влаги ЯМР ^{1}H снимали при различной температуре в диапазоне температур от 25 до 120^{0}С. Спектры ЯМР ^{1}H записывали по обычной одноимпульсной программе с параметрами: частота резонанса – 300,21 МГц., длительность импульсов возбуждения – 2 мкс. (30-ти градусный импульс), период следования импульсов – 1 с, число накоплений сканов – 640.

Спектры записывали путем последовательного увеличения температуры (25, 40, 60, 80, 100 и 120^{0}С) с непременным термостатированием образцов при каждой выбранной температуре в течение 30 минут.

На рисунке 1 (*а*) представлено семейство спектров ЯМР ^{1}H белого сахара утфеля I кристаллизации при температурах – 25, 40, 60, 80, 100 и 120^{0}С. Спектры состоят из широкой линии и центральной узкой линии. Широкая линия соответствует неподвижным протонам кристаллической структуры сахара, а центральная узкая линия соответствует подвижным протонам. Подвижные протоны соответствуют атомам водорода молекул воды, которые в небольшом количестве имеются в образце сахара. Из-за ориентационных движений молекул воды усредняются диполь-дипольные ^{1}H-^{1}H взаимодействия протонов моле-

кул воды, что и приводит к сужению линии. Таким образом, центральная узкая линия соответствует сигналу остаточных молекул воды в образце сахара и относительная интегральная интенсивность (Int) центральной узкой линии соответствует относительному количеству воды в образце сахара.

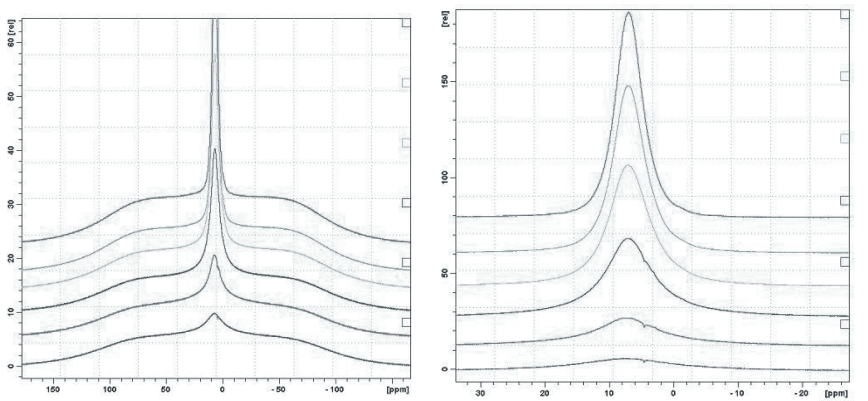
Ширина широкой линии на полувысоте (Δ√) с повышением температуры в ряду – 25, 40, 60, 80, 100 и 120^{0}С, соответственно, уменьшается – 66500, 65000, 64000, 63000, 62000 и 61500 Гц. Ширина линии связана с интенсивностью релаксации протонов: при меньшей степени их связанности и большей степени их свободы скорость релаксации возрастает, и ширина пика уменьшается. Этот эффект обусловлен частичным усреднением диполь-дипольных ^{1}H-^{1}H взаимодействий протонов молекул сахарозы из-за роста амплитуды и скорости колебаний молекул в кристаллической решетке с увеличением температуры.



а б

Рис. 1. Общие спектры (*а*) и растянутые спектры центральной части (*б*) ЯМР ^{1}H (300.21 МГц) сахара утфеля I кристаллизации в зависимости от температуры образца (температура увеличивается снизу вверх в ряду – 25, 40, 60, 80,100 и 120°С)

Как видно из рис. 1 (*а*), с ростом температуры интенсивность узкой линии увеличивается, что соответствует увеличению количества протонов воды. Увеличение количества подвижных протонов в молекуле сахарозы с ростом температуры является неожидаемым эффектом, требующим анализа и объяснения. Для более детального анализа указного артефакта и его численной оценки спектры центральной части спектра были увеличены и преобразованы путем итерации по стандартной программе обработки экспериментальных данных. Результаты обработки приведены на рис. 1 (*б*). Узкие линии соответствуют сигналам имеющихся молекул воды сахара. С повышением температуры узкие линии сужаются, и величина Δ√ центральной узкой линии соответственно уменьшается. Сужение центральной узкой линии обусловлено увеличением скорости ориентационного движения молекул воды с ростом температуры. Относительная интегральная интенсивность центральной узкой линии с ростом температуры увеличивается, соответственно, от 0,26 до 0,39%, т.е. относительное содержание воды в белом сахаре растет с увеличением температуры.



а б

Рис. 2. Исходные спектры (*а*) и растянутые центральные части спектров (*б*) ЯМР ^{1}H (300,21 МГц) образца сахара утфеля II кристаллизации, в зависимости от температуры. Температура образца увеличивается снизу вверх рисунка в ряду – 25, 40, 60, 80, 100 и 120°С

На рис. 2 приведено аналогичное первому случаю семейство спектров ЯМР ^{1}H для сахара утфеля II кристаллизации. Как и в первом случае с увеличением температуры ширины широкой и центральной узкой линии на полувысоте уменьшаются, а относительная интегральная интенсивность центральной узкой линии увеличивается. Основное отличие состоит в том, что относительное количество воды в сахаре утфеля II кристаллизации на порядок больше относительного количества воды в образце сахара утфеля I кристаллизации. С ростом температуры от 25 до 120^{0}С относительная интегральная интенсивность центральной узкой линии образца сахара утфеля II кристаллизации увеличивается от 5 до 16,3%.

В табл. 1 приведены параметры (Δ√, Гц и Int в %) спектров ЯМР ^{1}H образцов сахара утфеля I и II кристаллизации в зависимости от температуры.

Таблица 1. Параметры (Δ√, Гц и Int в %) спектров ЯМР ^{1}H образцов сахара утфелей I и II кристаллизации в зависимости от температуры

ЯМР ^{1}H-параметры	Температура образца, ^{0}С					
	25	40	60	80	100	120
Образец сахара утфеля I кристаллизации						
Ширина центральной узкой линии на полувысоте Δ√, Гц	1820	1700	1600	1400	1200	1100
Интегральная интенсивность узкой линии Int. (%)	0,26	0,27	0,29	0,32	0,34	0,39
Образец сахара утфеля II кристаллизации						
Ширина центральной узкой линии на полувысоте Δ√, Гц	5150	3400	2500	2100	1700	1500
Интегральная интенсивность узкой линии Int. (%)	5,0	8,5	14,2	15,7	16,0	16,3

На рис. 3 и 4 приведены зависимости ширины центральной узкой линии на полувысоте (Δ√) и интегральной интенсивности узкой линии спектров сахара, соответственно, от температуры.

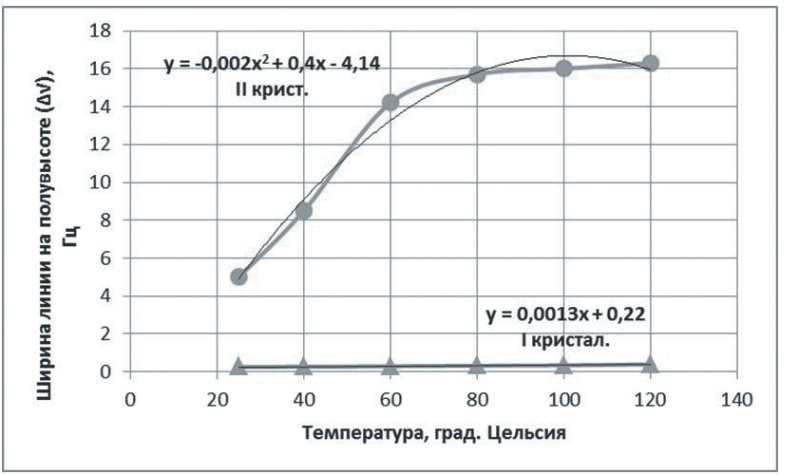


Рис. 3. Ширина узкой линии ЯМР ^{1}H спектров на их полувысоте для образцов сахара утфеля I и II кристаллизации в зависимости от температуры

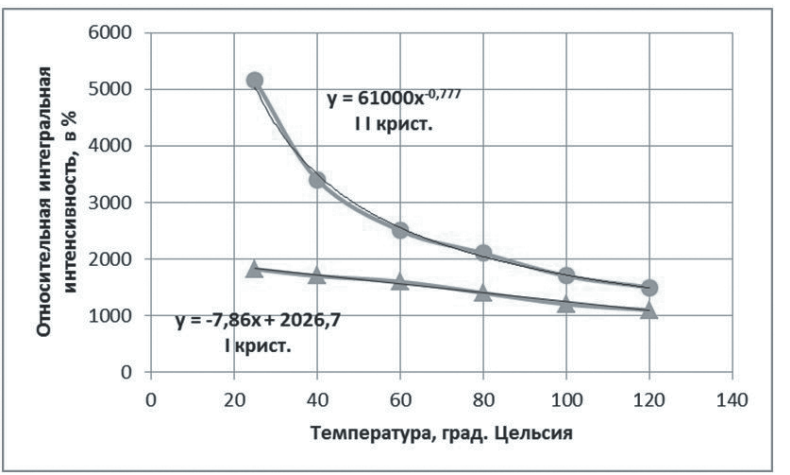


Рис. 4. Относительная интегральная интенсивность узкой линии ЯМР ^{1}H спектров образцов сахара утфеля I и II кристаллизации в зависимости от температуры

Обработка экспериментальных данных показал, что для сахара утфеля I кристаллизации с увеличением температуры уменьшение ширины линии на полувысоте Δ√ и увеличение относительной интегральной интенсивности Int происходит линейно. Для сахара утфеля II кристаллизации с увеличением температуры уменьшение ширины линии на полувысоте Δ√ и увеличение относительной интегральной интенсивности Int аппроксимируются нелинейными зависимостями, в первом случае – полиномом 2 степени, а во втором – степенной зависимостью.

Если уменьшение ширины центральной узкой линии (Δ√) с увеличением температуры естественно объяснить увеличением скорости ориентационного движения молекул воды в структуре сахара, то увеличение количества воды (Int) в обоих образцах с ростом температуры требует отдельного объяснения.

Проф. А.А. Славянским с сотрудниками [1] показано, что молекулы глюкозы и фруктозы имеют геометрические размеры порядка 1 нм. Расстояние между атомами кислорода и водорода в молекуле воды составляет 0,09584 нм, а между атомами водорода – 0,1515 нм [2]. Расчет показывает, что в гипотетически существующей внутримолекулярной полости глюкозы или фруктозы могут размещаться до 30 молекул воды. Такое состояние воды является неизученным и плотность ее распределения, очевидно, может быть как выше, так и ниже расчетной. Такая вода может быть названа внутримолекулярной (ВМВ) прочно связанной водой. Электронная плотность внутри кольца углеводов или даже внутри кристаллов сахарозы гораздо выше, нежели в растворах. Поэтому водородные связи будут иметь гораздо высокий энергетический потенциал. При нормальных условиях степень свободы протонов ВМВ незначительна, либо вообще они входят в спектр интенсивности матрицы сахарозы и не идентифицируются узкой полосой. С ростом температуры связи ВМВ с матрицей сахарозы ослабевают, что позволяет протонам такой воды проявляться в виде воды, идентифицируемой ЯМР спектроскопией. Как показано в работе [3], при размере кристаллов 0,4 мм и менее, рост площади поверхности кристаллов имеет экспотенциальный характер. Размер кристаллов сахара утфеля I и II кристаллизации существенно отличаются. Кристаллы са-

хара утфеля II кристаллизации на порядок ниже, недели у сахара утфеля I кристаллизации. Эти можно объяснить значительную разницу между двумя исследованными сахарами. При этом сахар утфеля II кристаллизации содержит значительное количество высокогигроскопичных несахаров, удерживающих на поверхности кристаллов гидратную воду.

С целью подтверждения высказанной гипотезы о существовании ВМВ были получены ЯМР-спектры образцов сахара после их охлаждения и кондиционирования в течение 14 часов при 25^0С.

Результаты спектроскопии приведены в табл 2.

Таблица 2. ЯМР^{1}Н-параметры центральной узкой линии при 25^0С (относительная интегральная интенсивность Int. в %, ширина линии на полувысоте Δ√ в Гц) образцов сахара до и после нагревания до 120^0С

Образцы сахара до и после ЯМР-экспериментов с нагреванием до 120^0С	Ширина центральной узкой линии на полу -высоте Δ√, Гц	Интегральная интенсивность узкой линии Int. (%)
Сахар утфеля I кристаллизации до нагревания	1820	0,26
Сахар утфеля I кристаллизации после нагревания	1600	0,50
Сахар утфеля II кристаллизации до нагревания	5150	5,0
Сахар утфеля II кристаллизации после нагревания	5370	3,5

Из табл. 2 видно, что после нагрева с последующим охлаждением и кондиционированием сахара ширина центральной узкой линии на полувысоте уменьшилась с 1820 до 1600 Гц для сахара утфеля I кристаллизации и увеличилась с 5150 до 5370 Гц для сахара утфеля II кристаллизации. Сужение линии для белого сахара объясняется тем, что после нагревания

ВМВ получила большую степень свободы и уже не вернулась в свое исходное состояние – прочно связанной воды. Такую воду можно, очевидно рассматривать уже как слабо связанную воду. В любом случае ее фазовое состояние изменилось в сторону обособленности от матрицы. Большая свобода молекул воды приводит к большей скорости ориентационных движений молекул воды и к большему сужению линии. Это подтверждается и тем, что интегральная интенсивность белого сахара возросла с 0,26 до 0,5%. Т.е. данная вода приобрела новое состояние, идентифицируемое ЯМР-спектроскопией, как самостоятельно существующую воду. Однако эта условно свободная вода осталась внутри кристаллической решетки (или даже во внутримолекулярной полости глюкозы и фруктозы), она не подверглась испарению при нагревании, а всего лишь обособилась от молекулярной матрицы.

Нагревание желтого сахара до 120^0С привело испарению частично связанной сахарозой и в основном, несахарами, воды. Испарилась вода, обладающая большей степенью свободы, что характеризуется более узкой полосой спектра. В составе желтого сахара осталась после нагревания только внутрикристаллическая (внутримолекулярная) вода, которая, как и в белом сахара не в состоянии диффундировать через барьер молекулярного (кристаллического) «энергетического фильтра» и испариться. Более подвижная вода желтого сахара испарилась, а менее подвижная – осталась, что привело к увеличению ширины пика на полувысоте. При этом в желтом сахаре уменьшилось общее количество воды за счет испарения ее свободной части, что иллюстрируется снижением интегральной интенсивности с 5,0 до 3,5%.

Наличие в сахаре ВМВ является существенным фактором, формирующим потребительские характеристики сахарозы.

Очевидно, сахар после высокотемпературной обработки поле обособления ВМВ приобретает более упорядоченную кристаллоструктуру. Кристаллы с более правильной кристаллоструктурой обладают большей энергетической устойчивостью и большим противодействием гидратации. Сахар в зависимости от целевого назначения должен обладать различными свойствами, так при производстве кондитерских изделий сахар должен обладать свойством быстрого растворения с образованием истин-

ных растворов, с целью чего предложены различные устройства и технологии [100]. Выявленный в процессе ЯМР-исследований эффект позволяет разработать сахар целевого назначения, который можно назвать гигроскопически устойчивой сахарозой (ГУС) и рекомендовать в качестве продукта целевого назначения для закладки на длительное хранение. ГУС также может быть использован в качестве ингредиента для продуктов, обладающих высокой активностью воды, но в которых сахароза не должна быть высокогигроскопичной и подверженной гидролизу. Например, при использовании ГУС в шоколаде предположительно будет снижена его уязвимость от сахарного и жирового поседения, в карамели – устойчивость к засахариванию, в мармеладе – устойчивостьк намоканию и слеживанию.

На рис. 5 приведена принципиальная схема получения гигроскопически устойчивой сахарозы.

Сахар после сушильно-охладительной установки подают на кондиционирование сухим воздухом при влажности 30-32 % в течение 72 часов при температуре 25^{0}С [4]. Кондиционирование необходимо для удаления слабо связанной влаги с поверхности кристаллов, а также влаги в составе инклюзий и окклюзий кристаллов, которая способна продиффундировать к поверхности в указанный промежуток времени. Такой сахар в течение краткосрочного хранения (3-4 месяца) не подвержен слеживанию и может храниться в силосах бестарным способом.

Для получения сахара целевого назначения его подвергают рассеву на крупную и мелкую фракции. Рассев необходим для того чтобы осуществить последующую термическую обработку для каждой фракции в индивидуальном режиме. Крупная фракция с размером кристаллов более 1 мм подвергают сухой кратковременной термической обработке в течение 8-10 мин., а мелкую фракцию с размером кристаллов 0,25-1,0 мм – в течение 5-6 мин. В течение указанного периода времени ВМВ успевает прибрести состояние обособленной от матрикса влаги, территориально оставаясь в прежнем месте.

Термически обработанный сахар крупной фракции обладает пониженной гигроскопичностью, устойчив к формированию водородных связей с поверхностной влагой и влагой среды

хранения и может бить использован для закладки на длительное хранение на период 12 и более лет.

Рис. 5. Принципиальная технологическая схема получения гигроскопически устойчивого сахара целевого назначения (ГУС ЦН)

Термически обработанный сахар мелкой фракции также обладает пониженной гигроскопичностью, устойчив к формированию водородных связей с поверхностной влагой и влагой

среды хранения и может бить использован для использования в гигроскопически уязвимых продовольственных товарах целевого назначения.

Список литературы

1. Славянский, А. А. Физико-химические свойства растворов и кристаллов сахарозы / А. А. Славянский, И. В. Глазьева // Сахар. – 2011. – № 1. – С. 12-17.
2. Rahman, A. Molecular dynamics study of liquid water /A. Rahman, F. H. Stillinger // Jr. J. chem. Phys. – 1972. – 55. – P. 3336-3359.
3. Белецкий, С. Л. Исследование анатомо-морфологических свойств кристаллов сахара-песка различных фракций методом рентгенографии / С. Л. Белецкий, Ю. И. Сидоренко, О. Г. Карамушко, О. В. Крайнева // Сборник научных трудов V межведомственной научно-практической конференции «Товароведение и проблемы длительного хранения продовольственных товаров» («Товаровед 2013»), МГУПП, 25-26 апреля 2013 г. – С. 137-140.
4. Бергерхофф Д-р, IKBIndustrieplanungGmbH, «Хранение сахара». – Конференции «Рынок сахара стран СНГ 2013. Новая роль, новые перспективы». – 14-15 марта 2013 г. – Москва, Редисон САС Славянская.

УДК 378.1:37.018.46

***В.А. Сорокина**, **М.Р. Туфатулина.** ФГБУ Колледж Росрезерва*

***V.A. Sorokina**, **M.R. Tufatulina**. Federal State Institution College Rosrezerva*

УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ КАК УСЛОВИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ТОВАРОВЕДЕНИЕ И ЭКСПЕРТИЗА КАЧЕСТВА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ТОВАРОВ»

TEACHING AND RESEARCH WORK OF STUDENTS AS A CONDITION OF FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCE IN THE SPECIALTY «COMMODITY AND EXAMINATION OF THE QUALITY OF CONSUMER GOODS»

Приводится процесс учебно-исследовательской работы студентов, служащей необходимым условием формирования профессиональных компетенций по специальности «Товароведение и экспертиза качества потребительских товаров».

Ключевые слова: студенты, исследовательская работа, метод, методика, навыки, профессиональная подготовки, экспертиза, анализ данных.

The process of teaching and research work of students, serving as a prerequisite for the formation of professional competencies in specialty «Commodity and examination of the quality of consumer goods».

Keywords: students, research, methods, techniques, skills, training, examination, analysis of the data.

Учебно-исследовательская работа студентов является одним из главных компонентов подготовки высококвалифицированных и конкурентоспособных специалистов. Основной целью этой работы является получение представления о методике и методе исследования, умения правильно поставить эксперимент, получение точных результатов, подведение итогов, оформление работы.

На III курсе у студентов формируются навыки самостоятельной работы, как теоретической, так и экспериментальной. Ознакомление с техникой эксперимента происходит в химической лаборатории колледжа. В процессе исследования студенты учатся пользоваться приборами, оборудованием, самостоятельно проводить эксперимент, применяют свои знания при решении конкретных задач на практике.

Некоторые темы разрабатываются по заявкам предприятий. Эти темы определённой сложности, так как исследуется характер изменений качества товара во времени. Результаты таких исследований интересны многим студентам, поэтому молодые исследователи выступают на научно-практических конференциях колледжа, города, области, а также на межведомственной и международной конференциях.

Исследовательская работа студентов охватывает широкий аспект профессиональной подготовки: изучается ассортимент продукта, поступающего на рынок города, даётся его товароведная характеристика, определяется ценовая градация в зависимости от торговых точек, проводится органолептический и физико-химический анализ качества. Итогом работы служит сравнительная оценка и анализ качества продукта согласно НТД (ГОСТа, Регламента).

Студенткой Туфатулиной М.Р., в 2013-2014 учебном году, проведена исследовательская работа «Сравнительная характеристика соли пищевой поваренной различных производителей стран СНГ». При исследовании рынка по реализации соли поваренной пищевой было выявлено, что в магазины г. Торжок поставляется соль девяти производителей:

1. «Артемсоль», Украина, Донецкая область, г. Артемовск.
2. «Хлебзернопродукт», Россия, Ростовская область, г. Таганрог.

3. Концерн «Белгоспищепром», ОАО «Мозырьсоль», Беларусь, Гомельская область, г. Мозырь.
4. ООО «Монарх» Россия, г. Санкт-Петербург.
5. ЗАО «Агроимпорт», Россия, г. Москва.
6. ООО «Проф», Агротехника, Россия, Московская область.
7. ООО «Соло-ко», Костромская область.
8. ООО «Салина», Россия, г. Азов.
9. ООО «Копекер-Левашово», Россия, Московская область.

Цена на соль (расфасовкой 1 кг) колеблется в диапазоне от 9 руб. 10 коп. до 12 руб.

Выявлено, что наибольшим спросом у покупателей пользуется соль трех производителей:

1. «Артемсоль», Украина, Донецкая область, г. Артемовск.
2. «Хлебзернопродукт», Россия, Ростовская область, г. Таганрог.
3. Концерн «Белгоспищепром», ОАО «Мозырьсоль», Беларусь, Гомельская область, г. Мозырь.

Поэтому для исследования были закуплены образцы:

Образец № 1. «Артемсоль» (Украина) – соль каменная, 1 сорт.

Образец № 2. «Хлебзернопродукт» (Россия) – соль садочная (морская), высший сорт.

Образец №3. Третий образец – соль сорта «Экстра» концерна «Белгоспищепром» - предоставлен Федеральным агентством по государственным резервам для определения пригодности к длительному хранению.

Образцы были проверены по следующим показателям:

- качество упаковки;
- полнота маркировки;
- органолептические показатели;
- физико-химические показатели.

Для более глубокой проверки качества образца, предоставленного Федеральным агентством, спектр физико-химических показателей был расширен.

Маркировка и упаковка всех образцов соответствует требованиям стандарта.

Органолептические показатели качества образцов №№1,2 приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты оценки органолептических показателей

Наименование показателя	Образец 1 «Артемсоль»	Образец 2 «Хлебзернопродукт»
Внешний вид	Кристаллический сыпучий	Кристаллический сыпучий
Вкус	Соленый, без посторонних	Соленый, без посторонних
Запах	Свойственный, без посторонних запахов	Свойственный, без посторонних запахов
Цвет	Серый	Белый

По органолептическим показателям оба образца соответствуют требованиям ГОСТ Р 515574-2000 .

Данные, полученные при определении физико-химических показателей, сведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты исследования физико-химических показателей

Наименование показателя	Образец 1 «Артемсоль»		Образец 2 «Хлебзернопродукт»	
	Норма по ГОСТ Р 51574 для соли 1 сорта в пересчете на сухое вещество	Результат экспертизы	Норма по ГОСТ Р 51574 для садочной соли высшего сорта в пересчете на сухое вещество	Результат экспертизы
Массовая доля влаги, % не более	0,35	0,10	3,2	0,36
pH раствора	не нормируется	6,2	не нормируется	6,42
Массовая доля не растворимого в воде остатка, %, не более	0,45	0,02	0,16	1,91

Анализ данных исследования позволил сделать следующие выводы:

1. Образец №1 по всем исследованным показателям соответствует требованиям стандарта.

2. Образец №2 по показателю массовая доля не растворимого в воде остатка, является не стандартным.

Результаты исследования соли поваренной пищевой сорта «Экстра» для поставки в Росрезерв (образец №3) сведены в табл. 3, 4.

Таблица 3. Результаты оценки органолептических показателей

Наименование показателя	Требования ГОСТ Р 515574-2000 для сортов		Результаты экспертизы	Соответствие требованиям
	экстра и высшего	первого и второго		
Внешний вид	Кристаллический сыпучий продукт. Не допускается наличие посторонних механических примесей, не связанных с происхождением и способом производства соли		Кристаллический сыпучий, без посторонних механических примесей	Соответствует
Вкус	Соленый, без постороннего привкуса		Соленый, без постороннего привкуса	Соответствует
Цвет	Белый	Белый или серый с оттенками в зависимости от происхождения и способа производства соли	Белый	Соответствует
Запах	Без посторонних запахов		Без посторонних запахов	Соответствует

Таблица 4. Результаты исследования физико-химических показателей

Наименование показателя	Норма в перерасчете на сухое вещество		Результаты экспертизы	Соответствие требованиям
	экстра	высшего		
1 Массовая доля хлористого натрия, %, не менее	99,70	98,40	99,9	Соответствует
2 Массовая доля кальций-иона, %, не более	0,02	0,35	Не обнаружено	Соответствует
3 Массовая доля магний-иона, %, не более	0,01	0,05	Не обнаружено	Соответствует
4 Массовая доля сульфат-иона, %, не более	0,16	0,80	Не обнаружено	Соответствует
5 Массовая доля калий-иона, %, не более	0,02	0,10	Не обнаружено	Соответствует
6 Массовая доля оксида железа (III), %, не более	0,005	0,005	Не обнаружено	Соответствует
7 Массовая доля сульфата натрия, %, не более	0,20	Не нормируется	Не обнаружено	Соответствует
8 Массовая доля нерастворимого в воде остатка, %, не более	0,03	0,16	0,015	Соответствует
9 Массовая доля влаги, %, не более, для соли:				
выварочной	0,10	0,70	0,04	Соответствует
каменной при поставке на длительное хранение массовая доля влаги каменной соли, не более	-	0,35 0,25.	-	-
самосадочной и садочной	-	3,20	-	-
10 pH раствора	6,5-8,0	Не нормируется	6,7	Соответствует

Экспертиза качества образца поваренной пищевой выварочной соли сорта «Экстра» концерна «Белгоспищепром» ОАО «Мозырьсоль» показала, что представленный образец соответствует требованиям, установленным ГОСТ Р 51574-2000 «Соль поваренная пищевая. Технические условия» и пригоден к закладке на длительное хранение.

Таким образом, в ходе исследовательских работ студент получает необходимые профессиональные навыки по оценки качества товаров.

Список литературы

1. ГОСТ 13685-84 Соль поваренная. Методы испытаний.
2. ГОСТ 51574-2000 Соль поваренная пищевая. ТУ.
3. ГОСТ 52482-2005 Соль поваренная пищевая. Отбор и подготовка проб. Определение органолептических показателей.
4. Герасимова, В. А. Товароведение и экспертиза вкусовых товаров – СПб: Питер, 2005.
5. Криштафович, В. И. «Товароведение и экспертиза продовольственных товаров» М., «Дашков и К» 2008.

УДК 664.762.633.12:006.354

***Ю.О. Сумелиди**, **К.Б. Гурьева**, к.т.н.**, С.Л. Белецкий**, к.т.н. ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

***J.O. Sumelidi**, **K.B. Gurieva**, **S.L. Beletskiy**. Federal State Institution Scientific Research Institute for storing Rosrezerva*

ДИНАМИКА БИОХИМИЧЕСКИХ И ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ГРЕЧНЕВОЙ КРУПЫ ВО ВРЕМЯ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ

THE DYNAMICS OF BIOCHEMICAL AND CONSUMER PROPERTIES OF BUCKWHEAT GROATS DURING LONG-TERM STORAGE

В работе рассмотрены результаты исследования качества гречневой крупы при хранении в южной зоне РФ. Результаты оценки с применением балльной шкалы позволили выявить общую тенденцию снижения балльной оценки по органолептическим показателям при длительном хранении крупы упакованной в мешки из полимерных материалов различных видов. При хранении отмечалось изменение биохимических показателей крупы во всех видах упаковки. Расчеты показали, что средняя интенсивность изменения показателей в большой степени зависит от вида упаковки.

Ключевые слова: крупа гречневая, хранение, качество, влажность, органолептические показатели, балльная оценка, кислотное число жира, упаковочные материалы, полипропиленовые мешки, условия хранения, жирнокислотный состав

The paper discusses the results of a study of quality of buckwheat groats in storage in the southern zone of the Russian Federation. The estimation results using point scale revealed a general downward trend in scoring organoleptic quality during prolonged storage of cereals packed in bags made of polymeric materials of

various kinds. When storing the noted change in biochemical indices of cereals in all kinds of packaging. Calculations have shown that the average intensity changing parameters largely depend on the type of packaging.

Keywords: groats buckwheat, storage, quality, humidity, organoleptic characteristics, score, an acid number of fat packaging materials, polypropylene bags, storage conditions, fatty acid composition.

Объектами исследования являлись партии гречневой крупы ядрицы быстроразваривающейся 1 сорта, изготовленной по ГОСТ 5574, упакованной в полимерные мешки разных видов при хранении в южной зоне РФ. Для экспериментальных целей на хранение была заложена крупа в различной упаковке: в стандартном полипропиленом мешке, в полипропиленовом мешке с полиэтиленовым вкладышем толщиной 10 мкм, в полимерном мешке из многослойной пленки с улучшенными барьерными характеристиками.

К процессам, влияющим на качество крупы в период хранения можно отнести следующие [1-2]:

• **микробиологические** – развитие плесени и других микроорганизмов, способных повышать токсичность продукта;

• **физико-химические -** адсорбция (десорбция) влаги, перегруппировка крахмала под действием сорбированной влаги;

• **биохимические и химические** - ферментативный гидролиз и окисление белков, жиров и углеводов крупы, химический гидролиз, химическое внутриклеточное окисление;

• **физические** – механическое разрушение крупы под действием статических нагрузок за счет изменения эластичности крупы, связанной с перераспределением влаги внутри крупы.

Повышение относительной влажности воздуха и увеличение массовой доли влаги в крупе при хранении может активизировать физико-химические и микробиологические процессы, что способствует порче крупы. В наших условиях при складском хранении изменения массовой доли влаги не отмечено, уровень этого показателя за весь период хранения был в пределах 10,2-10,7%. Ввиду низких величин массовой доли влаги не проис-

ходит микробиологических процессов и обеспечивается безопасность продукции, микотоксины не превышают допустимых норм ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Наиболее интенсивно при хранении круп протекают биохимические и химические процессы, которые в первую очередь затрагивают липидную фракцию, как наиболее неустойчивую с точки зрения состава жирных кислот. На рис. 1 приведена диаграмма жирнокислотного состава липидного комплекса гречневой крупы.

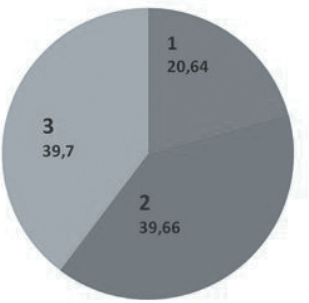


Рис. 1. Жирнокислотный состав гречневой крупы в начале хранения, %: 1 – насыщенные жирные кислоты; 2 – мононенасыщенные жирные кислоты; 3 – полиненасыщенные жирные кислоты

Из рис. 1 видно, что доля ненасыщенных жирных кислот в исследуемой гречневой крупе составляет до 82%. Около 40% приходится на мононенасыщенные жирные кислоты, из которых в наибольшем количестве содержится олеиновая кислота, и около 40% на полиненасыщенные жирные кислоты, представленные, в основном, линолевой и линоленовой кислотами.

Высокое содержание ненасыщенных жирных кислот, делает жир крупы нестойким к гидролитическим и окислительным процессам.

Качественные изменения липидов круп вызываются липазой и липоксидазой, микроорганизмами, а также воздействием кислорода воздуха. Интенсивность химических и биохимических превращений липидов зависит в наибольшей степени от температуры хранения и вида упаковки.

Склад, расположенный в Южном федеральном округе, где проводилось опытное хранение крупы, отличается довольно

значительными колебаниями температуры. Как видно из рисунка 2, только 6 месяцев в году температура хранения ниже 10^{0}С. В летние месяцы (май-август) время температура была в пределах 18-23^{0}С. Хранение в ЮФО в условиях неотапливаемого склада не защищает продукт от сезонных колебаний температуры.

Относительная влажность воздуха в складе в течение 2013 г. была на уровне 63-58%, поднимаясь в летний период до 68%.

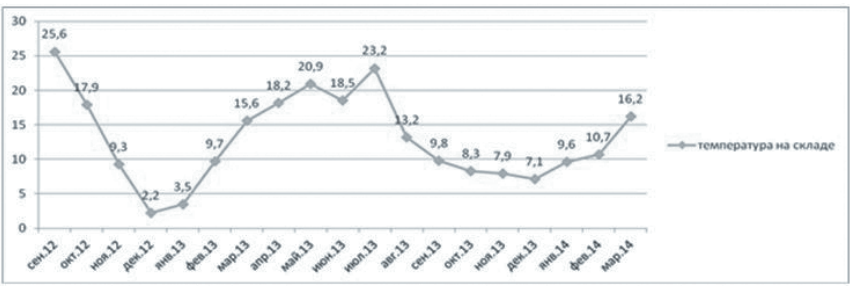


Рис. 2. Изменение температуры на складе при хранении гречневой крупы, ^{0}С

Предварительно нами был проведен выбор показателей для оценки динамики изменения окислительной порчи липидов круп при хранении [3].

В таблице 1 дана динамика изменения кислотного числа жира и органолептической оценки в исследуемых образцах. Как видно из данных, кислотное число жира возросло в период хранения, что и ожидалась ввиду начального высокого процентного содержания ненасыщенных жирных кислот в крупах. С ним коррелирует значение дегустационной оценки, которое соответственно снижалось.

Органолептическая оценка гречневой крупы является интегральным показателем, отражающим потребительскую оценку и весь комплекс изменений белковой и жировой фракций, входящих в состав крупы. Оценку органолептических показателей проводили в сваренном виде путем расчета суммарной органолептической оценки приготовленных каш с учетом коэффициентов весомости отдельных дескрипторов [4], [5]. Балльная оценка позволяет получить объективную информацию по динамике органолептических показателей при хранении. Установле-

но, что основной причиной снижения органолептической оценки является процессы порчи липидной фракции крупы, поэтому органолептическая оценка во многом определяет срок годности крупы.

Таблица 1. Динамика изменения кислотного числа жира и органолептической оценки гречневой крупы

Время хранения	Вид упаковки	КЧЖ крупы, мг КОН на 1 г жира	Обобщенная оценка, баллы				Комплексная органолептическая оценка с учетом коэффициентов весомости				
			цвет	запах	вкус	консистенция	цвет К=3	запах К=5	вкус К=8	консистенция К=4	сумма баллов
Начальный показатель качества	Стандартный полипропиленовый мешок	6,0	5,0	4,6	4,6	5,0	15	23	36,8	20	94,8
	Полипропиленовый мешок с полиэтиленовым вкладышем	6,0	5,0	4,6	4,6	5,0	15	23	36,8	20	94,8
	Многослойная пленка с улучшенными барьерными характеристиками	6,0	5,0	4,6	4,6	5,0	15	23	36,8	20	94,8
После 6 месяцев хранения	Стандартный полипропиленовый мешок	6,7	5,0	4,2	4,2	4,8	15	21	33,6	19,2	88,8
	Полипропиленовый мешок с полиэтиленовым вкладышем	6,4	5,0	4,2	4,1	4,9	15	21	32,8	19,6	88,4
	Многослойная пленка с улучшенными барьерными характеристиками	6,1	5,0	4,8	4,4	5,0	15	21	33,6	20	89,6

Время хранения	Вид упаковки	КЧЖ крупы, мг КОН на 1 г жира	Обобщенная оценка, баллы				Комплексная органолептическая оценка с учетом коэффициентов весомости				
			цвет	запах	вкус	консистенция	цвет К=3	запах К=5	вкус К=8	консистенция К=4	сумма баллов
После 12 месяцев хранения	Стандартный полипропиленовый мешок	8,1	4,7	4,2	3,8	4,7	14	20,8	30,7	18,7	84,2
	Полипропиленовый мешок с полиэтиленовым вкладышем	7,5	4,8	4,3	3,8	4,8	14,5	21,7	30,7	19,3	86,2
	Многослойная пленка с улучшенными барьерными характеристиками	6,9	5	3,8	4,3	4,7	15	19,2	34,7	18,7	87,5
После 18 месяцев хранения	Стандартный полипропиленовый мешок	8,6	4	3,1	3,4	3,9	12	15,5	27,2	15,6	70,3
	Полипропиленовый мешок с полиэтиленовым вкладышем	8,4	4,4	3,0	3,3	4,4	13,3	15,0	26,3	17,7	72,3
	Многослойная пленка с улучшенными барьерными характеристиками	7,4	4,5	3,9	3,4	4,2	13,5	19,3	27,4	16,8	77

Более наглядно динамика органолептической оценки и кислотного числа жира в разной упаковке даны на рис. 3 и 4.

Статистическая обработка данных показала высокую степень связи между показателями: комплексная балльная органолептическая оценка и кислотное число жира. Связь отрицательная, т.е. при увеличении кислотного числа жира снижается комплексная балльная органолептическая оценка в связи

с влиянием свободных жирных кислот на оценку вкуса и запаха каши, сваренной из гречневой крупы. Коэффициенты корреляции для разных видов упаковки составляют от минус 0,918 до минус 0,942.

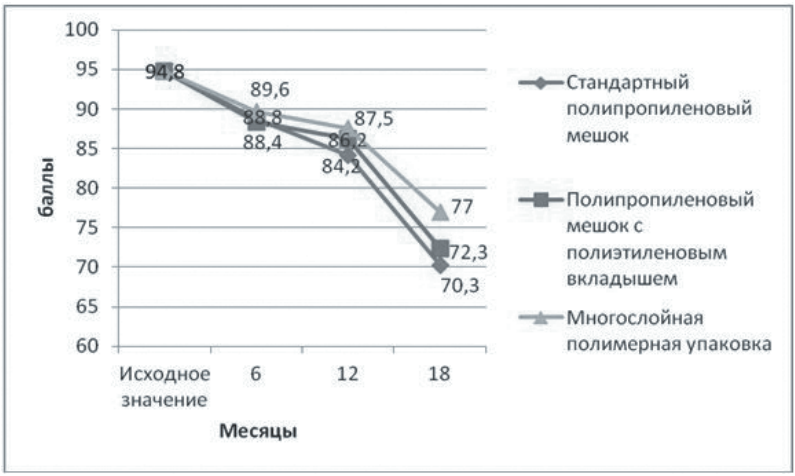


Рис. 3. Изменение комплексной балльной органолептической оценки исследуемых образцов при хранении, баллы

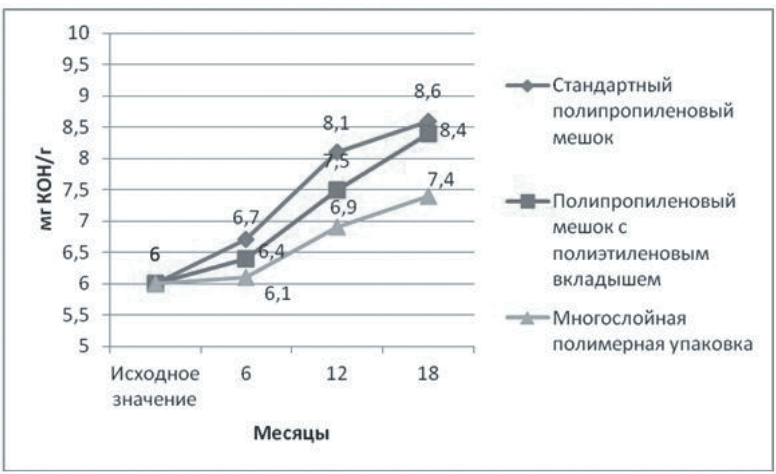


Рис. 4. Изменение кислотного числа жира исследуемых образцов при хранении, мг КОН/г

Рассматривая влияние упаковки на интенсивность изменения показателей качества можно констатировать, что применение полимерных видов упаковки снижает интенсивность биохимического изменения липидной фракции. Так, статистический расчет показал, что скорость нарастания кислотного числа жира (в мг КОН на 1 г жира) за месяц хранения в стандартном полипропиленом мешке равна 0,1541, в полипропиленовом мешке с полиэтиленовым вкладышем толщиной 10 мкм – 0,1391, в полимерном мешке из многослойной пленки с улучшенными барьерными характеристиками - 0,0838. В работах ГНУ ВНИИЗ [6] рекомендовано применение кислотного числа жира для установления сроков годности зернопродуктов, в том числе круп. По ГОСТ Р 55290-2012 «Крупа гречневая Технические требования» рекомендуемые сроки хранения устанавливает изготовитель при условии кислотного числа жира для ярицы быстроразвариваю щейся не более 13 мг КОН на 1 г жира. В наших исследованиях величина кислотного числа жира ниже рекомендованной нормы (в пределах 7,4-8,6 мг КОН на 1 г жира), что дает возможность продолжить хранение.

Аналогичные результаты получены и для комплексной балльной органолептической оценки. Скорость снижения этого показателя за месяц хранения в стандартном полипропиленом мешке равна 1,3090 баллов, в полипропиленовом мешке с полиэтиленовым вкладышем толщиной 10 мкм – 1,1681 балла, в полимерном мешке из многослойной пленки с улучшенными барьерными характеристиками – 0,9301 балла.

Предельным значением органолептической оценки нами экспериментально установлен уровень в 60 баллов, ниже которого крупу не рекомендуется использовать по назначению. В наших исследованиях величина комплексной балльной органолептической оценки не ниже рекомендованного уровня (в пределах 70-77 баллов), поэтому партии гречневой крупы в разных видах упаковки оставлены на дальнейшее хранение.

Таким образом, проведенные исследования показали динамику снижения качества гречневой крупы во время длительного хранения, но после достаточно длительного хранения в течение 18 месяцев остался запас качества как по органолептическим показателям, так и по кислотному числу жира. Дальнейшие ис-

следования раскроют возможность увеличения сроков хранения круп благодаря применению перспективной упаковки.

Результаты показали, что благодаря применению многослойной пленки «PA/EVON/PE» снижается скорость нарастания кислотного числа жира и снижение потребительских характеристик. Гречневая крупа, хранящаяся в перспективной многослойной упаковке «PA/EVON/PE» с повышенными барьерными свойствами: низкая влаго-, газо- и кислородопроницаемость, подвергается более медленным изменениям, чем хранящаяся в обычной упаковке.

Список литературы

1. Салун, И. П. «Крупы и их хранение» / Салун И.П.,Смирнова Н.А., Мудрецова-Висс К.А./ 1967 г.

2. Гурьева, К. Б. «Исследование качества круп при длительном хранении» // Гурьева К. Б., Иванова Е. В., Панкрухина Г. Н.// Материалы научно-практической конференции «Технология крупяных продуктов вчера, сегодня, завтра». – М. – МГУПП. – 2007. – С. 19-25.

3. Белецкий, С. Л. «Выбор показателей для оценки динамики окислительной порчи липидов круп при хранении» // Белецкий С. Л., Гурьева К. Б., Сумелиди Ю. О.// Материалы межведомственной научно-практической конференции «Инновационные технологии в пищевой промышленности, товароведении и общественном питании». – М., ФГБОУ ВПО МГУПП 2013 г.

4. Гурьева, К. Б. «Исследование влияния упаковочных материалов на качество круп при хранении» // Гурьева К. Б., Панкрухина Г. Н., Иванова Е. В. // Сборник научных трудов МПА (Международная промышленная академия). – 2009 г. – выпуск VII/I. – С. 175-190.

5. Приезжева, Л. Г. Совершенствование методики балльной оценки зернопродуктов / Л. Г. Приезжева, Т. А. Леонова, Е. П. Мелешкина, И. А. Панкратьева, Т. И. Очеретенко // Хлебопродукты. – 2012. – №1. – С. 61–63.

6. Приезжева, Л. Г. Методика определения норм свежести и годности хлебопродуктов по кислотному числу жира / Л. Г. Приезжева // Хлебопродукты. – 2012. – №1. – С. 50–53.

УДК 664.762

***С.А. Урубков**, к.т.н., **С.О. Смирнов**, к.т.н. ФГБНУ НИИХП*

***S.A. Urubkov**, **S.O. Smirnov**. State Research Institute of Baking Industry*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

PROSPECTS FOR THE USE OF GRAIN PROCESSING PRODUCTS HYBRID OF RYE AND WHEAT IN THE MANUFACTURE OF PASTA ON THE BASIS OF NEW TECHNOLOGICAL SOLUTIONS

Приведены результаты разработки новой технологии производства муки для макаронных изделий из зерна тритикале.

Ключевые слова: тритикале, мука макаронная, технология макаронной муки.

The results of the development of new technology for the production of flour pasta grain triticale.

Keywords: triticale flour pasta, pasta flour technology.

Перспективным направлением фундаментальных и прикладных исследований в пищевой индустрии Российской Федерации является создание инновационных технологий производства и переработки растительного сырья, направленных на получение новых видов обогащенных и функциональных пищевых продуктов. Зерновое сырье традиционно занимает первостепенное значение в обеспечении продовольственной безопасности страны [3]. В связи с этим увеличение промышленного производства нетрадиционной зерновой культуры тритикале является актуальным.

Результатами многочисленных исследований в мире является создание большого числа различных сортов тритикале с самыми разнообразными свойствами, для использования в различных отраслях пищевых производств. Тритикале находит всё большее применение в хлебопекарной и кондитерской промышленности, производстве спирта и алкогольных напитков [1].

В последние годы в структуре питания населения России произошли неблагоприятные изменения, повлекшие за собой проблемы, связанные с дефицитом пищевого белка. По данным Института питания РАМН, начиная с 1992 г. в России потребление животных белковых продуктов снизилось на 25-35%. Одним из путей снижения дефицита белка, улучшения качества питания и состояния здоровья людей является создание пищевых продуктов, обогащенных белком растительного происхождения.

Тритикале по содержанию белка в 1,5 раза превосходит рожь, и в 1,2 раза пшеницу, а также содержит сбалансированный состав минеральных веществ, витаминов группы В, крахмала и незаменимых аминокислот [2], [6].

В настоящее время недостаточно разработок по данной культуре, направленных на получение различных видов круп, в том числе и для производства макаронных изделий. Изучение этих вопросов позволит расширить ассортимент продуктов богатых повышенной биологической ценности.

В результате комплексных исследований физико-химических характеристик зерна тритикале и определения технологических свойств продуктов его переработки, с учетом показателей их качества, разработана технология производства макаронной муки из зерна тритикале, а также определены основные технологические параметры процесса производства [4], [7].

Определено количество крупообразующих и ситовеечных систем, а также направление и распределение потоков между ними, что в целом определяет весь технологический процесс, разработанная схема которого представлена на рис. 1. На данный способ получено положительное решение №2013145231(069884) на выдачу патента.

Экспериментальными исследованиями подтверждено, что при существенном сокращении схемы помола, за счет ра-

ционального построения технологического процесса, технология позволяет получить макаронной муки из зерна тритикале 45-50% общего выхода, муки 32-33%, выход отрубей 18-22%.

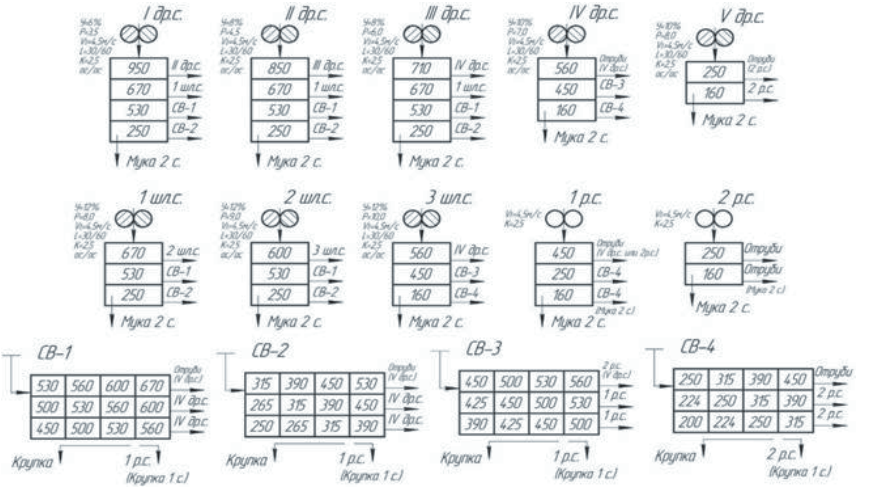


Рис. 1. Технологическая схема выработки макаронной муки из зерна тритикале

Разработанный способ был апробирован на тритикале и пшенице. Исследования показали, что при переработке зерна тритикале линии №3478/09, с показателем общей стекловидности 85% и содержанием белка 15,4%, выход крупки в среднем составил 50%, при использовании сорта «Трибун» со стекловидностью 68,8% и количеством белка 15,4% выход готового продукта не превышал 45%, из сорта «Корнет» со стекловидностью 66,3%и содержанием белка 12,6%выход крупки составил 41%, при использовании пшеницы со стекловидностью 89% и количеством белка 13,0% общий выход крупки не превысил 50%.

Сравнительный анализ гранулометрического состава крупки из зерна тритикале сорта «Трибун» и крупки из зерна пшеницы, выработанных по разработанному способу, показал (см. рис. 2), что крупность круподунстовых продуктов тритикале и пшеницы схожи. Это позволило предположить, что режимы формирования

структуры макаронного теста и прессования макаронных изделий из тритикалевой крупки будут такие же, как из пшеничной крупки.

Рис. 2. Гранулометрический состав крупок из тритикале и пшеницы

Помимо гранулометрического состава, при комплексной оценке физико-химических свойств полученной крупки определяли показатели, характеризующие состояние углеводно-амилазного и белково-протеиназного комплексов, значения которых представлены в табл. 1.

Таблица 1. Химические показатели крупки из тритикале

Наименование исходного продукта	Клейковина				Влажность, %	Кислотность, %	Зольность, % на а.с.в.	Число падения, с
	Содержание сырой, %	Содержание сухой, %	Качество, ед. прибора ИДК, группа	Растяжимость, см				
Контроль - крупка из твердозерной пшеницы	28	12,1	80 (II)	21	12,0	1,7	0,9	267
Крупка из сорта «Корнет»	18	11,3	55 (I)	9	11,2	1,6	1,1	194
Крупка из сорта «Трибун»	25	12,5	60 (I)	11	11,6	1,7	1,2	172
Крупка из линии «3478/09»	24	12,7	72 (I)	13	11,8	2,0	1,0	265

Проведенные исследования физико-химических свойств тритикалевой крупки позволили выявить ее соответствие требованиям, предъявляемым ГОСТ Р 52668-2006 «Мука из твердой пшеницы для макаронных изделий. Технические условия».

Анализ данных, представленных в табл. 1 позволяет предположить, что макаронные изделия из тритикале будут характеризоваться повышенной прочностью, что в итоге и было подтверждено экспериментально.

Нитевидные длинные макаронные изделия были получены прессованием через матрицу с диаметром отверстий 1,2 мм [8], [9]. Проведена оценка органолептических и варочных свойств, полученных образцов макаронных изделий из тритикалевой крупки [5], результаты которой отражены в табл. 2.

Таблица 2. Показатели качества макаронных изделий из тритикале

Наименование продукта	Внешний вид изделия			Варочные свойства		
	Поверхность	Излом	Цвет	Длительность варки, мин	Коэффициент увеличения объема, К	Количество сухих веществ в варочной воде, %
Контроль - макароны из твердозерной пшеницы	гладкая	стекловидный	желтый с янтарным оттенком	7,0	1,65	5,6
Макаронные изделия из сорта «Корнет»	слегка шероховатая	полу-стекловидный	белый с желтоватым оттенком	6,0	1,71	9,4
Макаронные изделия из сорта «Трибун»	гладкая	полу-стекловидный	белый с желтоватым оттенком	6,0	1,68	8,6

Наименование продукта	Внешний вид изделия			Варочные свойства		
	Поверхность	Излом	Цвет	Длительность варки, мин	Коэффициент увеличения объема, К	Количество сухих веществ в варочной воде, %
Макаронные изделия из линии «3478/09»	гладкая	стекловидный	желтый с янтарным оттенком	6,5	1,66	7,8

Как показывают данные табл. 2, использование муки из зерна тритикале приводит значительному увеличению сухих веществ в варочной воде. Максимальное количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, отмечено в пробах макаронных изделий, изготовленных из сорта Корнет. Следовательно, для выработки макаронных изделий предпочтительно использовать сорт тритикале «Трибун» и линию «3478/09», отличающуюся повышенным содержанием каратиноидных пигментов.

Результаты проведенных исследований показали возможность использования крупки из различных сортов зерна тритикале при изготовлении макаронных изделий, что будет способствовать расширению ассортимента продукции повышенной пищевой ценности.

Список литературы

1. Грабовец, А. И., Тритикале. Материалы международной научно-практической конференции Т67 «Роль тритикале в стабилизации и увеличении производства зерна и кормов» и секции тритикале отделения растеневодства РАСХН / А.И. Грабовец, В.Н. Василенко, В.Я. Ковтуненко, А.В. Титаренко, А.В. Крохмаль // Ростов-на-Дону, 2010 – 294 с.

2. Козьмина, Н. П., Новая зерновая культура – тритикале и технологические свойства зерна / Н.П. Козьмина, Е.А.Воронова,

Э.Е. Хачатурян // Обзорная информация. Серия «Мукомольно-крупяная промышленность», М.: ЦНИИИТЭИ Минзага СССР, 1976. – С.40.

3. Косован, А. П. Новые концептуальные решения проблем хлебопекарной и макаронной промышленности / Косован А.П., Поландова Р.Д.// Хранение и переработка сельхозсырья. 2004. № 6. – С. 49.

4. Правила организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах. ВНПО «Зернопродукт», ВНИИЗ, М., 1991. – С. 58-66.

5. Сборник технологических инструкций по производству макаронных изделий. – М.: 1991.

6. Тритикале – первая зерновая культура, созданная человеком / Пер. с англ. М.Б. Евгеньева. Под ред. и с предисл. Ю.Л. Гужова // – М.: Колос, 1978. – 285 с.

7. Урубков, С. А. Перспективные решения производства макаронной муки из зерна тритикале, и применение продуктов его переработки при изготовлении макаронных изделий / С.А. Урубков, С.О. Смирнов // Хранение и переработка зерна №2(179) – Одесса, 2014 – С. 34-38.

8. Черных, В. Я. Прочность макаронных изделий / В.Я. Черных, Е.В. Артемьева, А.С. Максимов // Хлебопродукты. 2005. № 4. – С. 44.

9. Шамелис, С. М. Технология макаронного производства / С.М. Шамелис// Лабораторный пратикум для студентов факультета пищевых производств. М., МГТУПП, 1971. – 83 с.

УДК 631.243.24

***В.Б. Фейденгольд**, д.т.н., проф. (Международная промышленная академия); **И.В. Гучас**, **И.Б. Урлапова**, к.т.н. (Федеральное агентство по государственным резервам); **С.Л. Белецкий**, к.т.н., доц. (ФГБУ НИИПХ Росрезерва)*

***V.B. Feydengold** (International University of Industry); **I.V. Guchas**, **I.B. Urlapova** (Federal Agency for State Reserves); **S.L. Beletskiy** (Federal State Institution Scientific Research Institute for storing Rosrezerva)*

ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕВАТОРОВ

PROBLEMS OF CONSTRUCTION AND OPERATION OF GRAIN ELEVATORS

В статье приводятся основные тенденции производства зерна в России, увязанные с посевными площадями и другими показателями, затронуты проблемы развития агропромышленного комплекса нашей страны, описывается динамика строительства различных зернохранилищ.

Ключевые слова: зерновое хозяйство, экономика, валовый сбор, производство зерна, развитие сельского хозяйства, зернохранилища, элеваторы, строительство, материал, температура.

The article presents the main trends in grain production in Russia, linked to acreage and other indicators affected by the development of agro-industrial complex of the country, describing the dynamics of the construction time-personal granaries.

Keywords: grain farming, the economy, the gross harvest of grain production, the development of agriculture, grain storage, grain elevators, construction, material temperature.

Поскольку в России зерновое хозяйство традиционно является стратегической и одновременно системообразующей отраслью в экономике страны и агропромышленном комплексе, оказывающей влияние на развитие многих других отраслей промышленности, определяющих продовольственную безопасность страны [1], государство в последние годы стало программно обозначать ориентиры по сбору зерна (до 2020 г.) [2] и строительству зернохранилищ [3].

В государственной программе указано, что валовой сбор зерна к 2020 г. повысится до 115 млн т (в среднем) против 85,2 млн т за 2006-2010 гг., интервенционный фонд повысится до 8,5 млн т, а экспортный потенциал зерна – до 30 млн т [2]. Данные по производству и потреблению зерна в стране за предыдущие 50 лет вызывают у специалистов обоснованную тревогу (табл. 1.).

Таблица 1. Основные показатели производства зерна в России

Годы	Посевная площадь, млн га	Урожайность, ц/га	Валовой сбор, млн т	Производство на душу населения, кг
1955-1959	73,0	8,6	62,8	546,1
1960-1964	77,2	9,6	74,9	608,9
1965-1969	75,3	11,6	86,9	691,8
1970-1974	74,1	14,0	103,7	803,4
1975-1979	77,1	13,1	101,0	758,4
1980-1984	72,4	12,7	91,7	701,6
1985-1989	66,6	15,1	100,6	758,6
1990-1994	60,8	16,2	98,6	664,6
1995-1999	51,8	12,4	64,7	432,0
2000-2004	45,3	16,7	76,1	530,0
2005-2009	44,6	20,2	88,6	606,0
2010-2013	44,3	19,6	81,1	564,8

Не вдаваясь в подробный анализ статистики и причин, по которым произошло резкое снижение посевных площадей и обеспеченности зерном (на душу населения), можно сделать заключение о том, что производство зерна в стране в настоящее время отброшено на уровень 70-80 годов прошлого столетия, в то время как Китай, Индия, Бразилия, Аргентина только за последние 20 лет смогли примерно удвоить свой урожай.

Настораживают данные о планируемом экспорте из страны зерна (30 млн т), если учесть что в доперестроечный период при валовом сборе зерна порядка 100 млн т в страну завозили около 20 млн т в основном фуражного зерна.

Главными проблемами развития агропромышленного комплекса являются технико-технологическое отставание сельского хозяйства России от развитых стран мира из-за недостаточного уровня доходов сельскохозяйственных товаропроизводителей для осуществления модернизации, а также стагнация машиностроения для сельского хозяйства и пищевой промышленности [2]. В перечне ближайших задач государства и бизнеса стоят вопросы, связанные со строительством и эксплуатацией элеваторов (зернохранилищ), которые, находясь на стыке взаимоотношений производителей зерна и рынка потребителей, в наибольшей сте-

пени продолжают испытывать негативные последствия перехода от планово-распределительной системы к рыночной экономике.

Необходимым условием хранения запасов является наличие соответствующих зернохранилищ, которые должны надежно защищать зерно от атмосферных осадков, грунтовых и поверхностных вод, резких перепадов температур, вредителей зерна; быть приспособленными для загрузки и выгрузки зерна, а также выполнения необходимых операций с зерном (очистка, сушка, контроль за состоянием зерна при хранении и т.п.) [4]. В связи с этим впечатляют темпы строительства зернохранилищ в России в период с 1956 г. по 2000 гг. (табл. 2).

Строительный бум зернохранилищ в России пришелся на период 1966-1970 гг. За пять лет строилось порядка 20 млн т емкостей. Жестко поставленные сроки, строгий правительственный и партийный контроль в тот период позволяли достигать высоких темпов строительства. Практика планового хозяйства в стране имела и негативные последствия, часто толкая исполнителей на строительство неоправданно крупных элеваторов, в большинстве своем из сборного железобетона, который изначально не обеспечивает герметичного хранения зерна. Не случайно зерно для долговременного хранения запрещено хранить в периферийных силосах из сборного железобетона.

Таблица 2. Ввод в эксплуатацию зернохранилищ, тыс. т

Годы	Элеваторы	Зерносклады	Всего
1956-1965	4107	16055	20162
1966-1970	5587	14361	19948
1971-1975	8524	1809	10333
1976-1980	9923	988	10911
1981-1985	5850	350	6200
1986-2000	3087	384	3471
Всего	37078	33947	71025
Последующий период – достоверные данные отсутствуют			

После распада СССР строительство элеваторов в России практически прекратилось, в то время как значительная часть зернохранилищ, построенных в 60-80 годы в виде зерноскладов и элеваторов, вышла из строя. Строительство элеваторов в ограниченном объеме в основном ведется только при портовых терминалах и элеваторах для перевалки зерна на судоходных реках, а также крупными холдингами, обеспечивающими нужды животноводческих и птицеводческих предприятий.

Реализация государственных мероприятий по увеличению технической оснащенности производства, потребления и экспорта зерна путем продвижения его на растущие рынки Азиатско-Тихоокеанского региона, Африки, Латинской Америки и Европы за счет строительства новых, реконструкции и модернизации действующих объектов предусматривается при участии ОАО «Объединенная зерновая компания» [3]. Прогноз ввода в эксплуатацию элеваторов по такой крупной компании как ОАО «Объединенная зерновая компания», которая должна определять общий вектор строительства зернохранилищ в стране, приведен в табл. 3. Из данных таблицы видно, что планируемые темпы строительства не сопоставимо низкие по сравнению с теми, которые страна могла реализовывать 20-30 и даже 40 лет назад (см. табл. 2).

Таблица 3. Прогноз ввода в эксплуатацию мощностей по хранению зерна ОАО «Объединенная зерновая компания», млн т

Показатели	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Итого
Приобретение элеваторов	1,2	1					2,2
Модернизация элеваторов		0,85	0,52				1,37
Строительство элеваторов		1	1	1			3,0
Итого прирост мощностей хранения зерна	1,2	2,85	1,52	1			6,57

Практически весь прирост зерновой емкости в стране происходит за счет строительства металлических зернохранилищ с одинарной стенкой, в которых условия хранения зерновых масс по сравнению с железобетонными зернохранилищами значительно хуже из-за высокой теплопроводности стен и крыши (табл. 4).

Таблица 4. Толщина стен силоса и теплопроводность отдельных материалов

Материал	Толщина стенки, мм	Коэффициент теплопроводности, Вт/м*К
Железобетон	120-200	1,4-1,8
Металл (сталь)	2-6	52
Зерновая масса (справочно)	-	0,15-0,25
Пенопласт (справочно)	-	0,04

Толщина стен монолитного железобетонного силоса в 50 – 100 раз превышает толщину стены металлического силоса, а теплоизоляционные свойства бетона превосходят теплоизоляционные свойства металла в десятки раз.

На рисунке 1 представлены температурные кривые окружающего воздуха в отдельных регионах страны (Москва, Ростов-на-Дону, Якутск) [5], которые показывают изменчивость внешних условий хранения зерна.

Результаты исследования хранения зерна в металлических емкостях показали, что в периферийных участках насыпи (до 15 см) под воздействием условий окружающей среды температура зерна может резко повышаться (до 40ºС и более) и снижаться, может происходить перераспределение влаги, а при повышенной влажности воздуха надзернового пространства (близкой к 100%) возможна конденсация водяных паров на внутренней поверхности кровли и стенках, и даже при влажности 13-14% может иметь место снижение качества зерна и развитие плесневых грибов и вредителей хлебных запасов [6], [7].

Не случайно, согласно Временной инструкции по хранению зерна в металлических зернохранилищах № 9-4-79 [8], предельно-допустимые сроки хранения пшеницы, ячменя, ку-

курузы в южных регионах страны ограничиваются при влажности зерна ниже 13% – 12, 6 и 9 месяцами соответственно, для остальных регионов – 24, 12, 9. При влажности зерна свыше 13% до 14% предельно-допустимый срок хранения зерна для южных регионов сокращается до 6 (пшеница) и 3 (ячмень и кукуруза) месяцев, а для остальных регионов при этой влажности зерно не может храниться более 12, 9 и 6 месяцев. Учитывая приведенные данные и тот негативный опыт, который накопился в стране в последнее время по использованию металлических емкостей не по назначению, с нарушением требований к качеству и состоянию закладываемого на хранение зерна, влажность зерна при загрузке не должна превышать 14%; запрещается загрузка зернохранилищ свежеубранным зерном, не прошедшим сушку и очистку, а по сорной примеси нельзя превышать пределов, установленных ГОСТами для зерна средней чистоты. Можно утверждать, что металлические зернохранилища с одинарной стенкой для долговременного (свыше 1 – 2 лет) хранения зерна не подходят.

Для решения проблем долговременного хранения зерна необходимо будет возвращаться к строительству зернохранилищ из железобетона или использовать металлические зернохранилища с двойной теплоизоляционной стенкой.

В настоящее время в стране возрождается строительство конструкций зернохранилищ из монолитного железобетона, которые обеспечивают большую эксплуатационную надежность, и что особенно важно, сохранность зерна при длительном хранении.

Практика возведения монолитных конструкций и накопленный ЗАО «Волгохлебстроймонтаж» опыт [9] показывают, что монолитные железобетонные элеваторы для долговременного хранения зерна, особенно на тесных площадках, в районах с высокой сейсмичностью и при слабых грунтах основания являются перспективными.

От готовности государства с его научно-техническим потенциалом и бизнеса к решению задач широкомасштабного технического обновления зернохранилищ в стране во многом будет зависеть эффективность мероприятий по строительству и эксплуатации элеваторов.

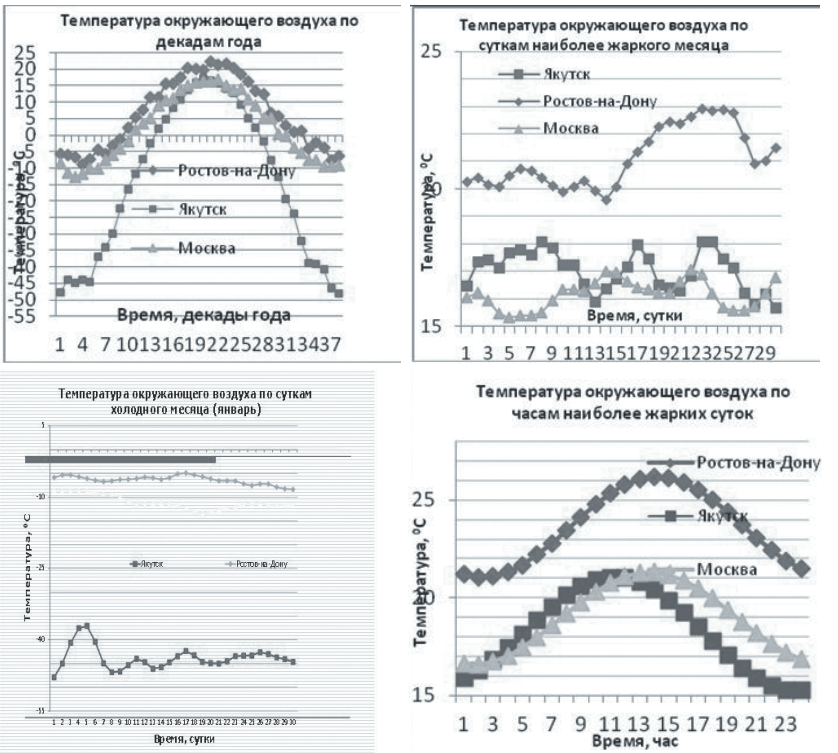


Рис. 1. Температурные кривые окружающего воздуха в различных регионах страны

Значительную роль в решении поставленных задач необходимо отводить подготовке квалифицированных кадров, способных правильно ставить задачи по развитию сети зернохранилищ в стране, грамотно их проектировать, строить и ответственно эксплуатировать сложные в техническом и технологическом плане объекты.

Список литературы

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. № 120.

2. Государственная программа развития сельского хозяй-

ства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 – 2020 годы. Утверждена постановлением правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. № 717.

3. Стратегия развития ОАО «Объединённая зерновая компания» на 2009 -2012 годы и на период до 2015 года. Утверждена Советом Директоров (протокол №9 от 21 декабря 2009 г.).

4. Фейденгольд, В. Б. Зернохранилище. – М.: Большая Российская энциклопедия, Т 10. – 2008. – 767 с.

5. ГОСТ 16350-80. Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей. – 139 с.

6. Лугарёв, А. Л. Хранение зерновых масс ячменя в металлических силосах: Автореф. дисс. канд. тех. наук. – М., 1981. – 24 с.

7. Кан, Г. В. и др. Хранение зерна ячменя в металлическом силосе большой емкости в условиях Башкирской АССР // Сб. науч. тр. / ВНИИЗ, №105, 1984 г. – С. 64-71.

8. Временная инструкция по хранению зерна и металлических зернохранилищах. ЦНИИТЭИ, М. 1979 г.

9. Вайнер, И. А. Особенности строительства современных мукомольных комплексов / Хлебопродукты, 2012. №8.

УДК 631.53.02:633.13(571.56)

***Д.И. Шпаро**, к.ф-м.н. (Фонд «Клуб «Приключение»); **В.П. Леденев**, к.т.н. (ГНУ ВНИИПБТ); **Н.Д. Лукин**, д.т.н. (ГНУ ВНИИК); **С.Л. Белецкий**, к.т.н., доц. (ФГБУ НИИПХ Росрезерва)*

***D.I. Shparo** («The Club «Adventure»); **V.P. Ledenev** (GNU VNIIPBT); **N.D. Lukin** (GNU VNIIK); **S.L. Beletskiy** (Federal State Institution Scientific Research Institute for storing Rosrezerva)*

ХРАНЕНИЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ НА ТАЙМЫРЕ ПРОДОЛЖАЕТСЯ (ОТ Э.В. ТОЛЛЯ ДО ВЕКА НАНОТЕХНОЛОГИЙ)

STORAGE OF FOOD ON THE TAIMYR PENINSULA CONTINUES (FROM E.V. TOLL CENTURY TO NANOTECHNOLOGY)

В статье идет рассказ о сохранности качества продуктов питания, найденных на полуострове Таймыр, что послужило началом научному эксперименту по возможности хранения в зоне вечной мерзлоты современных продовольственных товаров и продовольственного сырья до 2050 г.

Ключевые слова: научный эксперимент, вечная мерзлота, Таймыр, полярник, Э.В. Толль, мыс Депо, продуктовый склад, образцы продуктов, глубина, сухари, овсяные хлопья, вкусовые качества, программа, порядок работ.

The article goes the story of the preservation the quality of food found on the Taimyr Peninsula, that was the beginning of a scientific experiment on the storage capacity in the permafrost zone of modern food products and food raw materials until 2050.

Keywords: science experiment, permafrost, Taimyr, polar explorer, EV Toll, Cape Depo, grocery warehouse, product samples, depth, crackers, oatmeal, taste, program, order of operations.

В августе 1973 г. участники научно-спортивной экспедиции «Комсомольской правды» проводили обследование западного побережья п/о Таймыр с целью изучения и поисков исторических памятников первых русских исследователей Севера.

Восточной группой экспедиции, проводившей обследование залива Миддендорфа на п/о Заря, был обнаружен склад пищевых продуктов, заложенных в вечной мерзлоте на глубину 1,3 м начальником Русской Полярной экспедиции Э.В. Толлем в 1900 г.

В августе 1973 г. из склада были изъяты сухари и овсяные хлопья типа «Геркулес», которые были переданы во ВНИИКОП для оценки качества. Исследования показали, что сухари и овсяные хлопья сохранили свои вкусовые качества и органолептические свойства.

Обнаруженный продовольственный склад, пролежавший более 70 лет в вечной мерзлоте, являлся уникальным. Он представлял большой научно-практический интерес с точки зрения исследований условий длительного хранения продуктов, их анализа в лабораториях научно-исследовательских учреждений (ВНИИКОП, ИМБП, ЦНИЛ ГУГМР, ВНИХИ и другие) после вывоза с п/о Таймыр. Поэтому было решено продолжить научный эксперимент по длительному хранению пищевых продуктов в вечной мерзлоте.

Предварительно для проведения эксперимента и закладки образцов различных продуктов в разных видах упаковки на длительный срок в условиях вечной мерзлоты в июле 1974 года была составлена и утверждена совместная «Программа исследования возможности длительного хранения пищевых продуктов в условиях вечной мерзлоты на п/о Таймыр».

Программой был определен порядок проведения работ:

1. Изучение температурно-влажностного режима и состояние грунта в районе нахождения склада.
2. Вскрытие склада и описание внешнего состояния тары и упаковки.
3. Подготовка продуктов к транспортировке.
4. Транспортировка продуктов по маршруту п/о Заря - Диксон - Москва.
5. Помещение продуктов в режимные условия после доставки в Москву.

6. Организация и проведение исследований доставленных продуктов с п/о Таймыр:

• вскрытие и отбор образцов для исследования различными организациями;

• проведение анализов (физико-химических, биохимических, органолептических);

• обработка данных и выдача заключения по каждому продукту, доставленному с п/о Таймыр.

7. Подготовка продуктов для новой закладки на п/о Таймыр:

• подбор продуктов, тары и упаковки;

• подготовка анализов и характеристика закладываемых продуктов;

• упаковка продуктов, подготовка к транспортировке и маркировка;

• транспортировка продуктов на п/о Таймыр;

• подготовка места для закладки продуктов на длительное хранение с выемкой их в 3 срока: через 6 лет – в 1980 г.; через 25 лет – в 2000 г.; через 75 лет – в 2050 г.;

• обозначение места закладки (установка знаков).

8. Оформление предварительных результатов исследований – составление отчета по 1 этапу работы (Изъятие и закладка новых продуктов).

9. Составление полного научного отчета по завершению всех исследований в соответствии с программой.

Последовали две научные экспедиции на п/о Заря в 1974 и в 1980 гг.

В соответствии с программами работ обеих экспедиций были заложены на хранение новые продукты.

В августе 1974 г. комплексная экспедиция в составе представителей ВНИИКОП, ИМБП, ЦНИЛ ГУГМР и членов экспедиции «Комсомольской правды» осуществила извлечение остальных продуктов продовольственного склада Э.В.Толя, которые были доставлены в Москву для дальнейших исследований. Были привезены и исследованы консервы в банках, чай черный байховый, спички и шоколад, изготовленные в 1900 г.

Одновременно эта же экспедиция произвела на п/о Таймыр новую закладку образцов продуктов и рационов питания,

изготовленных промышленными предприятиями страны. Выемку продуктов для исследования изменений их качественных показателей намечено производить в три срока:

- через 6 лет – в 1980 г.;
- через 25 лет – в 2000 г.;
- через 75 лет – в 2050 г.

В 1974 г. закладывали по перечню 22 наименования продовольственных продуктов. Ответственным за научную организацию был ВНИИКОП. Принимал участие в закладке продукции ФГБУ НИИПХ Росрезерва (тогда он имел наименование ЦНИЛ ГУГМР). При этом были заложены пищевые продукты из номенклатуры длительного хранения: мясные консервы.

Оттаявшим был только слой дерна толщиной 20 см, далее – вечная мерзлота, твердая как камень. Склад был откопан сразу на том месте, где его закладывали. Склад продуктов находится на глубине 1,3 м. После вскрытия склада были извлечены заложенные в предыдущую экспедицию спиртовые термометры, зафиксировавшие минимальную температуру грунта за 24 года. Показатели были: минус 37,5°С на глубине 50 см и минус 31°С на глубине 90 см. В среднем же по оценкам специалистов, вечная мерзлота «прогревается» до минус 30°С.

В 1980 г. состоялась следующая экспедиция к месту склада продовольствия Э. Толля. Была осуществлена выемка ящика с продуктами с трафаретом «1980». Дополнительно были заложены 34 вида продуктов. Образцы изъятых продуктов прошли соответствующие исследования в институтах, участвующих в эксперименте.

В связи со сложными экономическими условиями экспедиция, ранее предусмотренная в 2000 г., была перенесена на 2004 г.

Во время экспедиции 2004 г. произведена выемка контейнера с трафаретом «2000», извлечены часть металлических банок «Ши с мясом и кашей» и других пищевых продуктов из склада Э.Толля, пролежавших в условиях вечной мерзлоты 104 года. Произведена закладка новых продуктов на длительное хранение. Все образцы были проанализированы, результаты изложены в научном отчете за 2004 г.

Продукты закладки 1980 г. находились в металлическом контейнере типа молочной фляги и были изъяты из нее непосредственно на месте.

На месте была проведена оценка внешнего вида изъятых продуктов после хранения с 1980 по 2004 гг.

Внешнее состояние консервированных продуктов, которые подлежали оценке в ГУ НИИПХ, было следующее:

1. консервы из экспедиции Толя 7 банок – все банки не имеют признаков бомбажа, равномерно покрыты смазкой, 5 банок с маркировкой на крышке 1900 г. выпуска, 2 банки без маркировки, все банки (не более 10% поверхности) имеют следы точечной коррозии сосредоточенной в месте закаточного шва. В 2-х банках – проникающая коррозия на поверхности крышки, 1 банка имеет проникающую коррозию в районе продольного шва площадью 1 см^2;
2. рыбные консервы 7 банок в т.ч. 4 банки со следами точечной коррозии на крышке и корпусе;
3. масло топленое в стеклянных банках с металлической крышкой из 4 банок на 3-х – следы коррозии.

Продукты, изъятые со склада в 2004 г., были помещены в контейнеры-холодильники и доставлены в Москву.

Данная научно-исследовательская работа проводится на основании научно-практической программы «Провести исследования физико-химических и органолептических показателей качества пищевых продуктов при длительном хранении при нерегулируемых отрицательных температурах в условиях вечной мерзлоты».

Программа была составлена и утверждена в 2004 г. и предполагала участие в ней ряда научно-исследовательских учреждений Отделения хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Россельхозакадемии и НИИХП Росрезерва.

Целью работы является проведение исследований по определению качественного состояния и безопасности пищевых продуктов после длительного хранения (24 и 30 лет) в складе на Таймыре (п/о Заря) в условиях вечной мерзлоты.

Представители ГНУ ВНИИМП, ГНУ ВНИМИ, ГНУ ВНИИКОП, ГНУ НИИПП и СПТ, ГНУ ВНИИК, ГНУ ВНИХИ приняли участие в экспедиции на Таймыр, организованной клу-

бом «Приключение» (руководители – Д.И. Шпаро и М.Д. Шпаро) в августе 2010 г. по выемке и доставке со склада пищевых продуктов, заложенных в 1974, 1980 и 2004 гг.

В указанных институтах проведены исследования и даны заключения о качестве продуктов после их длительного хранения в условиях вечной мерзлоты.

Общие выводы по результатам исследований качества пищевых продуктов после длительного хранения в условиях вечной мерзлоты

По мясным продуктам.

Результаты исследований показали, что все образцы консервов по показателям содержания токсичных элементов соответствуют требованиям СанПиН 2.3.2.1078.

Полученные результаты показали, что при хранении даже в условиях низких отрицательных температур в продукции продолжаются процессы деструкции белков и жиров. В большей степени подвержены процессам деструкции тонкоизмельченные виды консервов, а именно паштеты. Кусковые мясные консервы могут храниться в условиях вечной мерзлоты 6-7 лет без существенных изменений показателей качества.

Полученные результаты свидетельствуют:

1. Консервы «Телятина», хранившиеся 33 года, остались промышленно стерильными, по содержанию токсичных элементов не превышают показатели СанПиН 2.3.2.1078. Физико-химические показатели свидетельствуют о глубоких изменениях в белках и жире продукции. Так содержание амино-аминачного азота более чем в 2 раза превышает критические значения, кислотное число в 1,96 раза, а перекисное число в 2,4 раза превышают допустимые значения для продукции, не опасной для здоровья человека.
2. Консервы мясные кусковые «Говядина тушеная», «Свинина тушеная», «Говядина натуральная» по всем микробиологическим, физико-химическим показателям и содержанию токсичных элементов соответствуют доброкачественной продукции и могут быть использованы в пищу.

3. Паштеты из печени и мясные промышленно стерильны, содержание токсичных элементов в норме, но процессы окисления за период хранения в вечной мерзлоте достигли такой глубины, что использовать консервы в пищу не рекомендуется. Величина кислотных чисел в 1,6-2,9 раза превышают допустимые значения.

4. Каши с мясом, хранившиеся 6 лет по всем показателям соответствуют предъявляемым требованиям и могут быть использованы в пищу. Однако «Говядина в соусе» не рекомендуется в пищу, так как процессы окисления жира привели к превышению допустимых значений кислотного и перекисного чисел.

5. Следует отметить, что полимерная тара показала хорошую способность к хранению при отрицательных температурах. Не было отмечено расслоения полимерного материала, не была нарушена герметичность и банок и пакетов.

По молочной продукции.

При исследовании качества 6 образцов молочных консервов после хранения в условиях вечной мерзлоты практически по всем показателям безопасности образцы соответствовали требованиям ФЗ №88.

После 6 и 30 лет хранения в условиях вечной мерзлоты все исследованные продукты претерпели изменения. По величинам кислотного и перекисного чисел молочные консервы не отличались от соответствующих показателей для консервов после хранения в установленные стандартами сроки. Титруемая кислотность практически всех образцов консервов находилась в пределах допустимых значений. В большей степени изменения коснулись органолептических и физико-химических показателей. Основные изменения связаны с гидролитической порчей белков и жиров, которые отразились на органолептических показателях молочных продуктов.

Меньше других изменения претерпели свойства молоко сухое цельное в жестебанке (ГОСТ 4495-87.Дата упаковки 23.07.04 г.) и молоко сгущенное с сахаром (ГОСТ 2903-78, М 25762, д.в. 23.07.04).

Хранение при нерегулируемых отрицательных температу-

рах в условиях вечной мерзлоты позволяет продлить сроки годности молочным продуктам.

Молочные продукты, закладываемые на длительное время необходимо специально подготовить к условиям хранения (дополнительно внести антиоксидантов, повысить требования к упаковочным материалам, провести специальный контроль при закладке продукции и др.).

1. Изменения в молочных продуктах, произошедшие в процессе 6 и 30 летнего хранения, не затронули основных показателей безопасности большинства продуктов.
2. Хранение при отрицательных нерегулируемых температурах в условиях вечной мерзлоты позволяет продлить сроки годности, однако для сохранения органолептических свойств молочным продуктам требуется целенаправленно внести изменения в технологию их производства. Молочные продукты, закладываемые на длительное время необходимо специально подготовить к условиям хранения (дополнительно внести антиоксидантов, повысить требования к упаковочным материалам, провести специальный контроль при закладке продукции и др.).

По кондитерским изделиям.

В результате проведенной работы можно сделать вывод о том, что хранение изделий в течение длительного времени, в условиях нерегулируемых отрицательных температур вечной мерзлоты (полуостров Таймыр) позволяет сохранить для кондитерских изделий микробиологические, физико-химические и органолептические показатели качества на уровне соответствия требованиям стандартов и пригодном для их употребления.

По продукции пищеконцентратной промышленности.

По различным видам продуктов были проведены исследования и дегустации, сделаны соответствующие замечания, выводы и предложения:

1. Перловая крупа, не требующая варки, подлежащая длительному хранению, должна быть низкой влажности (4-6%) и упакована под вакуумом.
2. Пленка, в которую упакованы сухие пшеничные завтра-

ки и крупа перловая, не требующая варки, для длительного хранения не годится, т.к. дает химический запах и посторонний привкус.

3. Результаты органолептической оценки кофе и чая, показатель влаги позволяют сделать вывод о том, что продукт отлично сохранился до настоящего времени и подлежит дальнейшему хранению.

4. Каши брикетированные «Новинка», заложенные в 2004 году, обладают высокими качествами и органолептическими свойствами, что связано с использованием высококачественных упаковочных материалов.

5. Длительное хранение пищевых концентратов при нерегулируемых отрицательных температурах в условиях вечной мерзлоты не способствует развитию микробиологической флоры и по этому показателю удовлетворяют нормам СанПиН.

6. Низкая влажность пищевых концентратов и хранение их при нерегулируемых отрицательных температурах в условиях вечной мерзлоты сохраняет органолептические показатели продуктов на уровне показателей, определенных нормативно-технической документацией.

7. Общее заключение по длительному хранению пищевых концентратов при нерегулируемых отрицательных температурах в условиях вечной мерзлоты в продолжении – положительное.

По крахмалу и крахмалопродуктам.

Длительное хранение крахмала и крахмалопродуктов в условиях отрицательных температур вечной мерзлоты (полуостров Таймыр) обеспечивает сохранение микробиологических, физико-химических и органолептических показателей качества в пределах соответствия требованиям стандартов и пригодном для их употребления.

По образцам водочных изделий.

В результате проведённой работы можно сделать вывод о том, что микробиологические, физико-химические и органолептические показатели образцов водки при хранении в течение длительного времени в условиях отрицательных температур

вечной мерзлоты (полуостров Таймыр) не изменились и соответствуют требованиям стандартов.

Дальнейшие планы

Следующая экспедиция на побережье Таймыра запланирована на лето 2016 г. Уже менее чем через два года учёные из различных НИИ соберутся для обсуждения очередного этапа научного эксперимента начатого в 1900 г. В планах – выемка продуктов питания прошлых закладок и пополнение депо новыми видами. Скорее всего в большей степени подвергнутся испытаниям вечной мерзлоты классические продукты питания, упакованные в современную многослойную полимерную тару, это может быть и вакуумная упаковка, и консервы в новых банках с применением современных видов лаковых покрытий. В планах создание более серьёзного лабораторного хранилища, с большим заглублением, чем нынешнее; сказывается общее потепление на планете. В этом случае есть возможность установить дистанционный мониторинг температурно-влажностного режима хранения в новом, оборудованном современными датчиками хранилище.

Список литературы

1. Отчет о выполнении научно-практической программы: «Провести исследования физико-химических и органолептических показателей качества пищевых продуктов при длительном хранении при нерегулируемых отрицательных температурах в условиях вечной мерзлоты» 2010 г.
2. Отчет о выполнении научно-практической программы: «Провести исследования физико-химических и органолептических показателей качества пищевых продуктов при длительном хранении при нерегулируемых отрицательных температурах в условиях вечной мерзлоты» 2004 г.

УДК 622.692.23.004.67

М.С. Юхим, *к.т.н. ФГБУ НИИПХ Росрезерва*

M.S. Yuhim. *Federal State Institution Scientific Research Institute for storing Rosrezerva*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕМОНТА ЕМКОСТЕЙ ДЛЯ СВЕТЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРОВ

RESEARCH THE POSSIBILITY OF REPAIR CONTAINERS FOR LIGTOIL PRODUCTS FROM THE USE OF POLYMERS CONTAINING METALS

В статье приведены результаты экспериментальных исследований металлополимеров с целью их применения при ремонте емкостей для светлых нефтепродуктов и других технических средств нефтепродуктообеспечения.

Ключевые слова: металлополимеры, технические средства, нефтепродуктообеспечение, светлые нефтепродукты, бензины, дизельное топливо, керосин, ремонт, сборочные единицы, емкости, исследование, результаты испытаний, совместимость, адгезия, адгезионная прочность, наформовки, долговечность.

The article presents results of experimental researches of polymers containing metals for the purpose their application in the repair of containers for light oil and other petroleum product hardware.

Keyword: polymers containing metals, hardware, petroleum product light oil, gasoline, diesel fuel, kerosene, repair assembly units, containers, study results of the tests, the compatibility, adhesion, adhesive strength, molds, durability.

Современное состояние ремонтного производства нефтепродуктообеспечения, характеризующееся значительным ремонтным фондом, отсутствием запасных частей и финансовых

средств, предъявляет особые требования к разработке новых эффективных технологий восстановления и ремонта технических средств нефтепродуктообеспечения (ТСН). Одно из перспективных направлений в этой области – разработка технологий ремонта ТСН с применением полимерных материалов, в частности, металлополимеров (МП), которые представляют собой составы на основе специальных модифицированных физико-химическим способом эпоксидных смол, наполненных металлическими, керамическими или минеральными частицами.

МП в сравнении с чистыми полимерами обладают повышенной жесткостью и прочностью, в том числе и адгезионной, к различным материалам; теплостойкостью; стабильностью размеров; пониженной газо- и водопроницаемостью. Они способны выдерживать существенные нагрузки и обеспечивать успешную эксплуатацию восстановленных ими металлических, пластмассовых, керамических и других деталей, отремонтированных сборочных единиц и изделий. Поэтому они позволяют выполнять наибольшую часть ремонтных работ по восстановлению деталей и ремонту изделий общетехнического назначения – от восстановления посадочных мест под подшипники; заделки трещин и протечек в корпусных деталях, емкостях и трубопроводах; герметизации сварных швов; восстановления и герметизации резьбовых и фланцевых соединений, до нанесения защитных антикоррозионно-эрозионных покрытий и т.д. Причем МП могут использовать и в качестве клеев при ремонте жестких конструкций.

МП – это двухкомпонентная композиция, состоящая из основы (базиса или компонента «А») и отвердителя (активатора или компонента «В»). Базис – основная часть двухкомпонентной композиции, определяющая ее физико-механические характеристики. Отвердитель – вспомогательная часть, которая придает готовой МП-композиции следующие технологические свойства: жизнеспособность, допустимую продолжительность отверждения, теплостойкость, водостойкость.

Применение МП (так называемой «холодной сварки») в ремонтной практике ТСН позволяет получить технико-экономический эффект за счет упрощения технологии восстановления деталей и ремонта сборочных единиц различных изделий

и средств технологического оснащения, сократить продолжительность возвращения их в строй и увеличить срок их службы.

Для исследования процессов изменения физико-химических свойств МП с целью их применения при ремонте емкостей (стальных резервуаров, цистерн, бочек и канистр), используемых для хранения и транспортирования светлых нефтепродуктов, необходимо решение следующих задач:

- исследовать и оценить совместимость МП соединений со светлыми нефтепродуктами при их взаимодействии;
- исследовать и оценить изменения величины адгезии МП к металлической подложке после контакта со светлыми нефтепродуктами;
- определить приемлемые конструкции МП наформовок, используемых при ремонте емкостей со сквозными дефектами;
- оценить долговечность МП наформовок, используемых при ремонте емкостей в условиях их эксплуатации.

Для проведения испытаний МП и решения этих задач была разработана комплексная методика оценки использования МП при ремонте емкостей для светлых нефтепродуктов, на основе использования математических формул и моделирования условий эксплуатации емкостей [1].

Для испытаний были выбраны отечественные МП следующих марок:

- «ЛЕО-Сталь-керамика», «ЛЕО-Керамика», «ЛЕО-Сталь» и «ЛЕО-Т» (ООО «Металлополимеры ЛЕО»), – ТКВЮ-360107.001-ТУ;
- «РЭМ-Сталь» и «РЭМ-Алюминий» (ЗАО «ПОРСИЛ Лтд»), – ТУ 2257-005-00396558-98.

1. Исследование и оценка совместимости МП соединений со светлыми нефтепродуктами при их взаимодействии

На прочность МП соединений существенное влияние оказывает среда, в которой эксплуатируют эти соединения, причем, прочностные свойства соединений будут зависеть от стойкости МП к среде.

Стойкость МП композиций к среде оценивали по сумме абсолютных величин показателей «набухания», «вымывания» и «поглощения».

Испытуемые образцы МП были изготовлены в виде специальных пленок размером 50х60х1-2 мм для испытаний в контакте со следующими светлыми нефтепродуктами:

- автомобильные бензины А-76, АИ-92 по ГОСТ 2084-77 [2];
- дизельное топливо А-0,2 по ГОСТ 305-82 [3];
- керосин ТС-1 по ГОСТ 10227-86 [4].

В соответствии с методикой испытаний, образцы пленок МП помещали в герметично закрываемые сосуды и заполняли испытуемыми светлыми нефтепродуктами. После этого сосуды помещали в термостат и выдерживали при температуре 60 ± 2^0С в течение трех суток.

Соотношение площади контактирующей поверхности МП к объему нефтепродукта составило 20:1 $м^2/м^3$.

Показатели «набухание» (Н), «вымывание» (В) и «поглощение» (П), в массовых долях %, вычисляли по формулам:

$$Н = \frac{m_н - m_0}{m_0} \times 100 \ , \qquad (1)$$

$$В = \frac{m_д - m_0}{m_0} \times 100 , \qquad (2)$$

$$П = \frac{m_н - m_д}{m_д} \times 100 , \qquad (3)$$

где $m_о$ – масса пленки до погружения в нефтепродукт, г;

$m_н$ – масса пленки после выдержки в нефтепродукте и промокания фильтровальной бумагой, г;

$m_д$ – масса пленки после выдержки в нефтепродукте и доведения до постоянного значения, г.

Показатели сорбционно-десорбционных свойств МП определяли весовым методом.

Результаты лабораторных испытаний МП пленок по оценке их сорбционно-десорбционных свойств после выдержки в светлых нефтепродуктах приведены в табл. 1 и [5].

Анализ полученных результатов (табл. 1) показал, что испытуемые МП ООО «Металлополимеры ЛЕО» обладают довольно низкой степенью «набухания», «поглощения» и «вымы-

вания». Следует отметить, что полученные величины показателей «набухания», «вымывания» на порядок меньше, а «поглощения» – почти на два порядка меньше, чем у лакокрасочных покрытий ХС-717, ХС-5132, которые используют в качестве материала противокоррозионных покрытий внутренних поверхностей резервуаров для светлых нефтепродуктов.

Таблица 1. Результаты лабораторных испытаний металлополимерных пленок по оценке их сорбционно-десорбционных свойств после выдержки в светлых нефтепродуктах

Наименование металлополимера	Показатели сорбционно-десорбционных свойств свободных пленок металлополимеров, %											
	автобензин А-76			автобензин АИ-92			дизельное топливо А-0,2			керосин ТС-1		
	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В
«ЛЕО-Сталь-керамика»	-0,17	0,02	-0,18	-0,19	0,011	-0,204	-0,16	0,06	-0,22	-0,19	0,031	-0,224
«ЛЕО-Керамика»	-0,09	0,05	-0,10	-0,087	0,021	-0,111	-0,21	0,05	-0,26	-0,205	0,034	-0,224
«ЛЕО-Т»	-0,34	0,04	-0,32	-0,155	0,014	-0,116	-0,22	0,08	-0,28	-0,114	0,084	-0,198
«ЛЕО-Сталь»	-0,151	0,006	-0,157	-0,05	0,059	-0,108	-0,039	0,05	-0,089	-0,064	0,024	-0,088
«РЭМ-Сталь»	-0,078	0,018	-0,097	0,82	0,105	0,715	-0,318	0,051	-0,369	-0,262	0,059	-0,321
«РЭМ-Алюминий»	0,274	0,204	0,274	1,924	0,1485	1,914	-0,121	0,104	-0,451	0,021	0,049	-0,074

МП ЗАО «ПОРСИЛ Лтд» по исследуемым показателям уступают МП ООО «Металлополимеры ЛЕО».

Таким образом, результаты проведенных испытаний свидетельствуют, что исследуемые марки МП обладают достаточно высокой стойкостью к светлым нефтепродуктам.

Из исследуемых МП наилучшими сорбционно-десорбционными свойствами обладает «ЛЕО-керамика».

С целью оценки совместимости светлых нефтепродуктов с МП были проведены исследования их качества после взаимного контакта.

В качестве испытуемых углеводородных сред были выбраны: автомобильные бензины А-76 и АИ-92 по ГОСТ 2084-77 [2], дизельные топлива А-0,2 и З-0,2 по ГОСТ 305-82 [3] и керосин ТС-1 по ГОСТ 10227-86 [4].

Влияние МП на качество светлых нефтепродуктов оценивали по показателям кислотности и концентрации фактических смол испытуемых светлых нефтепродуктов после их контакта с пленками МП в процессе испытаний, так как именно эти показатели первыми выходят за пределы норм стандартов на светлые нефтепродукты.

Кислотность светлых нефтепродуктов определяли по ГОСТ 5985-79 [6], а концентрацию фактических смол – по ГОСТ 8489 – 85 [7].

Величины показателей кислотности и концентрации фактических смол испытуемых образцов светлых нефтепродуктов определяли по трем параллельным испытаниям с доверительной вероятностью 0,95.

Результаты оценки качества светлых нефтепродуктов после их контакта с образцами пленок МП приведены в табл. 2 и [5].

Полученные результаты испытаний по оценке качества светлых нефтепродуктов после их контакта с МП показывают:

- МП «ЛЕО-Сталь-керамика», «ЛЕО-Керамика», «ЛЕО-Сталь» и «ЛЕО-Т» ООО «Металлополимеры «ЛЕО» не оказывают существенного влияния на изменения качества светлых нефтепродуктов и их можно использовать для ремонта емкостей со сквозными дефектами;

- МП «РЭМ-Сталь» и «РЭМ-Алюминий» ЗАО «ПОРСИЛ Лтд» уступают по исследуемым показателям МП «Металлополимеры «ЛЕО» и их можно рекомендовать для ремонта емкостей, которые используют для хранения только дизельного топлива.

Проведены дополнительные исследования авиационного керосина ТС-1 с использованием атомно-абсорбционного спектрофотометра фирмы Perkin-Elmer (модель 5000) на наличие металлов (железа, алюминия) в пробах, в которых выдерживались МП «ЛЕО-Сталь-керамика» и «ЛЕО-Керамика». Исследования показали, что количество металлов до и после проведения испытаний не изменилось, то есть МП не влияют на качество авиационного керосина по этим показателям.

Таблица 2. Результаты проверки качества светлых нефтепродуктов после их контакта с металлополимерами

Наименование металлополимера	Марка нефтепродукта	Наименование и значение показателя					
		кислотность, мг КОН на 100 см^3 топлива			концентрация фактических смол, мг на 100 см^3 топлива		
		до контакта	после контакта	норма	до контакта	после контакта	норма
«ЛЕО-Сталь-керамика»	А-76	Отс.	0,1	не более 1,0	5,0	6,2	не более 8,0
«ЛЕО-Керамика»			0,05			5,1	
«ЛЕО-Т»			0,17			5,4	
«ЛЕО-Сталь»	А-76 (паспорт №106)	0,11	0,26		1,0	2,8	
«РЭМ-Сталь»			0,11			12,2	
«РЭМ-Алюминий»			0,31			15,7	
«ЛЕО-Сталь-керамика»	АИ-92	0,11	0,11	не более 3	1,0	4,7	не более 5,0
«ЛЕО-Керамика»			0,36			4,3	
«ЛЕО-Т»			0,15			4,7	
«ЛЕО-Сталь»			0,15			3,4	
«РЭМ-Сталь»			0,15			10,5	
«РЭМ-Алюминий»			0,11			7,0	
«ЛЕО-Сталь-керамика»	А-0,2	0,8	0,17	не более 5,0	2,0	6,0	не более 30,0
«ЛЕО-Керамика»			0,15			3,0	
«ЛЕО-Т»			0,12			9,3	
«ЛЕО-Сталь»	З-0,2	0,37	0,77		2,0	2,2	
«РЭМ-Сталь»			0,37			10,5	
«РЭМ-Алюминий»			0,51			2,5	
«ЛЕО-Сталь-керамика»	ТС-1	0,23	0,54	не более 0,7	1,4	4,7	не более 5,0
«ЛЕО-Керамика»			0,35			4,0	
«ЛЕО-Т»			0,41			5,0	
«ЛЕО-Сталь»			0,38			3,5	
«РЭМ-Сталь»			0,24			10,5	
«РЭМ-Алюминий»			0,24			3,2	
– численные значения показателя, не соответствующие норме							

Таким образом, полученные результаты испытаний подтверждают совместимость МП со светлыми нефтепродуктами и необходимость в дальнейшем исследовании свойств МП с целью их использования при ремонте ТСН.

2. Исследование и оценка изменения величины адгезии МП к металлической подложке после контакта со светлыми нефтепродуктами

Герметичность полимерных наформовок, выполненных из МП на дефектных участках при ремонте емкостей, во многом зависит от влияния хранимого нефтепродукта на адгезию МП к стальной подложке [8].

Сущность исследований заключена в оценке изменений адгезии по показателю «предел прочности при отрыве» ($\sigma_{отр.}$) клеевых соединений на основе МП стальных образцов (далее по тексту – испытуемые образцы) после выдержки их в светлых нефтепродуктах.

Для исследований были выбраны МП: «ЛЕО-Сталькерамика», «ЛЕО-Керамика», «ЛЕО-Т», которые совместимы со светлыми нефтепродуктами и не оказывают существенного влияния на изменения качества светлых нефтепродуктов, п.1 и [5].

В качестве стальной подложки была использована сталь Ст 3 по ГОСТ 380-88 [9], как наиболее распространенная при изготовлении корпусных деталей ТСН. Образцы для склеивания с помощью МП были изготовлены из вышеприведенной стали согласно ГОСТ 14760-69 [10].

В качестве углеводородной среды был выбран автобензин А-76 по ГОСТ 2084-77 [2].

В соответствии с разработанной методикой испытаний, толщина МП в испытуемых образцах составляла 1,0±0,2 мм, а продолжительность предварительной выдержки испытуемых образцов на воздухе при температуре 20±2^{0}С до помещения в топливо составляла 24 часа.

Испытуемые образцы выдерживались в автобензине А-76 при температурах 20±2^{0}С и 80±2^{0}С.

Значения показателя «предел прочности при отрыве» в испытуемых образцах оценивались с определенной пери-

одичностью в течение 730 суток после выдержки в светлых нефтепродуктах при трех параллельных испытаниях с доверительной вероятностью 0,9.

При анализе полученных графических зависимостей (рис. 1) установлено, что за первые пять суток контакта нефтепродукта с испытуемыми образцами наблюдали увеличение на 10-12% величин «предела прочности при отрыве» у всех рассматриваемых марок МП. Это обусловлено завершением процесса полимеризации МП и достижения ими своих максимальных величин прочностных характеристик. Последующее интенсивное снижение значений «предела прочности при отрыве» наблюдаем в первые 90 суток, что связано с влиянием светлых нефтепродуктов на адгезионную прочность склеенных образцов с помощью МП. Затем скорость падения адгезионной прочности снижалась, и в дальнейшем через 180-360 суток стабилизировалась.

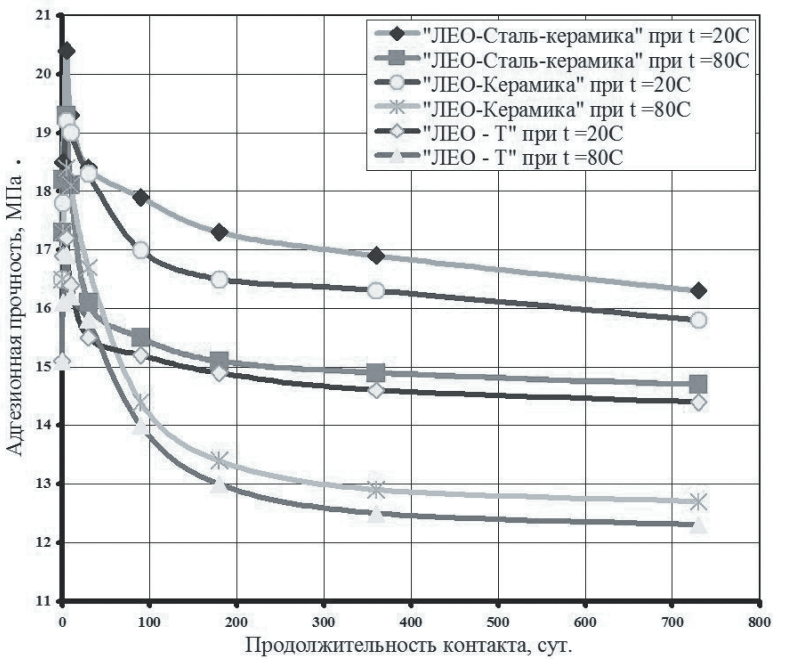


Рис. 1. Зависимость адгезионной прочности испытуемых образцов, склеенных с помощью металлополимеров, от продолжительности контакта с бензином А-76

В результате экспериментальных исследований было выявлено, что кроме воздействия среды (нефтепродуктов), на адгезионную прочность МП соединений влияет также и температура самой среды. Причем с увеличением температуры среды до 80±2^{0}С, в которую были помещены склеенные образцы с помощью МП, величины «предела прочности при отрыве» у всех рассматриваемых марок МП ниже по сравнению со средой, температура которой 20±2^{0}С. Это снижение величин $\sigma_{отр.}$ примерно на 1-13% наблюдается по мере увеличения продолжительности нахождения испытуемых образцов в среде. Максимальное снижение прочности МП соединений в результате воздействия светлых нефтепродуктов при температуре 80^{0}С в течение 730 суток (рис. 2) при контакте с автомобильным бензином АИ-93 по ГОСТ 2084-77 [2] составило 29% относительно максимальной полученной величины предела прочности. Это свидетельствует о том, что среди исследуемых светлых нефтепродуктов автомобильный бензин АИ-93 по отношению к адгезионным связям «металл – полимер – металл» наиболее агрессивный, очевидно, за счет большего содержания ароматических углеводородов. Из исследуемых МП наиболее стоек к среде светлых нефтепродуктов «ЛЕО-Сталь-керамика» (рис. 3).

Значения адгезионной прочности МП к подложке из стали Ст 3 и характер ее изменения под воздействием светлых нефтепродуктов при температурах 20±2^{0}С и 80±2^{0}С превышают при аналогичных условиях испытаний значения адгезионной прочности клеевых композиций на основе эпоксидных смол ЭД-20, ЭД-16 и полиуретановых клеев типа «Спрут» и «Адгезив», используемых в настоящее время при восстановлении деталей и ремонте сборочных единиц ТСН.

3 Определение приемлемых конструкций МП наформовок, используемых при ремонте емкостей со сквозными дефектами

Исследования металлополимерных наформовок, используемых для восстановления герметичности емкостей со сквозными дефектами (трещины, свищи, непровары, отпотины и т.п.) проведены по разработанным методикам исследований [1].

Для изготовления наформовок использовали металлополи-

меры (МП) «ЛЕО-Сталь-керамика» и «ЛЕО-Керамика», так как показатели адгезионной прочности и совместимости с нефтепродуктами этих материалов превосходят другие марки МП, п.1, 2 и [5], [8].

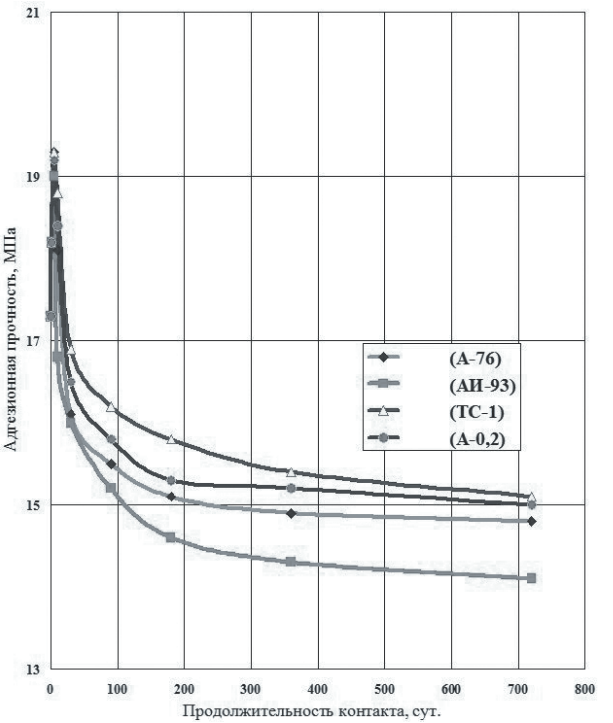


Рис. 2. Зависимость адгезионной прочности МП («ЛЕО-Сталь-керамика») соединений образцов из стали Ст 3 от продолжительности выдержки в светлых нефтепродуктах при t = 80^{0}С

Объектом испытаний служат герметизирующие МП наформовки, с помощью которых выполнен ремонт фланцев со сквозными дефектами (фланец), которые моделируют часть емкости со сквозным дефектом.

Сущность испытаний заключается в определении давления разгерметизации фланцев, отремонтированных МП наформовками различных конструкций с учетом марки МП, их геометрических параметров и коэффициента перекрытия.

Критерием выбора конструкции МП наформовки, используемой для герметизации фланца, служит величина давления разгерметизации, которая должна составлять для данных испытаний (имитация герметизации стальных резервуаров) не менее 0,8 МПа [1], [11].

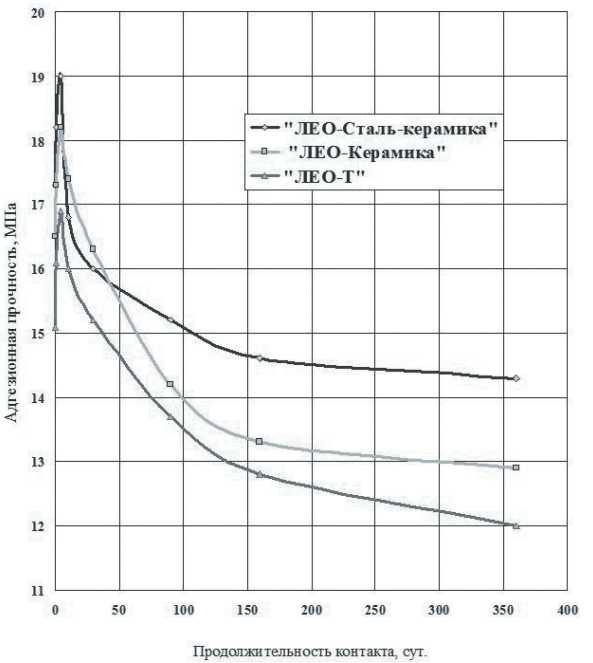
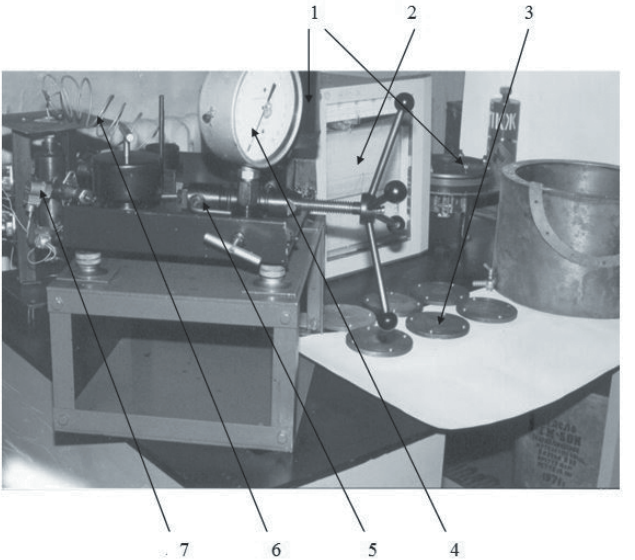


Рис. 3. Зависимость адгезионной прочности МП соединений образцов из стали Ст 3 от продолжительности выдержки в бензине АИ-93 при t = 80^{0}С

Приемлемый способ ремонта фланцев со сквозными дефектами МП наформовками и ее тип определяли по результатам гидравлических испытаний фланцев. При этом замеряли толщины МП наформовок и параметры, необходимые для определения коэффициента перекрытия.

В лабораторных условиях для испытаний фланцев, отремонтированных МП наформовками, использовали стенд для гидравлических испытаний, который позволяет создавать давление до 25 МПа (рис. 4).



1 – испытательная емкость; 2 – одноканальный записывающий КСП-4; 3 – испытательный фланец с МП наформовкой; 4 – манометр типа МО; 5 – грузопоршневой манометр МТ-60; 6 – трубопровод; 7 – электрический датчик давления МД-Т25

Рис. 4. Стенд для гидравлических испытаний МП соединений

За результат испытаний принимали среднее арифметическое давление разгерметизации МП наформовок определенной конструкции, вычисляемое по формуле:

$$P_{раз.ср.} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} P_{раз.i}\text{, МПа,} \qquad (4)$$

где $P_{раз.ср.}$ – среднее арифметическое давление разгерметизации МП наформовок определенной конструкции;

$P_{раз.i}$ – давление разгерметизации i-той МП наформовки определенной конструкции;

n – число параллельных образцов.

Продолжительность всех выполненных работ (зачистку поверхности фланца, приготовление МП композиции, нане-

сение ее на сквозной дефект фланца и образование герметизирующей МП наформовки определенного типа) определяли как сумму средних арифметических продолжительностей этих работ по формуле:

$$\tau_{р.} = \frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n}\tau_{з.i} + \sum_{n=1}^{n}\tau_{пр.i} + \sum_{n=1}^{n}\tau_{н.i}\right), \text{ мин}, \quad (5)$$

где $\tau_{р.}$ – средняя арифметическая продолжительность выполненных работ при подготовке к испытанию фланца;

$\tau_{з.i}$ – продолжительность зачистки поверхности i-го фланца;

$\tau_{пр.i}$ – продолжительность приготовления i-той МП композиции;

$\tau_{н.i}$ – продолжительность нанесения МП композиции на емкость со сквозным дефектом и образование герметизирующей МП наформовки определенного типа;

n – количество параллельных образцов.

Количество используемой МП композиции для образования МП наформовки определенного типа определяли по формуле:

$$m_{мк.ср.} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} m_{мк,i}, \text{ г}, \quad (6)$$

где $m_{мк.ср.}$ – средняя арифметическая масса МП композиции;

$m_{мк,i}$ – масса i-той МП композиции для образования МП наформовки определенного типа;

n – число параллельных образцов.

Коэффициент перекрытия сквозного дефекта (отверстия во фланце) емкости МП наформовки определяли по формуле:

$$К_{пi} = \frac{d_{мп,i} - d_{ск.д.i}}{d_{мп,i}}, \quad (7)$$

где $К_{пi}$ – коэффициент перекрытия;

$d_{мп,i}$ – диаметр МП наформовки, мм;

$d_{ск.д.i}$ – диаметр сквозного дефекта, мм.

За окончательный результат испытаний принимали среднее арифметическое значение величин показателей всех образцов по формуле:

$$K_n = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} K_{ni} \cdot . \quad (8)$$

Расхождение результатов испытаний по каждому определенному показателю для отдельных образцов МП наформовок не должно превышать 10% от их средних значений. В случае его превышения, хотя бы по одному из показателей, число параллельных испытаний удваивают.

Испытывали МП наформовки двух конструкций: МП наформовка, состоящая из одного нанесенного слоя МП композиции и конструкция – из МП композиции, армированная стеклотканью. С помощью данных конструкций МП наформовок герметизировались фланцы с отверстиями диаметром от 5 до 30 мм.

Анализ полученных результатов (табл. 3, 4) позволил установить, что для герметизации сквозных дефектов, диаметр которых не превышает 10 мм, можно использовать МП наформовки из одного нанесенного слоя. Далее, с увеличением диаметра сквозного дефекта необходимо использовать стеклоткань, так как возникают трудности с заделкой данного дефекта. Ремонт таких дефектов (от 10 мм и выше) возможен в два и более этапа, однако это приводит к увеличению продолжительности ремонта.

Таблица 3. Результаты исследований наформовок МП марки «ЛЕО-Сталь-керамики» на гидравлическом стенде

№ п/п	Диаметр сквозного дефекта, мм	Параметры МП наформовки				Продолжительность работ, мин	Масса МП композиции, г	Коэффициент перекрытия	Давление разгерметизации, МПа	Примечание
		диаметр, мм	толщина, мм	количество слоев	стеклоткань					
1	5	18	1,1	1	-	9	8	2,6	> 10	Герметичность не нарушена
2	10	25	1,4	1	-	10	11	1,5	> 10	То же
3	15	29	1,6	2	Используется	12	17	0,93	> 10	-,,-

№ п/п	Диаметр сквозного дефекта, мм	Параметры МП наформовки				Продолжительность работ, мин	Масса МП композиции, г	Коэффициент перекрытия	Давление разгерметизации, МПа	Примечание
		диаметр, мм	толщина, мм	количество слоев	стеклоткань					
4	20	32	2,1	2	Используется	14	22	0,6	> 10	Герметичность не нарушена
5	25	40	2,6	2	Используется	15	31	0,6	> 10	То же
6	30	44	2,9	2	Используется	19	43	0,48	> 10	-,,-

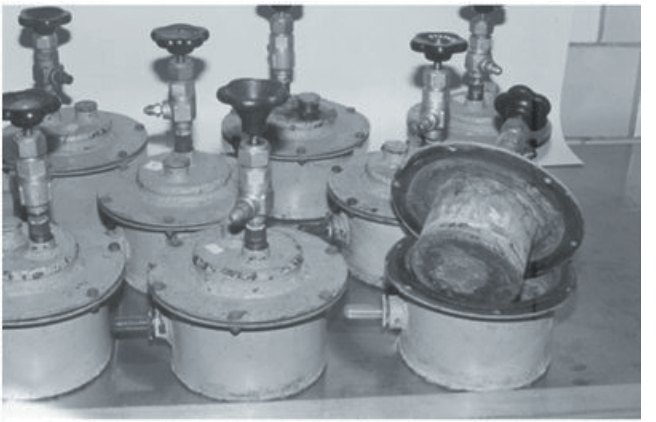
Таблица 4. Результаты исследований наформовок МП марки «ЛЕО-Керамики» на гидравлическом стенде

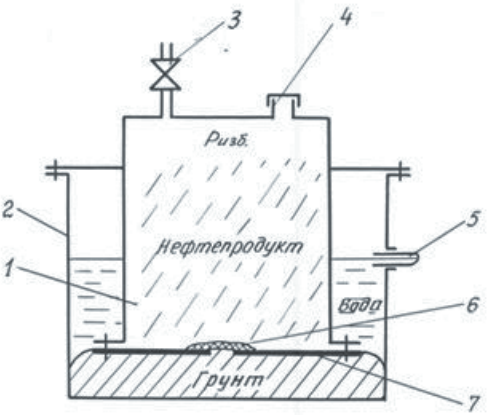
№ п/п	Диаметр сквозного дефекта, мм	Параметры МП наформовки				Продолжительность работ, мин.	Масса МП композиции, г	Коэффициент перекрытия	Давление разгерметизации, МПа	Примечание
		диаметр, мм	толщина, мм	количество слоев	стеклоткань					
1	5	17	1,0	1	-	8	9	2,4	> 10	Герметичность не нарушена
2	10	26	1,3	1	-	10	12	1,6	> 10	То же
3	15	28	1,7	2	Используется	11	16	0,86	> 10	-,,-
4	20	33	2,2	2	Используется	13	23	0,65	> 10	Герметичность не нарушена
5	25	41	2,8	2	Используется	16	30	0,64	> 10	То же
6	30	45	3,1	2	Используется	20	44	0,5	> 10	-,,-

При величине давления, превышающей норму (0,8 МПа) в 10 и более раз, разгерметизации фланцев не происходило.

Результаты испытаний МП наформовок, используемых для ремонта сквозных дефектов, показывают, что с увеличением диаметра отверстия растут показатели: $T_р$, $m_{мк.ср.}$, а показатель $К_п$ уменьшается.

Далее были проведены испытания МП наформовок, рекомендованных выше в устройствах (рис. 5), моделирующих емкости для светлых нефтепродуктов.





1 – сосуд с нефтепродуктом; 2 – изолирующий сосуд с водой и грунтом; 3 – кран; 4 – заливная горловина с заглушкой; 5 – глазок стеклянный; 6 – металлополимерная наформовка; 7 – фланец с отверстием

Рис. 5. Устройство для исследований металлополимерных наформовок в различных средах

Разработанные устройства, используемые для исследований в лабораторных условиях, позволяют имитировать реаль-

ные условия эксплуатации емкостей (стальных резервуаров, цистерн и др.), отремонтированных с помощью МП наформовок.

Сущность проведенных исследований заключается в оценке времени, в течение которого МП наформовки, герметизирующие сквозное отверстие на днище устройств, выдерживают избыточное давление 0,1 МПа в условиях взаимодействия на наформовки нефтепродуктом с внутренней стороны днища устройства, грунта и воды – с внешней стороны.

Дефектные участки днищ части устройств герметизировали наформовками МП марки «ЛЕО-Сталь-керамика» с внешней, а части – с внутренней стороны.

Исследовали на работоспособность (долговечность) наформовки двух типов: однослойную МП и армированную стеклотканью при герметизации днища устройств с отверстиями диаметром до 10 мм.

Сосуд устройства был залит автобензином А-76 в количестве не менее 2/3 его объема и с помощью комбинированной поверочной установки КПУ-3 заполнен воздухом с избыточным давлением 0,1 МПа. Внешняя сторона днища загерметизированного сосуда устройства находилась в контакте с грунтом и водой.

Проведенные исследования показали, что испытанные наформовки работоспособны в течение 24 мес.

Результаты проведенных исследований МП наформовок, предлагаемых для ремонта емкостей со сквозными дефектами, показали:

- при герметизации сквозных дефектов, диаметр которых не превышает 10 мм, можно использовать МП наформовки, конструкции которых состоят из одного нанесенного слоя;

- с увеличением диаметра сквозного дефекта (от 10 мм и более) необходимо использовать стеклоткань, или ремонт таких дефектов возможен в два этапа и более, что увеличивает продолжительность ремонта;

- значение давления разгерметизации превышало в 10 и более раз установленные нормы (не менее 0,8 МПа) для отремонтированных фланцев со сквозными отверстиями;

- продолжительность устранения сквозных дефектов со средним диаметром до 30 мм в полевых условиях не превышает 20 мин;

- типы наформовок, используемые для герметизации емкостей со сквозными дефектами, работоспособны (долговечны) на протяжении 24 мес.

Полученные результаты испытаний МП наформовок по определению приемлемых их конструкций при ремонте сквозных дефектов емкостей учитывались при разработке технологии ремонта емкостей.

4. Оценка долговечности МП наформовок, используемых при ремонте емкостей ТСН в условиях их эксплуатации

Результаты исследований по оценке физико-химических свойств МП и определению приемлемых конструкций МП наформовок с целью их использования для ремонта емкостей приведены в п. 1-3 и [5], [8], [11].

Но, в дальнейшем, каждую эксплуатирующую ТСН организацию после ремонта своих технических средств с помощью МП, интересуют сроки эксплуатации (долговечность) восстановленных деталей, отремонтированных сборочных единиц или изделий. Кроме того, специалистам-ремонтникам, использующим МП для ремонта ТСН, в том числе емкостей, важно знать, какая адгезионная прочность МП соединений достигается в процессе их отверждения в контакте со светлыми нефтепродуктами на протяжении небольшого промежутка времени (например, в течение одних суток).

Исследования по оценке долговечности различных изделий требуют значительных финансовых затрат и продолжительности их проведения. Для удешевления их проведения и сокращения сроков испытаний используют ускоренные методы испытаний изделий на долговечность.

В настоящее время существует два основных направления ускоренных методов испытаний, позволяющих оценивать прогнозируемую долговечность изделий [1]:

первое, по результатам форсированного режима испытаний и второе, по результатам испытаний в течение установленного интервала времени.

Методы второго направления прогнозирования долговечности, то есть по результатам испытаний в течение установленного интервала времени используют статистические данные, соответствующие малой продолжительности эксперимента и имеют ограниченную достоверность прогнозирования. Поэто-

му в работе были использованы методы первого направления по результатам форсированного режима испытаний.

С целью определения сроков службы (долговечности) МП соединений проведены исследования и расчет продолжительности их эксплуатации по разработанной методике ускоренной оценки долговечности МП соединений [1], в основу которой положен метод форсированных испытаний. В качестве критерия годности была выбрана начальная после отверждения величина адгезионной прочности МП соединений при повышенной температуре и контакте их со светлыми нефтепродуктами.

Подбор функций, на основе данных эксперимента, приведенных в п. 2, [8] и прогноз долговечности МП соединений в работе был выполнен с помощью пакета специальных математических программ в компьютерном варианте. Они упростили все расчеты и получение (зависимостей адгезионной прочности (σ_a) МП соединений от продолжительности контакта (τ) со светлыми нефтепродуктами) сроков службы (долговечности) МП соединений, далее по тексту – модель оценки долговечности. Математическое описание указанного процесса следующее:

$$\sigma_a = a + b\ln\tau + c/\ln\tau + d(\ln\tau)^2 + e/(\ln\tau)^2 + f(\ln\tau)^3 + g/(\ln\tau)^3 + h(\ln\tau)^4 \ . \quad (9)$$

Модель оценки долговечности МП соединений на примере «ЛЕО-Сталь-керамики» приведена на рис. 6.

Коэффициенты для МП соединений «ЛЕО-Керамики» и «ЛЕО-Т», в полученной модели оценки долговечности (функции) МП соединений, приведены в табл. 5.

Таблица 5. Коэффициенты модели оценки долговечности МП соединений «ЛЕО-керамики» и «ЛЕО-Т»

Наименование металлополимера	Коэффициенты								
	a	b	c	d	e	f	g	h	Коэффициент корреляции
«ЛЕО-керамика»	476,9	-132,6	-785,2	18,8	596,5	-1,2	-130,8	0,02	0,95
«ЛЕО-Т»	-2721,4	678,2	6441,7	-99,0	-8068,3	7,9	4104,3	-0,3	0,95

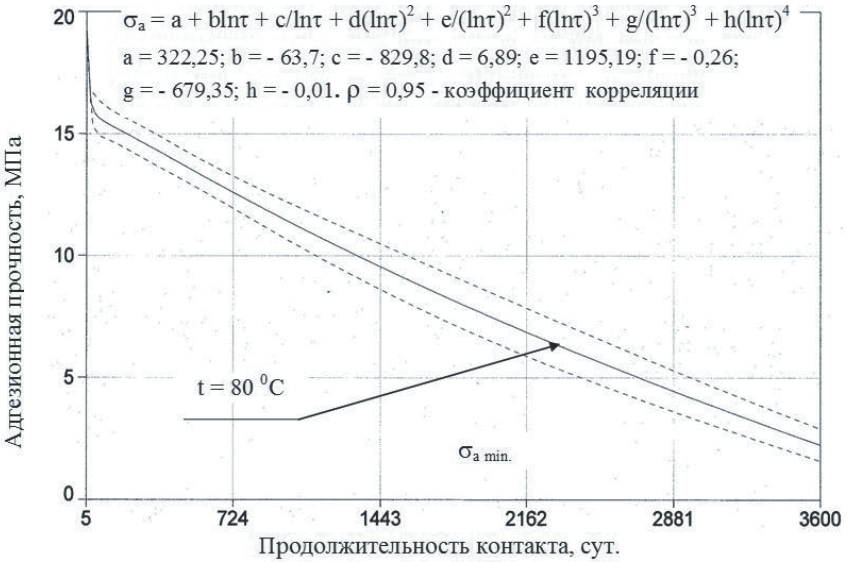


Рис. 6. Модель оценки долговечности МП соединения на примере «ЛЕО-Сталь-керамики»

С помощью полученной модели оценки долговечности МП соединений были определены результаты прогноза долговечности МП соединений, приведенные в табл. 6.

Таблица 6. Результаты прогноза долговечности МП соединений

Наименование металлополимера	Прогнозируемый срок службы МП соединений, сут. / лет	Значение адгезионной прочности МП в конце срока службы, МПа	Доверительный интервал
«ЛЕО-Сталь-керамика»	3650 / 10	3,53	1,5
	4015 / 11	**2,09**	
	4380 / 12	0,62	
«ЛЕО-Керамика»	**3650 / 10**	**2,07**	2,0
	4015 / 11	0,301	
	4380 / 12	-	

Наименование металлополимера	Прогнозируемый срок службы МП соединений, сут. / лет	Значение адгезионной прочности МП в конце срока службы, МПа	Доверительный интервал
«ЛЕО-Т»	4015 / 11	3,40	4,0
	4380 / 12	**1,83**	
	4745 / 13	0,31	
Примечание: минимальная величина адгезионной прочности $\sigma_{a\ min.} \geq 0,8$ МПа [1]			

Анализ полученных результатов показал, что отремонтированные емкости с помощью «ЛЕО-Керамики», «ЛЕО-Сталькерамики» и «ЛЕО-Т» соответствуют условиям эксплуатации в течение 10, 11 и 12 лет соответственно при доверительном интервале: 2,0, 1,5 и 4 года.

Продолжительность ремонта емкостей с использованием МП должна быть минимальной и состоит из двух составляющих. Величина первой составляющей продолжительности ремонта зависит непосредственно от продолжительности выполнения всех ремонтных работ (подготовка ремонтируемой поверхности, подготовка МП композиции к использованию и другие работы). Величина второй составляющей продолжительности ремонта не менее важна и зависит от продолжительности процесса отверждения ($\tau_{отв.}$) МП наформовок (соединений), т.е. происходит достижение за это время таких прочностных характеристик, которые бы обеспечивали применение отремонтированных емкостей по своему функциональному предназначению.

Поэтому был исследован процесс изменения величины адгезионной прочности МП соединений на этапе их отверждения в условиях воздействия на них светлых нефтепродуктов в течение одних суток.

Зависимость величины адгезии испытуемых образцов, склеенных с помощью МП «ЛЕО-Сталь-керамики», от продолжительности отверждения при контакте со светлыми нефтепродуктами приведена на рис. 7.

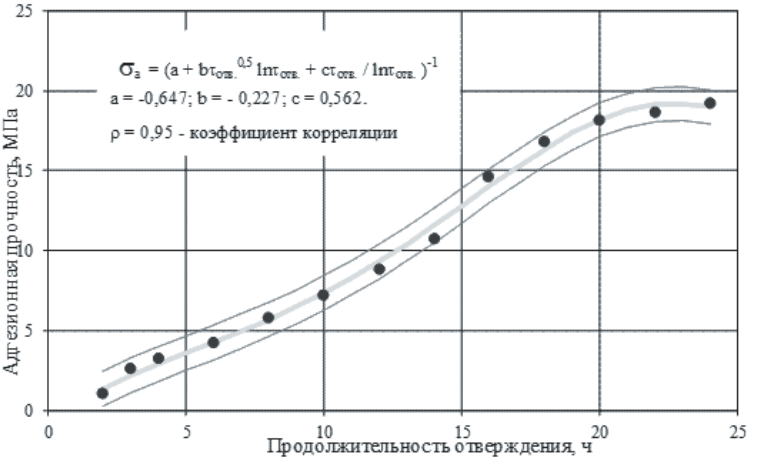


Рис. 7. Зависимость адгезионной прочности МП соединений от продолжительности отверждения (на примере «ЛЕО-Сталь-керамики»)

Далее, на основании полученных экспериментальных данных был выполнен подбор функции, с помощью которой можно определить минимальную продолжительность отверждения $\tau_{отв.min}$ МП соединения, используемого при ремонте емкостей для светлых нефтепродуктов со сквозными дефектами и обеспечивающую при этом достаточную прочность $\sigma_{a\ min.}$ элементов их конструкций. При этом

$$\sigma_{a\ min.} \geq \sigma_{a\ доп.}, \qquad (10)$$

где $\sigma_{a\ доп.}$ – адгезионная прочность допускаемая, обеспечивающая прочность МП соединений, и равна 0,8 МПа.

Полученные результаты адгезионной прочности МП соединения на этапе его отверждения на примере «ЛЕО-Сталь-керамики» приведены в табл. 7.

Анализ полученных результатов показал, что минимальная продолжительность отверждения МП соединений, используемых при ремонте емкостей нефтепродуктообеспечения со сквозными дефектами согласно модели отверждения (рис. 7), составляет 2 ч, обеспечив при этом достаточную прочность $\sigma_{a\ min}$ данных соединений.

Таблица 7. Результаты определения продолжительности отверждения МП соединения на примере «ЛЕО-Сталь-керамики»

Наименование металлополимера	Продолжительность отверждения, ч	Значение адгезионной прочности, МПа
«ЛЕО-Сталь-керамика»	3,0	2,2
	2,0	**1,33**
	1,5	0,75
Примечание: минимальная величина адгезионной прочности $\sigma_{a\ min.} \geq 0,8$ *МПа*		

Заключение

1. Результаты проведенных испытаний свидетельствуют, что исследуемые марки МП обладают достаточно высокой стойкостью к светлым нефтепродуктам и не оказывают существенного влияния на изменения качества светлых нефтепродуктов.

2. Значения адгезионной прочности МП к подложке из стали Ст 3 и характер ее изменения под воздействием светлых нефтепродуктов при температурах 20 ± 2^0С и 80 ± 2^0С превышают, при аналогичных условиях испытаний, значения адгезионной прочности клеевых композиций на основе эпоксидных смол ЭД-20, ЭД-16 и полиуретановых клеев типа «Спрут» и «Адгезив», используемых в настоящее время при восстановлении деталей и ремонте сборочных единиц ТСН.

3. По результатам испытаний определены приемлемые конструкции МП наформовок, необходимые для ремонта емкостей со сквозными дефектами. Конструкции МП наформовок, исследуемые в процессе испытаний для герметизации сквозных дефектов емкостей, работоспособны (долговечны) на протяжении 24 мес.

4. Разработаны модели прогноза долговечности МП соединений, которые позволяют определять срок службы отремонтированных емкостей при установленной системе их технического обслуживания и ремонта. Результаты прогноза долговечности МП соединений показали, что восстановленные емкости для светлых нефтепродуктов с помощью «ЛЕО-Керамики», «ЛЕО-Сталь-керамики» и «ЛЕО-Т» могут эксплуатироваться в течение 10, 11 и 12 лет, при доверительном интервале 0,95 и ошибке прогноза 2,5; 1,5 и 4,0 года, соответственно.

5. Получена зависимость адгезионной прочности МП соединений от продолжительности их контакта со светлыми нефте-

продуктами в период их отверждения, позволяющая по заданной прочности определять готовность отремонтированных емкостей к своему функциональному предназначению. Установлено, что минимальная продолжительность отверждения МП соединений, используемых при ремонте емкостей для светлых нефтепродуктов, составляет 2 ч.

6. Проведенные экспериментальные исследования МП подтверждают возможность их применения при ремонте емкостей для светлых нефтепродуктов и других технических средств нефтепродуктообеспечения.

Список литературы

1. Юхим, М. С. Технология ремонта емкостей для светлых нефтепродуктов с использованием металлополимеров в полевых условиях. Дис. …канд. техн. наук. – М. 2003. 157 с.

2. ГОСТ 2084-77 Бензины автомобильные. Технические условия.

3. ГОСТ 305-82 Топливо дизельное. Технические условия.

4. ГОСТ 10227-86 Топлива для реактивных двигателей. Технические условия.

5. Юхим М.С. Исследование возможности использования металлополимеров при ремонте технических средств нефтепродуктообеспечения // Ремонт, восстановление, модернизация. 2002. № 3. С. 41-43.

6. ГОСТ 5985-79 Нефтепродукты. Метод определения кислотности и кислотного числа.

7. ГОСТ 8489-85 Топливо моторное. Метод определения фактических смол.

8. Юхим, М. С. Адгезионная прочность металлополимеров к металлической подложке при их контакте со светлыми нефтепродуктами // Ремонт, восстановление, модернизация. 2006. № 6. С. 37-39.

9. ГОСТ 380-88 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки.

10. ГОСТ 14760-69 Клеевые соединения металлов. Метод определения прочности при отрыве.

11. Юхим, М. С. Обоснование и выбор оптимальных конструкций металлополимерных наформовок при ремонте емкостей для нефтепродуктов // Ремонт, восстановление, модернизация. 2006. № 8. С. 24-27.

Материалы, представленные в сборнике, даны в редакции авторов

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ХРАНЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ НУЖД

Международный научный сборник

Открытое приложение к информационному сборнику «Теория и практика длительного хранения»

Ответственный редактор: Д.Ю. Пономарев
Редактор И.Г. Гаврилов
Корректор В.И. Магаюмова
Дизайн и верстка: Е.А. Ляпуновой

Подписано в печать 22.12.2014
Формат 60 x 90 1/16. Бумага офсетная
Уч.-изд. л. Печ. л.
Тираж 100 экз. Заказ №

Отпечатано ООО «Галлея-Принт»
Москва, Кабельная 5-я улица, 2 Б
Тел. (495) 673-57-85
http://galleyaprint.ru
E-mail: galleyaprint@gmail.com